



Servicio Nacional de Aguas
Subterráneas, Riego y Avenamiento

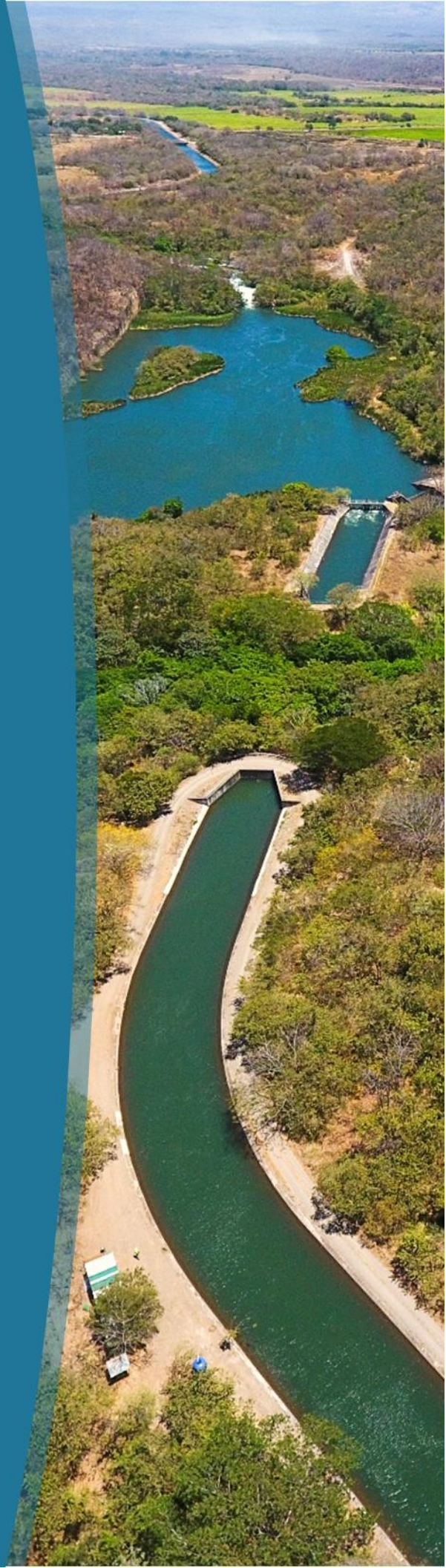


Proyecto Abastecimiento de Agua para
la Cuenca Media del río Tempisque y
Comunidades Costeras

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Versión actualizada

Marzo, 2022



EQUIPO DE ESTUDIO

Jefe del equipo	Ing. Marvin Coto Hernández. INDEP.
Análisis social	Lic. Oscar Centeno Viales. INDEP.
Análisis de mercado	Ing. Flor Carvajal Álvarez. INDEP. Ing. César Villalobos Vindas. PAACUME.
Análisis agronómico	Ing. Javier Artiñano Guzmán. INDEP. Ing. Vivian Herrera Cairol. INDEP. Ing. Marianela Chaves Rivera. PAACUME.
Análisis técnico	Ing. Álvaro González Masis. INDEP. Ing. Edwin Lobo Esquivel. INDEP. Ing. Henry Bravo Calvo. DRAT. Ing. José María Alfaro Quesada. DRAT. Ing. Gustavo Adolfo Vargas Ramírez. PAACUME. Ing. Joseph Chavarría Jirón. PAACUME.
Análisis ambiental	Ing. Nora Pineda Cordero. DRAT. Ing. Marianela Chaves Rivera. PAACUME. Ing. Arlyn García Salas. PAACUME.
Aspectos legales	Lic. Liana Roque Ramos. PAACUME.
Aspectos administrativos	Lic. Ericka López Soto. INDEP.
Etapas de preinversión	Ing. Marvin Barrantes Castillo. UGEP-DRAT. Ing. Arlyn García Salas. UGEP. MSc. Gina Acón Sánchez. UGEP. Ing. Osvaldo Quiros Arias. UGEP. Ing. Rebeca Carvajal Carballo. UGEP. Lic. Blanca Navarro Miranda. UGEP. Ing. Geovanny Fernández Redondo. UTV Ing. Vladimir Jiménez Salazar. UGEP
Evaluación financiera	Ing. Flor Carvajal Álvarez. INDEP. Ing. Giovanni Vega Salas. DRAT. Ing. César Villalobos Vindas. PAACUME.
Evaluación económica social	Ing. Flor Carvajal Álvarez. INDEP.
Dibujo	Téc. Alexis Zúñiga Piedra. INDEP. Téc. Juan Carlos Madriz Porras. INDEP.
Topografía	Ing. Héctor Rodríguez Campos. INDEP. Téc. Guillermo Calderón Acuña. INDEP. Téc. Isaac Alberto Chacón Rojas. INDEP.



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río
Tempisque y Comunidades Costeras

	Ing. Juan Fernando Matarrita Salazar. DRAT. Ing. Kendall Cárdenas López. PAACUME.
Comunicación y prensa	Lic. Maikol Sosa Vargas. INDEP.
Edición e impresión	Lic. Ileana Baldi Alvarado. INDEP. Lic. Oscar Centeno Viales. INDEP. Ing. Javier Artiñano Guzmán. INDEP. Ing. Marianela Chaves Rivera. PAACUME. Téc. Diana Carolina Flores. PAACUME Ing. Rebeca Carvajal Carballo. PAACUME. Ing. Arlyn García Salas. PAACUME.

Índice de Contenidos

FICHA TÉCNICA.....	20
INTRODUCCIÓN.....	30
CAPITULO 1. FORMULACIÓN DEL PROYECTO	32
1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	32
1.1 Nombre del proyecto.....	32
1.2 Antecedentes.....	32
1.3 Identificación del Problema.....	34
1.4 Optimización de la situación base	42
1.5 Alternativas de Solución	43
1.6 Selección de alternativa de solución	45
1.7 Objetivos del proyecto.....	47
1.8 Resultados esperados	47
1.10 Determinación del área de influencia	50
1.11 Beneficiarios del proyecto.....	53
CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE MERCADO.....	58
2.1 Conceptualización del mercado	58
2.2 Uso actual del suelo.....	58
2.3. Análisis de la oferta y demanda hídrica.	67
2.4. Uso propuesto del suelo	78
2.5 Demanda insatisfecha del proyecto	107
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE MERCADO DE LA OFERTA PRODUCTIVA.....	108
3.1. Caracterización de los productos.....	108
3.2 Conceptualización del mercado	150
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS TÉCNICO	155
4.1 Localización Geográfica del Paacume.....	155
4.2 Componentes de Paacume	155
4.2.1 Componente Embalse Río Piedras.....	155
4.2.2 Componente Mejoramiento y Ampliación de Canal Oeste	158
4.2.3 Componente Red de Conducción y Distribución en la Margen Derecha del río Tempisque.....	158
4.2.4 Componente Plan de Desarrollo	160
4.3 Tamaño.....	160

4.4	Tecnologías y procesos.....	160
4.5	Ingeniería.....	160
4.5.1	Embalse Río Piedras y sitio de presa.....	161
4.5.2	Costos Embalse Río Piedras y sitio de presa	187
4.5.3	Canal Oeste, Tramos II y III	192
4.5.4	Red de distribución en la margen derecha del río Tempisque	227
4.5.5	Red presurizada	261
4.6	Costos totales de infraestructura del proyecto.....	299
CAPITULO 5. ANÁLISIS DE RIESGO A DESASTRES.....		300
5.1.	Análisis de emplazamiento de sitio	300
5.2.	Identificación de las vulnerabilidades	301
5.3.	Alternativas de reducción de riesgos.....	313
Amenaza Sísmica.....		313
Licuefacción		314
Amenaza de Inundación.....		314
5.4.	Beneficios por mitigación de los riesgos a desastres	315
CAPITULO 6. ANÁLISIS AMBIENTAL		317
6.1	Descripción del ambiente biológico.....	317
6.2	Diagnóstico ambiental.....	346
6.3	Evaluación de impactos y medidas correctivas.....	375
6.4	Pronóstico del plan de gestión ambiental (PPGA)	388
Ley de Protección de las Cuencas Hidrográficas N° 68.....		419
6.5	Calidad ambiental del área del proyecto y el área de influencia	556
CAPÍTULO 7. ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS DE Paacume		558
7.1	Aspectos legales de Paacume.....	558
7.2	Aspectos administrativos de Paacume.....	571
7.3	Organización actual.....	573
7.4	Recurso humano: organigrama institucional vigente, clasificación de puestos y salarios brutos.....	575
7.5	Detalle del Organigrama Institucional	576
7.6	Propuesta de reorganización Institucional	588
7.7	Costos asociados al ajuste de la estructura a nivel de planilla	599
7.8	Costos asociados al ajuste de la estructura a nivel del BCIE	600

7.9 Mecanismos de articulación y coordinación	600
7.10 Organigrama propuesto del DRAT para la operación	601
7.11 Valoración de riesgos institucionales del proyecto	616
CAPÍTULO 8. FASE DE PREINVERSIÓN	617
8.1 Estudios técnicos y ambientales	617
8.2 Compra de terrenos	618
8.3 Cronograma de preinversión	620
8.4 Gastos ejecutados por la Unidad Gestora para el desarrollo del proyecto ...	621
CAPÍTULO 9. EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA	622
9.1 Análisis Financiero del Proyecto	622
9.2 Análisis económico	639
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	655

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Resumen del cronograma del proyecto	27
Ilustración 1 1. Logotipo del proyecto.....	32
Ilustración 1 2. Acuíferos de la zona de Guanacaste	37
Ilustración 1 3. Árbol de problemas sobre la situación del déficit hídrico en Guanacaste	41
Ilustración 1 4. Árbol de ideas sobre cómo lograr incremento de la disponibilidad hídrica en Guanacaste	46
Ilustración 1 5. Área de influencia del proyecto Paacume	53
Ilustración 1 6. Estimación de ingreso de turistas a Costa Rica.....	56
Ilustración 2 1. Producción de pacas.....	63
Ilustración 2 2. Planta de empaque de mango	64
Ilustración 2 3. Precipitación media mensual (PMM) en el área del proyecto	70
Ilustración 2 4. Distribución de concesiones por uso (l/s).....	76
Ilustración 2 5. Esquema Hidráulico. CP: Centro de producción	78
Ilustración 2 6. Fases fenológicas del cultivo de arroz.....	81
Ilustración 2 7. Izquierda: Panel solar que se instala en las fincas que no disponen electricidad. Derecha: Aparto separado con dos hiladas de cerca eléctrica	96
Ilustración 2 8. Finca con bebedero, saladero y minerales que sirve a cuatro apartos.	97
Ilustración 2 9. Micro túneles, Estación Jiménez Núñez, INTA	100
Ilustración 2 10. Casa malla proyecto Ebenezer, Colorado Abangares.....	101
Ilustración 4 1. Esquema del proyecto Paacume desde la PMPD hasta la red de distribución en la margen derecha del río Tempisque	157
Ilustración 4 2. Esquema del sitio de presa según factibilidad	165
Ilustración 4 3. Esquema con toma fuera de la presa.....	166
Ilustración 4 4. Obras de Sitio de Presa Paacume.....	168
Ilustración 4 5. Sistema desvío Proyecto Paacume.....	169
Ilustración 4 6. Tramo seco río Piedras tras maniobra de cierre.....	170
Ilustración 4 7. Propuesta Presa enrocado con Cara de Concreto Paacume	170
Ilustración 4 8. Detalle de los parapetos de la presa Paacume	172
Ilustración 4 9. Sección de la toma de aguas de presa	172
Ilustración 4 10. Ubicación del Embalse	174
Ilustración 4 11. Gráfico de caudales promedio diario de las principales fuentes de ingreso de agua al Embalse río Piedras para el año promedio sintético	175
Ilustración 4 12. Gráfico de curva área y volumen vs elevación del Embalse Río Piedras	177
Ilustración 4 13. Gráfico del nivel de agua en el Embalse río Piedras considerando los datos hidrológicos del año promedio sintético, las demandas de agua definidas y porcentajes de volúmenes vertidos con respecto al volumen total disponible en el año	177

Ilustración 4 14. Vertedor de excedencias	178
Ilustración 4 15. Estructura disipadora vertedero	180
Ilustración 4 16. Gráfico de beneficio /Costo índice vs caudal de diseño.....	181
Ilustración 4 17. Gráfico de nivel del agua en el Embalse río Piedras considerando las dos formas de operación	182
Ilustración 4 18. Cronograma resumido para ejecución del proyecto del sitio de presa y embalse.....	191
Ilustración 4 19. Flujo mensual de costos en el tiempo del sitio de presa y embalse.	191
Ilustración 4 20. Ubicación Canal Oeste, Tramos II y III	194
Ilustración 4 21. Tenencia de la tierra Canal Oeste Tramo II.....	195
Ilustración 4 22. Tenencia de la tierra Canal Oeste Tramo III.....	197
Ilustración 4 23. Vista de los sitios perforados tipo SPT en el Canal Oeste Tramo II y Tramo III	199
Ilustración 4 24. Derivaciones del Canal Oeste	201
Ilustración 4 25. Esquema general de la sección típica del Canal Oeste, Tramos II y III	203
Ilustración 4 26. Ubicación de sifones en el Canal Oeste, Tramos II y III.....	205
Ilustración 4 27. Gráfico para obtener el coeficiente de distribución para la determinación del área de riego por finca.....	230
Ilustración 4 28. Mapa de la red de canales de distribución de la margen derecha del río Tempisque	232
Ilustración 4 29. Nombre y ubicación de canales de la red de distribución de la margen derecha del río Tempisque	234
Ilustración 4 30. Esquema general de la sección típica del canal trapezoidal de la red de distribución	236
Ilustración 4 31. Estructura de aforo para toma de parcela utilizado en el DRAT	246
Ilustración 4 32. Estructura de aforo para toma de parcela utilizado en el DRAT	247
Ilustración 4 33. Trazo propuesto de las líneas presurizadas para el abastecimiento de las zonas costeras sector Potrero-Huacas	263
Ilustración 4 34. Trazo propuesto de las líneas presurizadas para el abastecimiento de las zonas costeras sector el Coco	265
Ilustración 4 35. Trazo de tubería para el abastecimiento del canal de la cota 30 ms.n.m.....	266
Ilustración 4 36. Trazo de tubería presurizadas para el abastecimiento del Canal MD 8	267
Ilustración 4 37. Perfil topográfico Conducción 1.....	272
Ilustración 4 38. Perfil Topográfico Conducción 2	273
Ilustración 4 39. Perfil Topográfico Conducción 3	274
Ilustración 4 40. Perfil topográfico Conducción 4.....	275
Ilustración 4 41. Perfil topográfico Conducción 5.....	275
Ilustración 4 42. Ábaco de Allieve	277
Ilustración 4 43. Curva característica y dimensiones de las bombas	282
Ilustración 4 44. Curva característica y dimensiones de las bombas	284
Ilustración 4 45. Curva característica y dimensiones de las bombas	285

Ilustración 4 46. Demanda energética a lo largo del año	297
Ilustración 4 47. Modelo de costos de estación de bombeo Puente Mulas	298
Ilustración 5 1. Perfil SO-NE de la sismicidad en la región noreste de Costa Rica	302
Ilustración 5 2. Valores de KD obtenidos de las pruebas con DMT	308
Ilustración 5 3. Áreas de riesgo de inundación en la zona del canal de conducción..	311
Ilustración 5 4. Áreas de riesgo de inundación en la zona de riego de la margen derecha del río Tempisque	312
Ilustración 6 1. Croquis del área del Embalse, en el área de afectación, la RBLB y las áreas de compensación propuestas	338
Ilustración 7 1. Organigrama actual de Senara	574
Ilustración 7 2. Organigrama de la administración general	578
Ilustración 7 3. Nivel estratégico del Senara.....	581
Ilustración 7 4. Organigrama del Distrito de Riego Arenal Tempisque.....	583
Ilustración 7 5. Organigrama de la Dirección de Investigación y Gestión Hídrica	586
Ilustración 7 6. Organigrama de la Dirección Administrativa Financiera	586
Ilustración 7 7. Organigrama de la Dirección de Ingeniería y Desarrollo de Proyectos	588
Ilustración 7 8. Organigrama propuesto para la ejecución	590
Ilustración 7 9. Organigrama de Digep	592
Ilustración 7 10. Organigrama propuesto para la operación del proyecto.....	602
Ilustración 8 1. Adquisición de propiedades del sitio de presa en el PH Río Piedras.	619
Ilustración 8 2. Cronograma de las principales actividades de la fase de preinversión.	620
Ilustración 9 1. Pliego tarifario vigente para distribuidores de energía	627
Ilustración 9 2. Condiciones de lluvia durante julio 2014. Los porcentajes se refieren a las desviaciones respecto al promedio histórico.	646

Índice de Tablas

Tabla 1. Cantones en el área de influencia del proyecto	21
Tabla 2. Proyección de la población del período 2016-2020 (por cantón y distrito)	22
Tabla 3. Asentamientos campesinos en la margen derecha del río Tempisque (por cantón y distrito)	23
Tabla 4. Distribución de productores por cantón.....	25
Tabla 5. Resumen de costos totales de inversión del proyecto.....	26
Tabla 6. Costos de inversión según fuente de financiamiento (en dólares).....	27
Tabla 1 1. Resumen de las características de los acuíferos de la zona de Guanacaste	35

Tabla 1 2. Porcentaje de población ocupada por cantón y distrito según sector productivo, 2011	39
Tabla 1 3. Dimensiones del proyecto.....	47
Tabla 1 4. Cadena de resultados del proyecto.....	48
Tabla 1 5. Distribución de propietarios por cantón	54
Tabla 1 6. Porcentaje de fincas por cantón.....	54
Tabla 1 7. Cantidad de empresas turísticas en el área del proyecto	55
Tabla 2 1. Leyenda cartográfica del mapa semidetallado de suelos del valle del río Tempisque.....	61
Tabla 2 2. Distribución de la cobertura del suelo en el área de influencia del Paacume (en hectáreas).....	65
Tabla 2 3. Distribución del tamaño de fincas en Paacume	66
Tabla 2 4. Localización de las estaciones meteorológica	67
Tabla 2 5. Cálculo de ET para el área del proyecto.....	69
Tabla 2 6. Precipitación media mensual (PMM) en el área del proyecto.....	69
Tabla 2 7. Precipitación efectiva en el área del proyecto.....	70
Tabla 2 8. Coeficientes de cultivo Kc.....	71
Tabla 2 9. Cálculo del coeficiente unitario de riego (CUR) máximo	73
Tabla 2 10. Eficiencia de riego	73
Tabla 2 11. Necesidades hídricas de los cultivos.	74
Tabla 2 12. Volúmenes requeridos para el área regable	74
Tabla 2 13. Caudal concesionado por cantón por actividad l/s	76
Tabla 2 14. Distribución de concesiones por fuente, cantón y uso en l/s.....	77
Tabla 2 15. Uso propuesto del suelo, épocas de siembra y cosecha, según la oferta de agua disponible	79
Tabla 2 16. Esquema de desarrollo de los cultivos para el uso propuesto del Paacume	102
Tabla 2 17. Volúmenes mensuales requeridos y caudales para las especies propuestas	105
Tabla 2 18. Rendimiento esperado de los cultivos por cosecha con riego.....	106
Tabla 2 19. Demanda Insatisfecha del proyecto	107
Tabla 3 1. Costa Rica. Índices de producción y rendimiento agroindustrial, 2010 - 2017	109
Tabla 3 2. Consumo per cápita por país.....	110
Tabla 3 3. Precio de liquidación por kilogramo de azúcar y kilogramo de miel final, zafra 2014 - 2015 (precio en colones).....	111
Tabla 3 4. Costa Rica. Área sembrada con yuca, 2014 - 2017 (en hectáreas)	113
Tabla 3 5. Costa Rica. Producción de yuca, 2014 - 2017 (en toneladas).....	113
Tabla 3 6. Costa Rica. Exportaciones anuales de yuca, 2013 - 2017	114
Tabla 3 7. Costa Rica. Principales destinos de las exportaciones de yuca, 2016	114
Tabla 3 8. Costa Rica. Precio promedio de yuca según mercado y presentación del producto, 2013 - 2016 (en colones por kilogramo).....	115
Tabla 3 9. Costa Rica. Área sembrada de camote, 2014 - 2017 (en hectáreas)	116

Tabla 3 10. Costa Rica. Producción de camote, 2014 - 2017 (en toneladas)	116
Tabla 3 11. Costa Rica. Área sembrada de ñampí, 2014 - 2017 (en hectáreas)	117
Tabla 3 12. Costa Rica. Producción de ñampí, 2014 - 2017 (en toneladas)	118
Tabla 3 13. Costa Rica. Exportaciones de ñampí por año, 2014 - 2017	118
Tabla 3 14. Costa Rica. Área sembrada de tiquisque, 2013 - 2017 (en hectáreas) ..	119
Tabla 3 15. Costa Rica. Producción de tiquisque, 2014 - 2017 (en toneladas)	119
Tabla 3 16. Costa Rica. Exportaciones de tiquisque a Estados Unidos según mayores proveedores, 2016	119
Tabla 3 17. Costa Rica. Principales destinos de exportaciones de tiquisque, 2016 ..	120
Tabla 3 18. Costa Rica. Exportaciones de tiquisque a Estados Unidos, 2013 - 2016	120
Tabla 3 19. Costa Rica. Área sembrada de arroz, 2013 - 2017 (en hectáreas)	122
Tabla 3 20. Costa Rica. Producción de arroz, 2013 - 2017 (en toneladas)	122
Tabla 3 21. Costa Rica. Consumo per cápita anual y mensual, 2012 - 2017	123
Tabla 3 22. Costa Rica. Área sembrada de cebolla, 2014 - 2017 (en hectáreas)	125
Tabla 3 23. Costa Rica. Producción de cebolla, 2014 - 2017 (en toneladas)	125
Tabla 3 24. Principales productores mundiales de cebolla, 2016 (en toneladas)	125
Tabla 3 25. Costa Rica. Área sembrada de tomate, 2014 - 2017 (en hectáreas)	127
Tabla 3 26. Costa Rica. Producción de tomate, 2014 - 2017 (en toneladas)	127
Tabla 3 27. Participación porcentual de importaciones de tomate según país, 2015	128
Tabla 3 28. Participación porcentual de las exportaciones de tomate según país, 2015	128
Tabla 3 29. Costa Rica. Precios promedios de tomate de primera en finca, periodos 2013 - 2017 (en colones por kilogramo)	129
Tabla 3 30. Costa Rica. Área sembrada de chile dulce, 2014 - 2017 (en hectáreas)	130
Tabla 3 31. Costa Rica. Producción de chile dulce, 2012 - 2015 (en toneladas)	130
Tabla 3 32. Costa Rica. Precios promedio de chile de primera en plaza, 2009 - 2016 (en colones)	131
Tabla 3 33. Costa Rica. Área sembrada de melón, 2014 - 2017 (en hectáreas)	133
Tabla 3 34. Costa Rica. Producción de melón, 2014 - 2017 (en toneladas)	133
Tabla 3 35. Costa Rica. Exportaciones de melón, 2014 - 2017 (en dólares)	134
Tabla 3 36. Costa Rica. Área sembrada de sandía, 2014 - 2017 (en hectáreas)	135
Tabla 3 37. Costa Rica. Producción de sandía, 2014 - 2017 (en toneladas)	136
Tabla 3 38. Costa Rica sandía valor de las exportaciones, 2013- 2017 (en millones de dólares)	136
Tabla 3 39. Costa Rica precios promedio anuales de sandía, 2014 - 2016 (en colones por kilogramo)	137
Tabla 3 40. Costa Rica. Áreas sembradas con mango, 2013 - 2017 (en hectáreas)	139
Tabla 3 41. Costa Rica. Producción de mango, 2013 - 2017 (en toneladas)	139
Tabla 3 42. Costa Rica. Exportaciones de mango, 2014 - 2017	139
Tabla 3 43. Costa Rica. Precios promedios anuales de mango en caja plástica de 18,5 kilogramos, 2014-2016 (en colones por kilogramo)	140
Tabla 3 44. Costa Rica. Oferta promedio anual de limón mandarina, 2013 - 2018 (en toneladas)	142

Tabla 3 45. Costa Rica. Precios promedio anuales al por mayor por unidad de limón mandarina, 2013 – 2017 (en colones)	142
Tabla 3 46. Costa Rica. Volúmenes exportados de piña orgánica, 2017 (en toneladas)	143
Tabla 3 47. Costa Rica. Volumen anual de las importaciones de carne de bovina y subproductos, 2013 – 2017 (en toneladas).....	145
Tabla 3 48. Costa Rica. Valor CIF anual de las importaciones de carne de bovina y subproductos, 2013 – 2017 (en dólares).....	145
Tabla 3 49. Costa Rica. Consumo aparente de carne bovina, 2013 – 2017 (en kilogramos)	146
Tabla 3 50. Costa Rica. Volumen anual de las exportaciones de carne bovina y subproductos, 2013 – 2017 (en toneladas).....	146
Tabla 3 51. Costa Rica. Precios promedio anuales de la carne bovina en canal por kilogramo, 2014 – 2018 (en colones).....	147
Tabla 3 52. Estados Unidos. Precios promedio anuales de la carne bovina importada en puertos de los Estados Unidos por kilogramo, 2014 – 2018 (en dólares)	148
Tabla 3 53. Costa Rica. Volumen anual de las importaciones de carne ovina, 2014-2017 (en toneladas)	149
Tabla 3 54. Costa Rica. Valor CIF anual de las importaciones de carne de ovina y subproductos, 2014-2017(en dólares)	149
Tabla 3 55. Distancias comprendidas entre cantones y distritos de Guanacaste y Puntarenas con Sardinal de Carrillo	153
Tabla 4 1. Localización del Paacume por cantón y distrito	155
Tabla 4 2. Características de la presa de Paacume	167
Tabla 4 3. Características principales de la casa de máquinas	173
Tabla 4 4. Características generales obras de excedencia Paacume	179
Tabla 4 5. Costo del proyecto desglosado por obras.....	188
Tabla 4 6. Desglose del costo por tipo.....	189
Tabla 4 7. Desglose del costo del proyecto por tipo de actividad.....	189
Tabla 4 8. Desglose del costo del proyecto por tipo de actividad.....	190
Tabla 4 9. Propiedades por adquirir en el Canal Oeste, Tramo II	194
Tabla 4 10. Propiedades por adquirir en el Canal Oeste, Tramo III	196
Tabla 4 11. Profundidad del nivel freático en las diferentes perforaciones	199
Tabla 4 12. Resultados de capacidad soporte para cada material.....	200
Tabla 4 13. Distribución de caudales del Canal Oeste, Tramos II y III	202
Tabla 4 14. Características hidráulicas del Canal Oeste, Tramos II y III	203
Tabla 4 15. Ubicación de sifones en el Canal Oeste, Tramos II y III	205
Tabla 4 16. Ubicación de las represas en el Canal Oeste, Tramos II y III.....	206
Tabla 4 17. Ubicación de tomas de canales secundarios en el Canal Oeste, Tramos II y III	207
Tabla 4 18. Ubicación de alcantarillas en el Canal Oeste, Tramo II	208
Tabla 4 19. Ubicación de vados en Canal Oeste, Tramos II y III	210
Tabla 4 20. Ubicación de zanjas laterales en Canal Oeste, Tramos II y III.....	211

Tabla 4 21. Ubicación de vertedores de excedencias en el Canal Oeste, Tramos II y III	211
Tabla 4 22. Ubicación de puentes en los tramos II y III.....	212
Tabla 4 23. Ubicación de tomas de parcela en el Canal Oeste, Tramos II y III	213
Tabla 4 24. Ubicación de pasos de fauna en el Canal Oeste, Tramos II y III	215
Tabla 4 25. Ubicación de estaciones de aforo Canal Oeste Tramos I, II y III	216
Tabla 4 26. Ubicación de las estaciones de aforo en tubería Canal Oeste Tramo II...	217
Tabla 4 27. Presupuesto global del Canal Oeste, Tramos II y III.....	222
Tabla 4 28. Presupuesto de mantenimiento del Canal Oeste, Tramos II y III (quinquenio 1).....	226
Tabla 4 29. Presupuesto de operación anual del Canal Oeste Tramo II y III	227
Tabla 4 30. Puntos de entrega de agua para potabilizar y agua para riego en turismo en la red de distribución de Paacume	236
Tabla 4 31. Datos de secciones transversales de los canales de la red de distribución de la margen derecha del río Tempisque	237
Tabla 4 32. Características hidráulicas del Canal MD.....	239
Tabla 4 33. Características hidráulicas de las secciones en Canal MD 1	240
Tabla 4 34. Características hidráulicas del Canal MD 8	240
Tabla 4 35. Características hidráulicas del Canal CA 1.....	242
Tabla 4 36. Características hidráulicas del Canal CA 2.....	242
Tabla 4 37. Datos de secciones transversales de los canales de la red de distribución secundaria de la margen derecha del río Tempisque	243
Tabla 4 38. Ubicación de estaciones de aforo en canales.....	245
Tabla 4 39. Ubicación de puentes en la red primaria.....	248
Tabla 4 40. Ubicación de sifones en la red primaria	250
Tabla 4 41. Ubicación de caídas en el canal MD 1.....	251
Tabla 4 42. Ubicación de represas en la red primaria	251
Tabla 4 43. Ubicación de alcantarillas para cruces de camino en la red primaria	252
Tabla 4 44. Ubicación de tomas canal a canal en la red primaria	253
Tabla 4 45. Datos de pasos de alcantarillas en las Intersecciones de los canales con la red fluvial.....	255
Tabla 4 46. Ubicación de vertedores de excedencia en la red primaria	256
Tabla 4 47. Ubicación de descargas de fondo en la red primaria	257
Tabla 4 48. Presupuesto de la red de distribución	258
Tabla 4 49. Presupuesto anual de mantenimiento estimado para la red de distribución	258
Tabla 4 50. Presupuesto de operación anual de la red de distribución.	260
Tabla 4 51. Costos generales por capacitación	261
Tabla 4 52. Características geométricas de las zanjas por línea individual de tubería	269
Tabla 4 53. Resumen hidráulico Conducción 1	271
Tabla 4 54. Resumen hidráulico Conducción 2	272
Tabla 4 55. Resumen hidráulico Conducción 3	274
Tabla 4 56. Resumen hidráulico Conducción 4	274
Tabla 4 57. Resumen hidráulico Conducción 5	275

Tabla 4 58. Ubicación de reservorios	281
Tabla 4 59. Estaciones de bombeo Conducción 1	283
Tabla 4 60. Estaciones de bombeo Conducción 2	283
Tabla 4 61. Estaciones de bombeo Conducción 3	283
Tabla 4 62. Presupuesto global de las conducciones a la zona costera	295
Tabla 4 63. Presupuesto global de la conducción de la cota 20 a la cota 30 ms.n.m.	296
Tabla 4 64. Costo energético anual	297
Tabla 4 65. Costo de operación anual en dólares	298
Tabla 4 66. Presupuesto total de la infraestructura	299
Tabla 5 1. Escenarios sísmicos específicos relacionados con el sitio de presa y valores de aceleración horizontal pico para cada uno de ellos	305
Tabla 5 2. Resultados de la amenaza sísmica probabilística en el sitio de presa del embalse río Piedras. (Climent et al., 2016).....	306
Tabla 5 3. Clasificación de la Severidad de Licuación	309
Tabla 5 4. Resumen de los valores de Potencial de Licuación para los DMTs realizados en los canales de distribución	310
Tabla 5 5. Sensibilidad del modelo ante cambios de caudal base mínimo.....	313
Tabla 5 1. Escenarios sísmicos específicos relacionados con el sitio de presa y valores de aceleración horizontal pico para cada uno de ellos	305
Tabla 5 2. Resultados de la amenaza sísmica probabilística en el sitio de presa del embalse río Piedras. (Climent et al., 2016).....	306
Tabla 5 3. Clasificación de la Severidad de Licuación	309
Tabla 5 4. Resumen de los valores de Potencial de Licuación para los DMTs realizados en los canales de distribución	310
Tabla 5 5. Sensibilidad del modelo ante cambios de caudal base mínimo.....	313
Tabla 6 1 Comparación de área por tipo de cobertura entre el área afectada de la RBLB y el área total propuesta para compensación.....	339
Tabla 6 2 Acciones del proyecto definidas para la Matriz Interactiva Causa- Efecto..	348
Tabla 6 3 Matriz de Importancia de Impactos ambientales para la etapa constructiva	350
Tabla 6 4. Matriz de Importancia de Impactos ambientales para la etapa operativa	372
Tabla 6 5. Síntesis de impactos negativos del medio físico.....	375
Tabla 6 6. Síntesis de impactos negativos del medio biótico	376
Tabla 6 7. Síntesis de impactos negativos del medio social.....	378
Tabla 6 8. Impactos positivos de Paacume.....	379
Tabla 6 9. Impactos ambientales determinados como acumulativos para la etapa constructiva.....	380
Tabla 6 10. Impactos ambientales acumulativos determinados para la etapa operativa	386
Tabla 6 11. Profesionales responsables de la ejecución de las medidas ambientales	389

Tabla 6 12. Pronóstico Plan de Gestión Ambiental - Paacume.....	391
Tabla 6 13. Resumen de costos ambientales incluidos en el P-PGA	445
Tabla 6 14. Monitoreo de la Regencia Ambiental del proyecto	451
Tabla 7 1. Distribución de plazas por unidades administrativas.....	575
Tabla 7 2. Distribución de plazas por grupos ocupacionales.....	575
Tabla 7 3. Distribución de plazas por grupos ocupacionales.....	596
Tabla 7 4. Distribución de plazas por grupos ocupacionales.....	597
Tabla 7 5. Distribución de plazas por grupos ocupacionales.....	597
Tabla 7 6. Personal para direcciones institucionales para la ejecución del proyecto.....	598
Tabla 7 7. Personal requerido para la Dirección Gestora del Proyecto (en colones) ..	599
Tabla 7 8. Personal adicional requerido por el Senara para atender el proyecto durante su ejecución (en colones)	599
Tabla 7 9. Resumen del personal requerido para la Ejecución (en colones)	600
Tabla 7 10. Resumen del personal requerido para la Ejecución (en colones)	600
Tabla 7 11. Componentes de la dirección del DRAT.....	605
Tabla 7 12. Componentes de la administración	608
Tabla 7 13. Componentes construcción, mantenimiento e inversión	610
Tabla 7 14. Componente de operaciones	612
Tabla 7 15. Componentes de Investigación y Desarrollo	614
Tabla 7 16. Total, por área funcional del DRAT (En colones).....	614
Tabla 7 17. Necesidades de reforzamiento en personal de las unidades de las oficinas centrales.....	615
Tabla 7 18. Estimación de nuevas plazas para reforzar unidades de las oficinas centrales.....	616
Tabla 8 1. Condición del proceso de adquisición de propiedades en la margen izquierda del río Tempisque.....	618
Tabla 8 2. Gastos ejecutados por la UGEP Paacume (CR ₡)	621
Tabla 9 1. Costos de inversión del proyecto (en US\$).....	623
Tabla 9 2. Resumen de costos de operación anuales.....	624
Tabla 9 3. Tarifas utilizadas por escenario de análisis (¢/m ³)	624
Tabla 9 4. Pliego tarifario vigente para el consumo agrícola.	628
Tabla 9 5. Indicadores financieros para Paacume (en US\$).....	629
Tabla 9 6. Áreas mínimas rentables regables para una finca con desarrollo de un solo cultivo al año, en al menos dos ciclos y su rentabilidad CBA.....	631
Tabla 9 7. Áreas mínimas rentables regables para una finca con desarrollo de un solo cultivo al año, en al menos dos ciclos y su rentabilidad GPH.	632
Tabla 9 8. Línea base y uso propuesto del suelo considerando únicamente áreas efectivas bajo riego.	633
Tabla 9 9. Línea base y uso propuesto con el proyecto considerando áreas en secano de ganadería.....	634
Tabla 9 10. Ingresos estimados para el Plan de Cultivos propuesto, 2017	637

Tabla 9 11. Estimación de costos por para el Plan de Cultivos propuesto. 2017.	638
Tabla 9 12. Indicadores financieros para los productores de Paacume para las tarifas propuestas por Senara (en US\$)	639
Tabla 9 13. Procedimiento para convertir costos y beneficios	641
Tabla 9 14. Factores de conversión a precios de frontera.....	641
Tabla 9 15. Inversiones de Paacume corregidas a precios sociales en (US\$)	643
Tabla 9 16. Costos de operación anuales corregidos a precios sociales.	644
Tabla 9 17. Costos de mantenimiento corregidos a precios sociales (en US\$)	644
Tabla 9 18. Indicadores de rentabilidad social del proyecto	648
Tabla 9 19. Canon de agua anual por actividad de interés.	650
Tabla 9 20. Recaudación anual por canon de agua para consumo.....	650
Tabla 9 21. Indicadores de rentabilidad económica social del proyecto incluyendo externalidades sociales y ambientales.	653

Siglas y acrónimos

ACAT	Área de Conservación Arenal - Tempisque
AID	Área de Influencia Directa
AMRR	Área Mínima Rentable Regable
AP	Área de Proyecto
Ardesa	Sistema Hidroeléctrico Arenal, Dengo, Sandillal
Aresep	Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos
Asadas	Asociaciones administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados comunales
Asoviacomco	Asociación de Productores Ambientales Ovino Caprinos de Costa Rica
Asovico	Asociación Ovina Costarricense
ASP	Área Silvestre Protegida
BCCR	Banco Central de Costa Rica
BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BIRF	Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento
BPA	Buenas Prácticas Agrícolas
Catie	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Catsa	Central Azucarera del Tempisque S.A.
Caturgua	Cámara de Turismo de Guanacaste
CBA	Canasta Básica Ampliada
CBAA	Canasta Básica Alimentaria Ampliada
CC	Centro de control
CCSS	Caja Costarricense del Seguro Social
Cenada	Centro Nacional de Abastecimiento y Distribución de Alimentos
CFRD	Enrocamiento con cara de concreto
CGR	Contraloría General de la República
Cites	Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
CNE	Comisión Nacional de Emergencia
CNP	Consejo Nacional de Producción
Cnsed	Comisión Nacional de Selección y Eliminación de Documentos
CO	Canal Oeste
Conac	Consejo Nacional de Áreas de Conservación
Conarroz	Corporación Arrocera Nacional
Conavi	Consejo Nacional de Vialidad
Coopeovinos	Cooperativa Agroindustrial y de Servicios Múltiples de Productores de Ovinos R.L.
Corac	Consejo Regional de Áreas de Conservación
Coracat	Consejo Regional de Área de Conservación Arenal Tempisque
Coredes	Consejo Regional de Desarrollo
Corfoga	Corporación de Fomento Ganadero
CUR	Coeficiente Unitario de Riego
CVC	Costo Variable de Combustible

CVG	Cordillera Volcánica de Guanacaste
DAF	Distribución de Alimentos a Familias
DAP	Diámetro a la Altura de Pecho
DGA	Dirección General de Aduanas
Dieca	Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar
Digep	Dirección Gestora del Paacume
DIGH	Dirección de Investigación y Gestión Hídrica
DRAT	Distrito de Riego Arenal Tempisque
ECE	Encuesta Continua de Empleo
EDT	Estructura de Desglose del Trabajo
Enaho	Encuesta Nacional de Hogares
EsIA	Estudio de Impacto Ambiental
ET	Evapotranspiración
ETP	Evapotranspiración potencial
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FOB	Free On Board (Libre a bordo, puerto de carga convenido)
Fonafifo	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal
GIRH	Gestión Integrada de los Recursos Hídricos
GPH	Gasto Promedio de Hogares
GPS	Global Positioning System (Sistema de Posición Global)
IC	Ingeniería y Construcción
ICAA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
ICT	Instituto Costarricense de Turismo
IGN	Instituto Geográfico Nacional
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
IICE	Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas
IMAS	Instituto Mixto de Ayuda Social
IMN	Instituto Meteorológico Nacional
Indep	Ingeniería y Desarrollo de Proyecto
Inder	Instituto de Desarrollo Rural
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INTA	Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria
JICA	Agencia de Cooperación Internacional de Japón
Laica	Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar
LCVS	Ley de Conservación de Vida Silvestre
LIDAR	Light Detection and Ranging (Detección de luz y rango)
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MEIC	Ministerio de Economía, Industria y Comercio
Mideplan	Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica
MIIA	Matriz Interactiva de Impactos Ambientales
Minae	Ministerio de Ambiente y Energía
Minaet	Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones

MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transporte
MTSS	Ministerio de Trabajo y Seguridad Social
OET	Organización para Estudios Tropicales
Paacume	Proyecto Abastecimiento de agua para la cuenca media del río Tempisque y comunidades costeras
PAR	Programa Nacional de Riego en Pequeñas Áreas
PAS	Plan de Aprovechamiento Sostenible de Acuíferos
PGA	Plan de Gestión Ambiental
PGRA	Plan de Gestión de los Recursos Arqueológicos
PIAAG	Programa Integral de Abastecimiento de Agua para Guanacaste
PIMA	Programa Integral de Mercadeo Agropecuario
PMM	Precipitación Media Mensual
PMPD	Presa Miguel Pablo Dengo
PND	Plan Nacional de Desarrollo
Pngirh	Plan Nacional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos
PNPV	Parque Nacional Palo Verde
POI	Planes Operativos Institucionales
PPGA	Pronóstico del Plan de Gestión Ambiental
Procomer	Promotora de Comercio Exterior
Progirh	Programa de Gestión Integrada del Recurso Hídrico
PSA	Pagos por Servicios Ambientales
Pymes	Pequeñas y Medianas Empresas
Pympa	Pequeño y Mediano Productor Agropecuario
RBLB	Reserva Biológica Lomas Barbudal
RTU	Remote Terminal Unit (Unidad de Transmisión Remota)
Senara	Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
Senas	Servicio Nacional de Aguas Subterráneas
Senasa	Servicio Nacional de Salud Animal
Sepesa	Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria
Setena	Secretaría Técnica Nacional Ambiental
SFE	Servicio Fitosanitario del Estado
SIA	Significancia de Impacto Ambiental
SIA	Sistema de Información Aduanera
Sicop	Sistema de Compras Públicas
Sifpima	Sistema Integrado Financiero del Programa Integral de Mercadeo Agropecuario
SIG	Sistemas de Información Geográfica
Sigrep	Sistema de Gestión de Residuos Peligrosos
SIMM	Sistema de Información de Mercados Mayoristas
Sinac	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
SIR	Sistema de Información Regulatoria
SNE	Servicio Nacional de Electricidad
SNIT	Sistema Nacional de Información Territorial
SPT	Standard Penetration Test (Ensayo de penetración estándar)
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos



TIR	Tasa Interna de Retorno
UCR	Universidad de Costa Rica
UGEP	Unidad Gestora del Proyecto PAACUME.
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
Usaid	Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
VAN	Valor Actual Neto
VAP	Viabilidad Ambiental Potencial

FICHA TÉCNICA

En esta ficha técnica se resume la información general sobre la naturaleza del proyecto que se presenta y es una descripción de los datos más relevantes orientados a dar a conocer los componentes del mismo y con ello justificar la factibilidad para su ejecución. Seguidamente se resume la siguiente información:

a) Nombre del proyecto: Proyecto de abastecimiento de agua para la cuenca media del río Tempisque y comunidades costeras (Paacume).

b) Descripción del proyecto: Este Proyecto representa una excelente iniciativa de aprovechamiento de las aguas del Sistema Hidroeléctrico Arenal, Dengo, Sandillal (Ardesa) en actividades productivas como la agricultura bajo riego, la producción agropecuaria bajo riego y el riego en desarrollos turísticos, así como para agua potable e incluso crea las condiciones para producir energía hidroeléctrica. Esto lleva implícito una gran oportunidad de crecimiento y desarrollo de la provincia de Guanacaste.

Para el proyecto se va a utilizar la infraestructura existente en el Distrito de Riego Arenal Tempisque (DRAT) para captación y conducción de agua; específicamente la presa Miguel Pablo Dengo (PMPD) y el Canal Oeste Tramo I. Además, se va a construir un Embalse en un área cercana al río Piedras, se va a ampliar y mejorar el Canal Oeste desde el río Piedras hasta el río Tempisque, y se van a construir redes de conducción y distribución en la margen derecha del río Tempisque. A partir del almacenamiento en el Embalse río Piedras, el proyecto permitirá abastecer de agua a una zona históricamente seca, que, por razones de variabilidad y cambio climático, ha aumentado su condición de sequía lo que limita la sostenibilidad y desincentiva el crecimiento socioeconómico de la región y por lo tanto del país en general (Senara, 2016).

Paacume está constituido por cuatro componentes; a saber: 1) el Embalse río Piedras (el cual incluye la automatización del sistema, la casa de máquinas, la presa y el Embalse propiamente dicho), 2) la ampliación del Canal Oeste, 3) la construcción de la red de distribución en la margen derecha del río Tempisque y 4) la propuesta de implementación de un plan de desarrollo para el área directa e indirectamente afectada por el proyecto que sería parte del Plan Estratégico del DRAT. El detalle de estos componentes se desarrolla en el Capítulo 4 de análisis técnico.

c) Sector a que pertenece: El Paacume, como proyecto de inversión pública se encuentra vinculado, según la clasificación establecida en el Decreto Ejecutivo N° 38536-MP-PLAN del Reglamento Orgánico del Poder Ejecutivo publicado el 25 de julio de 2014 (Anexo 1 1), al sector Desarrollo Agropecuario y Rural por su importancia e impacto en la seguridad alimentaria y el desarrollo social del área de influencia; así como al sector Ambiente, Energía, Mares y Ordenamiento Territorial por su valor como medida de adaptación al cambio climático y el efecto sobre la disponibilidad de agua

en la zona. No obstante, a nivel del Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 se incluyó solamente en el sector Ambiente, Energía, Mares y Ordenamiento Territorial.

d) Localización geográfica: El proyecto se encuentra ubicado en la región Chorotega, provincia de Guanacaste. Su área de influencia comprende los cantones de Bagaces, Carrillo, Santa Cruz y Nicoya. Sin embargo, el área de riego propuesta, solo cubre algunos distritos de los cantones de Carrillo, Santa Cruz y Nicoya (Tabla 1).

Tabla 1. Cantones en el área de influencia del proyecto

Cantón	Distrito
Nicoya	San Antonio
Santa Cruz	Santa Cruz
	Bolsón
	Cartagena
	Diriá
Carrillo	Filadelfia
	Palmira
	Belén
	Sardinal

e) Institución ejecutora: La Institución que fungirá como unidad ejecutora y que tendrá a cargo el proyecto es el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (Senara), institución autónoma creada mediante Ley N°6877 de julio de 1983 donde se le confían los siguientes objetivos en el artículo 2:

Fomentar el desarrollo agropecuario en el país, mediante el establecimiento y funcionamiento de sistemas de riego, avenamiento y protección contra inundaciones

Contribuir a desarrollar preferentemente aquellos proyectos de desarrollo agropecuario que se sustenten en una justa distribución de la tierra

Procurar que, en el territorio beneficiado por la creación de distritos de riego y avenamiento, se efectué una modificación racional y democrática en la propiedad de la tierra

El Senara ha sido Unidad Ejecutora de proyectos de infraestructura e investigación de gran envergadura en el país, como los casos de la construcción de la primera, segunda y tercera etapa del DRAT por un monto total de más de 60 millones de dólares provenientes del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y de inversión público privada, del Programa de Gestión Integrada del Recurso Hídrico (Progrih) por 35 millones de dólares provenientes del Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), el Proyecto Limón Ciudad Puerto (Proyecto sistema de control de

inundaciones en el área de Limoncito) por un monto cercano a los 22 millones de dólares provenientes del presupuesto nacional y del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) y BCIE y una serie de proyectos más en temas de drenaje, protección contra inundaciones e investigación hidrogeológica con recursos de diversas fuentes.

f) Unidad que elaboró el documento del Paacume: Los estudios de pre inversión del proyecto han sido elaborados por la Dirección de Ingeniería y Desarrollo de Proyectos (Indep) del Senara con apoyo de funcionarios del DRAT y la Unidad Gestora del PAACUME (UGEP). Indep supervisó los estudios realizados por contratación con el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) para el diseño del Embalse río Piedras y para el Estudio de Impacto Ambiental (EslA) del Proyecto y las consultorías concernientes a estudios específicos también supervisadas por la UGEP.

g) Beneficiarios del Proyecto: Con la construcción del conjunto de obras que comprende Paacume, se beneficiarán con riego tres cantones de la provincia de Guanacaste, a saber: Carrillo, Santa Cruz y Nicoya con un caudal promedio de 16,5 m³/s de agua. Adicionalmente, se destinará 2 m³/s de agua para consumo humano cuyo tratamiento y distribución estará a cargo del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA). Esto ayudará a resolver el déficit con un horizonte de 50 años de aproximadamente 500.000 personas. Finalmente, con 1,5 m³/s se espera dar riego a un área estimada en 1.213 hectáreas en el sector turístico. En todo este proceso de derivación de agua se mantiene un potencial de generar 7 MW por año en la presa que deberán ser administrados por un ente facultado.

En la Tabla 2 se refleja la proyección del crecimiento de la población en los tres cantones que se beneficiarán con el proyecto.

*Tabla 2. Proyección de la población del período 2016-2020
(por cantón y distrito)*

Cantón/Distrito	2016	2017	2018	2019	2020
Nicoya	54.396	54.958	55.512	56.053	56.591
Nicoya	25.727	25.971	26.216	26.454	26.693
Mansión	5.737	5.745	5.756	5.760	5.768
San Antonio	6.933	6.974	7.015	7.055	7.091
Quebrada Honda	2.565	2.573	2.579	2.580	2.587
Sámara	4.309	4.373	4.436	4.499	4.561
Nosara	6.241	6.405	6.559	6.720	6.873
Belén de Nosarita	2.884	2.917	2.951	2.985	3.018
Santa Cruz	64.118	65.345	66.561	67.758	68.939
Santa Cruz	25.739	26.134	26.518	26.901	27.278
Bolsón	1.977	2.010	2.047	2.081	2.113
Veintisiete de Abril	8.112	8.313	8.519	8.717	8.912

Cantón/Distrito	2016	2017	2018	2019	2020
Tempate	5.770	5.888	6.007	6.123	6.240
Cartagena	4.510	4.620	4.727	4.834	4.935
Cuajiniquil	2.285	2.350	2.416	2.476	2.543
Diriá	4.530	4.609	4.684	4.762	4.834
Cabo Velas	3.896	3.979	4.060	4.141	4.223
Tamarindo	7.299	7.442	7.583	7.723	7.861
Carrillo	42.325	43.251	44.157	45.047	45.939
Filadelfia	8.425	8.527	8.618	8.711	8.804
Palmira	5.986	6.144	6.296	6.445	6.594
Sardinal	17.720	18.119	18.517	18.909	19.296
Belén	10.194	10.461	10.726	10.982	11.245
Total	160.839	163.554	166.230	168.858	171.469

Fuente: INEC, 2017

Implementar nuevas áreas con riego supone una reforma significativa en el uso del suelo y la actividad productiva de los mismos, lo que podría inducir a una transformación en la tenencia de la tierra. Sin embargo, a partir de 1978, se inició con las compras de fincas por parte del Estado para llevar a cabo programas de redistribución de tierras para conformar asentamientos campesinos. Algunas de las fincas adquiridas fueron Paso Hondo, Tamarindo, Bagatzí, Coope Llanos de Cortés, La Falconiana y Las Sogas, entre otras (Villalta, 1994).

En la margen derecha del Tempisque, el Instituto de Desarrollo Rural (Inder) ha establecido asentamientos los cuales se presentan en la Tabla 3.

*Tabla 3. Asentamientos campesinos en la margen derecha del río Tempisque
(por cantón y distrito)*

Cantón	Distrito	Asentamiento
Nicoya	San Antonio	Ma. Virginia Gutiérrez, La Pavona, Moracia, Bac-Puerto Humo alias Bac-29524, Bac-Pozo Azul alias Bac-29564
Santa Cruz	Santa Cruz	Lagunilla, San Juan (Edwin Viales), San Juan (Donald Viales), Olan y Saúl Briceño, Ma. Paula Gutiérrez, Piedras Amarillas
	Bolsón	La Jacinta alias El Tendal, La Pavona, La Gloria
	Cartagena	Cartagena alias Emérito Bustos
	Diriá	Coope Bernabela, Espavelar, Montelimar (Coope Asab)
Carrillo	Filadelfia	Hacienda Filadelfia, Corralillos, Colonia La Esperanza
	Palmira	La Cascada (Monte Galán)
	Belén	Coope Belén, Hacienda Filadelfia, Río Cañas, La Piragua
	Sardinal	La Cascada (Monte Galán), La Experiencia, Coope Sardinal

Fuente: Inder

Los beneficiarios potenciales del proyecto están compuestos por la población general de la provincia de Guanacaste. La Encuesta Nacional de Hogares (Enaho) 2017, estimó la población para ese año en 377.241 habitantes, más la población flotante que está compuesta por el turismo nacional y extranjero estimándose en más de un millón de personas al año. A esto se le suma la población compuesta por trabajadores de diferentes empresas del sector turismo que permanecen entrando y saliendo del área.

El ICAA ha estimado que para el 2025 habrá una población, dentro del área del proyecto, equivalente a más de 220.000 habitantes como usuarios de los acueductos principales de la zona (Senara, 2006). Según Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), la población proyectada para el año 2025 en los cantones de Nicoya, Santa Cruz y Carrillo ascendería a 309.054 habitantes¹.

Agua potable para la población

Para suministrar los 2 m³/s para agua potable, el ICAA requiere que se construyan las obras de captación dentro de la red de distribución de agua que se establezca para el proyecto para que, a partir de allí, ellos ejecuten los proyectos que requiera para el tratamiento, conducción y distribución del agua potable, conforme con sus necesidades, a saber. Los sitios propuestos para la entrega del agua al ICAA son:

- Derivación zona Papagayo - El Coco - Filadelfia, para un caudal de 600 l/s
- Derivación zona Belén - Tamarindo - Brasilito, para un caudal de 800 l/s
- Derivación zona Santa Cruz, para un caudal de 300 l/s
- Derivación zona Nicoya, para un caudal de 300 l/s

Potencial de riego en zonas turísticas

La empresa Agrológico, especialista en riego de zonas verdes, indican que la demanda promedio por hectárea de jardines y zonas verdes es de 50 m³/ha/día (Q_{req}).

Para llevar riego a las zonas turísticas se estarán utilizando tres líneas presurizadas de distribución. Cada una con una capacidad de bombeo de 465 l/s, o sea un total de 1.395 l/s (Q_{bomba}). Si además de esto se considera que el bombeo estará funcionando por 12 horas/día, se puede calcular el área potencial (A_p) con la operación.

$A_p = Q_{bomba} \div Q_{req}$ donde;

$$Q_{bomba} = 1.395 \text{ l/s}$$

$$Q_{req} = 50 \text{ m}^3/\text{día} \div 12 \text{ horas} = 4,17 \text{ m}^3/\text{hora (o 1,15 l/s)}$$

¹ Disponible en: <http://www.inec.go.cr/poblacion/estimaciones-y-proyecciones-de-poblacion>

$$A_p = 1.395 \text{ l/s} \div 1,15 \text{ l/s}$$

$$A_p = 1.213 \text{ hectáreas}$$

En el año 2002, se registró el ingreso de 1.113.359 turistas. La tendencia al crecimiento es constante, ya que para el 2014, se duplicó el número de visitación al país con respecto al 2002. Los datos aportados por el Instituto Costarricense de Turismo (ICT), indican que la visitación al país es creciente pasando de 2.526.817 turistas en el 2014 a 2.959.869 en el 2017.

Riego para uso agrícola

En el área de riego se estaría beneficiando a todos los productores, correspondiendo a empresas grandes que ya existen como los ingenios azucareros y meloneras, donde se concentran las actividades productivas con mayor tecnología. Por otro lado, los productores medianos de caña de azúcar y ganadería principalmente, que también disponen de tierras de buena calidad y que se caracterizan por usar paquetes tecnológicos más específicos.

También se encuentran los pequeños productores, en su mayoría en los asentamientos campesinos como Hacienda Filadelfia, CoopeBelén, Los Molinos, La Cascada y Daniel Oduber, entre otros. Estos productores se dedican a actividades varias de acuerdo al mercado y, además, se caracterizan por demandar mayor apoyo por parte de las instituciones del sector agropecuario.

El área potencial de riego agropecuario se estima en 18.639 hectáreas en donde se podrían beneficiar 746 productores agropecuarios entre grandes, medianos y pequeños. La distribución de los propietarios por cantón se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4. Distribución de productores por cantón

Cantón	Número de beneficiarios
Nicoya	56
Santa Cruz	190
Carrillo	500
Total	746

Fuente: Senara, 2018

h) Costos totales de inversión del proyecto

Tabla 5. Resumen de costos totales de inversión del proyecto

Inversiones	Monto (US\$)
Indemnizaciones de terrenos ²	26.853.540,6
Embalse río Piedras	131.126.300,0
Construcción y ampliación de Canal Oeste	101.813.932,3
Red de distribución	114.813.853,6
Red Presurizada Turismo	32.540.164,6
Equipo para monitoreo aguas subterráneas	1.193.216,52
Plan de desarrollo	1.500.000,0
Plan de manejo áreas del Embalse	750.000,0
Plan de gestión ambiental	9.000.000,0
Estructura de ejecución del proyecto	5.774.211,0
Supervisión de obras y auditoría externa	11.808.827,5
Estudios previos a la construcción	3.057.015,26
Imprevistos y escalamiento de costos	17.566.226,48
Total de Inversiones	457.797.287,8

Fuente: Senara, 2018

i) **Posibles fuentes del financiamiento:** El Ministerio de Hacienda ha indicado al Senara que el potencial ente financiero para el Proyecto será el BCIE. Se requiere solicitarle al Ministerio de Planificación (Mideplan) el inicio de negociaciones con el BCIE para el financiamiento del proyecto por un monto total de US\$ 425 millones. En la Tabla 6 se muestran los detalles.

² Desde el 2019 al 2021 se han ejecutado \$3.979.150,28 en la compra de terrenos del embalse y del canal del oeste. En el Apartado 9.1 se realiza el análisis financiero del proyecto a partir del año 2022.

Tabla 6. Costos de inversión según fuente de financiamiento (en dólares)

Inversiones	Monto	Financiamiento	Contrapartida
Indemnizaciones de terrenos ²	26.853.540,6		26.853.540,6
Embalse río Piedras	131.126.300,0	131.126.300,0	
Construcción y ampliación de Canal Oeste	101.813.932,3	101.813.932,3	
Red de distribución	114.813.853,6	114.813.853,6	
Red Presurizada Turismo	32.540.164,6	32.540.164,6	
Equipo para monitoreo aguas subterráneas	1.193.216,52		1.193.216,52
Plan de desarrollo	1.500.000,0		1.500.000,0
Plan de manejo áreas del Embalse	750.000,0		750.000,0
Plan de gestión ambiental	9.000.000,0	9.000.000,0	
Estructura de ejecución del proyecto	5.774.211,0	3.274.211,0	2.500.000,0
Supervisión de obras y auditoría externa	11.808.827,5	11.808.827,5	
Estudios previos a la construcción	3.057.015,26	3.057.015,26	
Imprevistos y escalamiento de costos	17.566.226,48	17.566.226,48	
Total de Inversiones	457.797.287,8	425.000.530,7	32.796.757,1

Fuente: Senara, 2018

j) Cronograma del proyecto

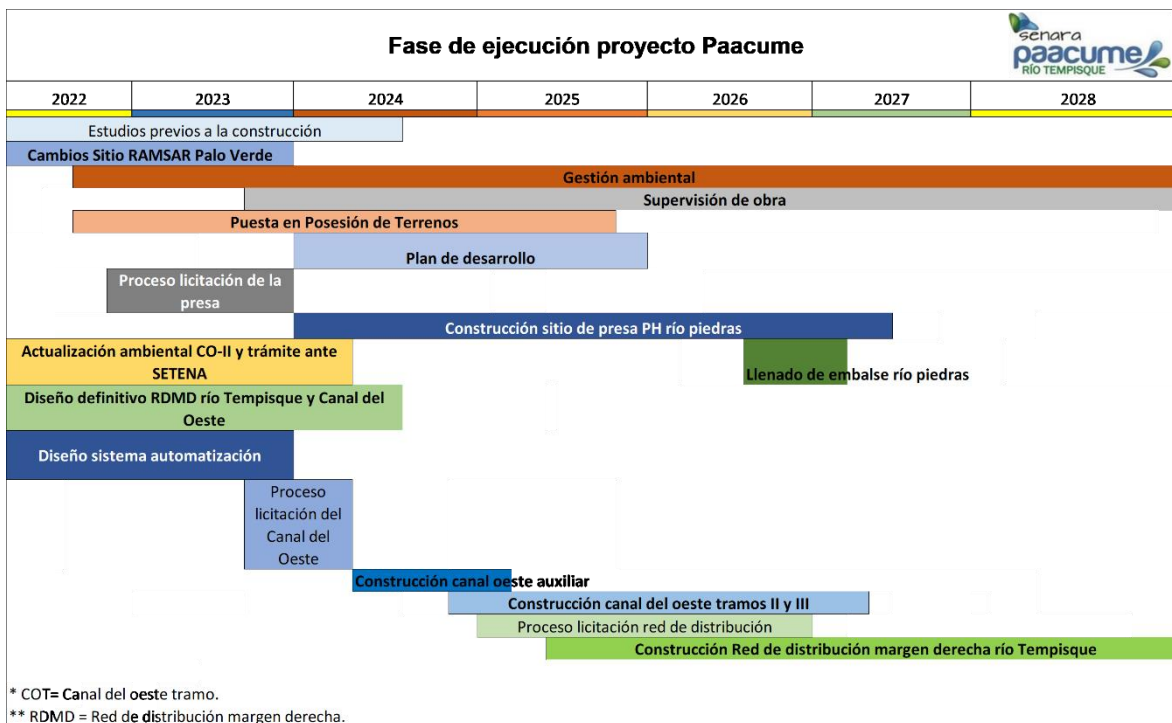


Ilustración 1. Resumen del cronograma del proyecto

(Ver cronograma detallado en Anexo 1 2)

k) **Principales restricciones y limitaciones:** En el año 2008 se emitió el Decreto N° 34678-MP-Minae-MAG **Declaratoria de interés público y conveniencia nacional el proyecto presa-Embalse regulatorio del Canal Oeste del Distrito de Riego Arenal-Tempisque, denominado también Embalse Piedras**, el cual apalanca aún más a Paacume (Anexo 1 2). Posteriormente, en el año 2015 el decreto ejecutivo N° 39145 del 25 de julio del 2015, declara de interés público el Programa Integral de Abastecimiento de Agua para Guanacaste (PIAAG), dentro del cual se encuentra el Paacume (Anexo 1 3).

Para la elaboración del informe técnico, con el fin de desafectar un área de 113 hectáreas de la Reserva Biológica Lomas Barbudal (RBLB), que serán inundadas con el Embalse río Piedras, en enero de 2016 se suscribió el convenio entre la Organización para Estudios Tropicales (OET) y el Senara, para la elaboración del **Establecimiento de la línea base de biodiversidad para la Reserva Biológica Lomas Barbudal y finca adyacente** finalizado en junio de 2017. El objetivo del informe, fue elaborar y definir la línea base de biodiversidad que permita determinar la integridad ecológica, relevancia y fragilidad de los ecosistemas presentes, así como la biodiversidad existente en el área de la RBLB a ser impactada directamente por el Embalse río Piedras.

A la vez, se efectúa un análisis comparativo entre un área de la RBLB, la cual va a ser inundada (113 hectáreas) y terrenos aledaños previamente seleccionados (189,30 hectáreas) que pertenecen a la finca Asetrek Tres Azul S.A. El objetivo del análisis es conocer las condiciones de similitud, factibilidad de utilizarse como zona de reemplazo y equivalencia ecológica. Es importante señalar que la finca en la que se realizó el estudio fue seleccionada por su relación de conectividad con la RBLB y del área del Embalse río Piedras, ya que es fundamental para el adecuado manejo y administración por parte del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (Sinac).

El estudio de línea base de biodiversidad estimó la necesidad de adquirir un área de 332 hectáreas para la compensación de 113 hectáreas dentro de la RBLB que se requieren para la construcción del Embalse en el río Piedras. Sin embargo, se hace la siguiente propuesta de áreas de compensación por adquirir para ser integradas a la RBLB:

1. De la finca Asetrek Tres Azul S.A.: 444,04 hectáreas
2. La totalidad de la Finca 3-101-734726 S.A.³: 80,20 hectáreas⁴
3. De la finca Hacienda Ciruelas SP S.A.: 25,00 hectáreas

En total, se propone la compra de 549,24 hectáreas que es 4,86 veces el área que se verá afectada en la RBLB. Cabe destacar que el área de la RBLB aumentará en 436,24

³ Anteriormente conocida como Brindis de Amor en Liberia S.A.

⁴ Se ajusta el área según Registro

hectáreas, es decir, la RBLB pasará de 2.645 hectáreas (según la OET), a un total de 3.081,24 hectáreas.

Una vez realizado el informe técnico correspondiente y presentados los documentos pertinentes, tal y como lo establece el artículo 71 y 72 del **Reglamento a la Ley de Biodiversidad N° 34433**, se remitieron, al Consejo Regional del Área de Conservación, correspondiente a la región Arenal Tempisque (Coracat). Después de ser analizados por este se remitieron al Consejo Nacional de Áreas de Conservación (Conac), para finalmente presentar el proyecto de ley ante la Asamblea Legislativa en donde fue denominado: **Ley para la modificación de límites de la Reserva Biológica Lomas Barbudal, para el desarrollo del Proyecto de Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del Río Tempisque y Comunidades Costeras**, bajo expediente N° 20.465, con el fin de obtener la aprobación mediante una ley de la República, según se estipula el artículo 38 de la Ley Orgánica del Ambiente N° 7554, que autorice la desafectación de área de la RBLB.

Uno de los principales problemas a los que se ha enfrentado el proyecto es el mal manejo de la información que se le ha entregado a la población de la zona de influencia del proyecto. Es frecuente, que se crea que las aguas a utilizar en el Embalse río Piedras provienen de fuentes de agua localizadas en el cantón de Bagaces, cuando en realidad se trata de embalsar los remanentes de agua proveniente del Embalse Arenal. Esta situación, se subsana con el proceso de comunicación que contempla el EsIA realizado por el ICE.

El EsIA contempla un plan de gestión para mitigar los potenciales efectos sobre la flora, fauna y comunidades de la zona de influencia del proyecto. En la etapa de estudio y construcción, las mejoras a realizar en el Canal Oeste tramo II y la construcción del Canal Oeste tramo III, implica el uso de espacios privados, de los cuales se debe contar con los permisos respectivos para la elaboración de estudios y posteriormente la adquisición de los mismos para la construcción de la infraestructura de riego. La carencia de este tipo de permisos limita y entorpece el proyecto; sin embargo, funcionarios del Senara se han dedicado a la consecución de los mismos para reducir el nivel de afectación.

De esta manera, Paacume se perfila como un proyecto de desarrollo generador de condiciones favorables para provincia de Guanacaste, por lo que, en la fase operativa se debe buscar la mejor coordinación y articulación de acciones institucionales y de gobernanza que garanticen la mayor y efectiva inclusión social para lograr los beneficios e impactos esperados.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático y las consecuencias que genera, han puesto en alerta al mundo entero, en especial a los países del trópico que serán los mayores afectados desde diferentes ámbitos. El nivel del mar está aumentando, los glaciares se están fundiendo y los regímenes de lluvias están cambiando. Los fenómenos meteorológicos extremos son cada vez más intensos y frecuentes.

El impacto del cambio climático es especialmente sentido en el ámbito del recurso hídrico. Es probable que la escasez de agua limite las oportunidades de crecimiento económico y la creación de puestos de trabajo de calidad en los próximos años y décadas. La mejor forma de prepararse es construyendo la infraestructura apropiada para gestionar y almacenar el agua.

Costa Rica es un país que ya sufre las consecuencias del cambio climático, pero se prevé una mayor incidencia del mismo, especialmente en ciertas áreas del país como el Pacífico Norte, específicamente una proporción muy alta de la provincia de Guanacaste que pertenece al Corredor Seco Centroamericano. La región Chorotega aporta una buena parte del desarrollo del país al ser una zona generadora de riqueza por medio de actividades como el turismo, la generación de energía, la producción agropecuaria y el manejo de áreas de protección. La amenaza por la disponibilidad del recurso hídrico se ha evidenciado en los años en donde se ha tenido influencia de fenómenos como El Niño o La Niña; no obstante, es claro que estos eventos se presentan cada vez con mayor frecuencia y eso hace la región vulnerable en materia de recurso hídrico.

El Estado costarricense ha respondido ante esta situación generando proyectos aislados en materia de generación de energía, agua potable, riego, entre otros; sin embargo, la situación actual de crecimiento de la población de la región, el incremento de la actividad terciaria, la necesidad de mantener la zona de producción con riego y proteger las áreas de conservación, han hecho necesaria una acción conjunta.

La puesta en ejecución por parte del gobierno de la República del Programa Integral de Abastecimiento de Agua para Guanacaste (PIAAG), ha venido a mejorar la visión completa sobre la situación del recurso hídrico en la región; agrupando una serie de iniciativas y generando arreglos institucionales para su implementación.

En el caso de Costa Rica, con el cambio climático y las variaciones en la estación lluviosa (que va de mayo a noviembre y es más fuerte en setiembre y octubre) se refuerza la necesidad de trabajar en el mejoramiento de la seguridad hídrica.

En este contexto el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (Senara), en el alcance de sus competencias, pretende brindar apoyo a través de proyectos de riego. Dentro de las tipologías de proyectos de riego se pueden

mencionar los que corresponden a la construcción de nuevas obras y los que representan ampliaciones y mejoras de la infraestructura existente.

En cuanto a tipologías de proyectos, se tienen:

Distrito de Riego: La Ley de creación del Senara N°6877, en su Artículo 17, establece que:

Se entienden por distritos de riego, avenamiento y control de inundaciones, las unidades físicas técnico-administrativas de carácter agropecuario, en las que existan o se vayan a realizar las obras necesarias para el riego y la conservación adecuada de las tierras en ella comprendidas, o bien; las obras que protejan contra inundaciones y aseguren el avenamiento de esas tierras, para efectos de lograr el mayor desarrollo agropecuario, económico y social de tales unidades agropecuarias. Se podrán crear distritos para más de uno de estos fines (p.c.5) (Anexo 1 4).

Por lo tanto, en un distrito de riego, avenamiento y control de inundaciones; se busca atender a un conjunto de usuarios, a los que Senara les brinda un servicio público con una tarifa asociada establecida por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (Aresep). Los desafíos en este ámbito son principalmente de reglamentación (ejemplo: deberes y derechos de los productores) y de fijación de tarifas asociadas a los planes de operación, mantención y modernización.

Proyectos de Riego: En Costa Rica, el Senara ha desarrollado el Programa Nacional de Riego en Pequeñas Areas (PAR), por medio del cual se ha implementado una gran cantidad de proyectos de pequeño riego que en este caso no son proyectos de Senara, sino de agricultores, agrupados en Sociedades de Usuarios de Agua, que administran el recurso. Senara los apoya en la capacitación, el diseño, en la supervisión de las obras, la coordinación con otras instituciones estatales y en la operación, en términos generales se constituye en una plataforma de soporte técnico y de análisis y propuestas de soluciones a las dificultades que surgen en la ejecución y operación de los proyectos.

El proyecto Paacume anteriormente conocido como **Agua para Guanacaste o Embalse río Piedras**, está incluido en el marco del PIAAG, creado por decreto ejecutivo N°38665-MP-Mideplan-Minae-MAG del 12 de noviembre de 2014. Paacume forma parte del eje de **Seguridad Alimentaria**.

Este proyecto, considera la utilización de las aguas del Embalse Arenal, para conducir las hasta un Embalse de almacenamiento y regulación en el río Piedras, y distribuir las en la margen derecha del río Tempisque para diferentes usos, tales como: agua potable, riego para producción agropecuaria, riego en proyectos turísticos, y potencialmente utilizada para generación hidroeléctrica en el sitio de la presa.

CAPITULO 1. FORMULACIÓN DEL PROYECTO

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se describe la formulación del proyecto incluyendo la identificación del problema y la búsqueda de soluciones alternativas. Para esto se utilizó la metodología del árbol de problemas. Esta metodología permitió ordenar el proceso de identificación del problema, su diagnóstico y el levantamiento de distintas alternativas de solución a nivel de ideas que se generan en las etapas iniciales de un proyecto.

1.1 Nombre del proyecto

Proyecto abastecimiento de agua para la cuenca media del río Tempisque y comunidades costeras

En adelante se denomina **Paacume** al proyecto abastecimiento de agua en la cuenca media del río Tempisque y comunidades costeras. Gráficamente se ha diseñado un logotipo que identificará el proyecto en las etapas posteriores y representa una decisión estratégica de posicionamiento del mismo tanto nacional como institucionalmente (Ilustración 1 1).



Ilustración 1 1. Logotipo del proyecto

1.2 Antecedentes

En el Plan Maestro del Proyecto de Riego de la Cuenca Baja del Tempisque (BEL Ingeniería S.A., 1978), se esbozó la idea de aprovechar la diferencia de nivel que se generaba entre la llegada y la salida del Canal Oeste al río Piedras para construir un Embalse de unos 75 millones de m³. Uno que permitiera almacenar agua del río Piedras de la época lluviosa para inyectar a los canales de riego en la época seca y regular el agua que se utiliza para riego a partir de dicho sitio.

Los estudios del Embalse río Piedras fueron ampliados en 1984 por el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (Senara), a través del Consorcio BEL-TAHAL. Este estudio reforzó la idea de utilizar el Embalse como almacenamiento y

regulación de las aguas provenientes de la Laguna Arenal que se estaban descargando al mar por no tener posibilidades de almacenamiento y regulación de dicha agua.

En el año 2002, atendiendo la solicitud del Gobierno de Costa Rica, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), elaboró el estudio de desarrollo rural de la cuenca media del río Tempisque⁵. Como parte de su estudio de factibilidad, se analizaron las 35.000 hectáreas de la cuenca media del río Tempisque, provincia de Guanacaste. Los objetivos eran: establecer un sistema agrícola bajo riego, aportar medidas de prevención de inundaciones locales y fomentar el desarrollo agrícola sostenible de los pequeños y medianos agricultores. Todo esto tomando las debidas consideraciones sobre el medio ambiente, especialmente las Áreas Silvestres Protegidas (ASP) ubicadas aguas arriba y abajo del río. Además de esto realizar la transferencia tecnológica al personal técnico de contraparte costarricense en la metodología del estudio de las diferentes especialidades incluidas en el Estudio. Por último, incluyen todos los procedimientos y enfoques de la planificación del desarrollo (JICA, 2002).

Posteriormente en el año 2006, en el marco de un convenio suscrito con el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA) y el Senara elaboraron el estudio técnico a nivel de pre factibilidad denominado **Incremento de la disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca del río Tempisque y zona costera de Guanacaste**. Esta propuesta técnica planteó la máxima utilización del recurso hídrico en la región Chorotega procurando identificar y analizar alternativas que permitan abastecer de agua potable y para riego a las comunidades, proyectos turísticos y zonas agrícolas ubicadas en la cuenca del río Tempisque y zona costera norte de la Península de Nicoya, proyectando los requerimientos estimados para los próximos 20 años (Senara-ICAA, 2006).

En el año 2008, el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), aprobó con fondos contingentes, el financiamiento al Senara para la elaboración del estudio de factibilidad y diseño preliminar para la construcción de la presa Embalse río Piedras. Este fue realizado por el consorcio empresarial SETECOOP-SOCOIN, que fue concluido en el primer trimestre de 2010 (Senara, 2016).

Con el Decreto Ejecutivo 38665-MP-MIDEPLAN-Minae-MAG (Anexo 1 5), del 12 de noviembre de 2014, se crea la Comisión de Alto Nivel, coordinada por el Ministro del Ministerio de Ambiente y Energía (Minae), y la Secretaría Técnica de la Comisión de Alto Nivel, coordinada por el Director de la Dirección de Aguas del Minae. Ambas se crearon para liderar el Programa Integral de Abastecimiento de Agua para Guanacaste (Pacífico Norte), denominado PIAAG, que contempla cuatro ejes principales, a saber:

⁵ http://open_jicareport.jica.go.jp/807/807/807_605_11705399.html

- a. **Seguridad hídrica para las comunidades:** Sistemas de ICAA y las Asociaciones administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados comunales (Asadas)
- b. **Seguridad alimentaria:** Incremento de la producción alimentaria con sistemas de riego a cargo del Senara
- c. **Necesidades de agua de los ecosistemas:** Promover la sostenibilidad de los ecosistemas
- d. **Gestión de aprovechamiento sostenible:** Mejorar el aprovechamiento del agua disponible en la provincia, con prioridad el agua subterránea

En el marco del PIAAG, el Senara planteó el Paacume con el fin de impulsar el proceso de pre inversión y posterior ejecución del mismo.

1.3 Identificación del Problema

A pesar de todos los recursos con que cuenta la región Chorotega y, su potencial para hacer un desarrollo social y económico sostenible donde se integren y generen oportunidades para la población, esto no se ha sido posible. Además, no se han podido orientar ni redireccionar, las acciones estatales y privadas, de manera que se genere el desarrollo esperado por todos sus habitantes.

Las causas de su poco desarrollo pueden ser muchas y variadas. Los obstáculos para que el desarrollo se genere con todo este potencial son tanto internos como externos a la región. Si se considera, según WWAP (2016), que el 80% de la generación de riqueza depende de contar con la cantidad, calidad y oportunidad del agua, podría decirse que la región presenta serias limitaciones de infraestructura para el suministro de agua para consumo humano y para riego. Esto es uno de los factores determinantes en la restricción del crecimiento de la región.

La precipitación promedio anual del Pacífico Norte es cercana a 1.750 mm, considerando tierras altas y bajas. En el resto de regiones climáticas de Costa Rica la precipitación promedio anual es de 3.150 mm (Mideplan, 2014). A pesar de tener una precipitación anual considerable, se tiene una distribución muy irregular. Empieza con escasa o nula precipitación entre los meses de diciembre a abril y sigue con una época de transición entre los meses de mayo y junio, con dos veranillos marcados, uno a finales de junio (veranillo de San Juan) y otro a mediados de julio (canícula). Luego es la época lluviosa de agosto a octubre donde se concentra la mayor cantidad de precipitación y antes de la transición a la época seca en el mes de noviembre.

A pesar de la baja oferta hídrica, históricamente Guanacaste se ha considerado como el granero del país al sostener una parte importante de la actividad agropecuaria nacional. La región continúa siendo una de las principales zonas productoras de arroz y genera aproximadamente el 45% del azúcar nacional, procesando más del 50% de la caña de azúcar. Adicionalmente, Guanacaste ha sido la principal zona productora de

melón. En la actividad pecuaria, concentra cerca del 30% del hato nacional de carne bovina y del 20% de leche (Senara, 2016).

La agricultura es principalmente de secano; sin embargo, a pesar de la presencia del Distrito de Riego Arenal Tempisque (DRAT) que abarca aproximadamente 30.000 hectáreas con riego durante todo el año; las actividades intensivas sustentan sus requerimientos hídricos a partir de fuentes superficiales y subterráneas; siendo la principal fuente superficial el río Tempisque. Cerca de un 40% del total de agua anual del río Tempisque está concesionada, pero la escorrentía se concentra en la época lluviosa (cerca del 72% de la escorrentía del Tempisque ocurre entre junio y noviembre). Los acuíferos principales de la margen derecha del río Tempisque y los costeros son utilizados también para consumo poblacional.

La ampliación del DRAT, con el conjunto de obras que se construirán a futuro, Paacume, tendrá un impacto en su área de influencia, donde se encuentran precisamente los acuíferos de Tempisque (margen derecha e izquierda) y el acuífero de río Cañas. Además, el proyecto tendrá un impacto en el uso de agua subterránea de todos los acuíferos localizados al oeste del área de influencia directa (acuífero de Santa Cruz, Nimboyes y costero).

En la Tabla 1.1 se presentan todos los acuíferos estudiados por Senara, para la zona de Guanacaste donde se indican los cálculos de balances hídricos, disponibilidad de agua subterránea y se indica si en este momento se está realizando monitoreo de niveles de agua subterránea. Además, se incluye el nivel de estudio.

Tabla 1.1. Resumen de las características de los acuíferos de la zona de Guanacaste

Acuífero	Recarga total (l/s)	Descargas (l/s)	Otras descargas (l/s)	Descarga total (l/s)	Disponible (l/s)	Rendimiento sostenible	Nivel de estudio	Monitoreo
Tempisque (margen derecha)	13.817,8	3.753	0	3.753	10.648,8	4.025,9	Alto	Sí
Tempisque (margen izquierda)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Medio	Sí (proceso)
Río Cañas	1854,4	473,8	0	473,8	1.380,6	ND	Bajo	No
Nimboyes	615,1	417,5	0	417,5	197,6	98,8	Alto	Sí
Río Andamojo	970,9	66,2	0	66,2	904,7	ND	Bajo	No
Cuenca Diríá	1.968,1	85,9	0	85,9	1.882,2	ND	Bajo	No
Potrero	432,5	132,5	0	132,5	300	173	Medio	Sí
Brasilito	186,6	147,5	0	147,5	39,1	74,6	Medio	Sí
Cuenca Pinilla	1097,2	158,8	0	158,8	938,5	ND	Medio	Sí
Cuenca Avellanas Junquillal	553,9	214,1	0	214,1	339,8	ND	Bajo	No

Acuífero	Recarga total (l/s)	Descargas (l/s)	Otras descargas (l/s)	Descarga total (l/s)	Disponible (l/s)	Rendimiento sostenible	Nivel de estudio	Monitoreo
Cuencas costeras sur Santa Cruz	3.378,7	238,5	0	238,5	3.140,1	ND	Bajo	No
Sardinal	1.100	440	0	440	660	440	Alto	Sí
Huacas Tamarindo	1.218,7	465,8	535,5	1.001,3	217,4	72	Medio	Sí
Montezuma (Cóbano)	459	142,9	0	142,9	316,1	183	Medio	No
Caimital-Potrero Nicoya	1.560,9	ND	ND	ND	ND	ND	Medio	Sí
Panamá	234,3	177	50,4	227,4	26,9	No hay disponibilidad	Alto	Sí
Arío	2.190	70	0	70	2.120	ND	Alto	Sí
Playas del Coco	182,1	37,7	165,1	202,8	-20,7	No hay disponibilidad	Medio	Sí
Sámara-Carrillo	2.170	121,1	0	121,1	2.049,9	ND	Bajo	Sí
		Hidrograma de pozos			ND	No Determinado		
		Balance de Humedad de suelos				Disponibilidad crítica		

Fuente: DIGH Senara, 2017

En la Ilustración 1 2, se muestran los acuíferos con estudios hidrogeológicos realizados por la Dirección de Investigación y Gestión Hídrica (DIGH) de Senara. Algunos se encuentran localizados en el área de influencia directa del proyecto.

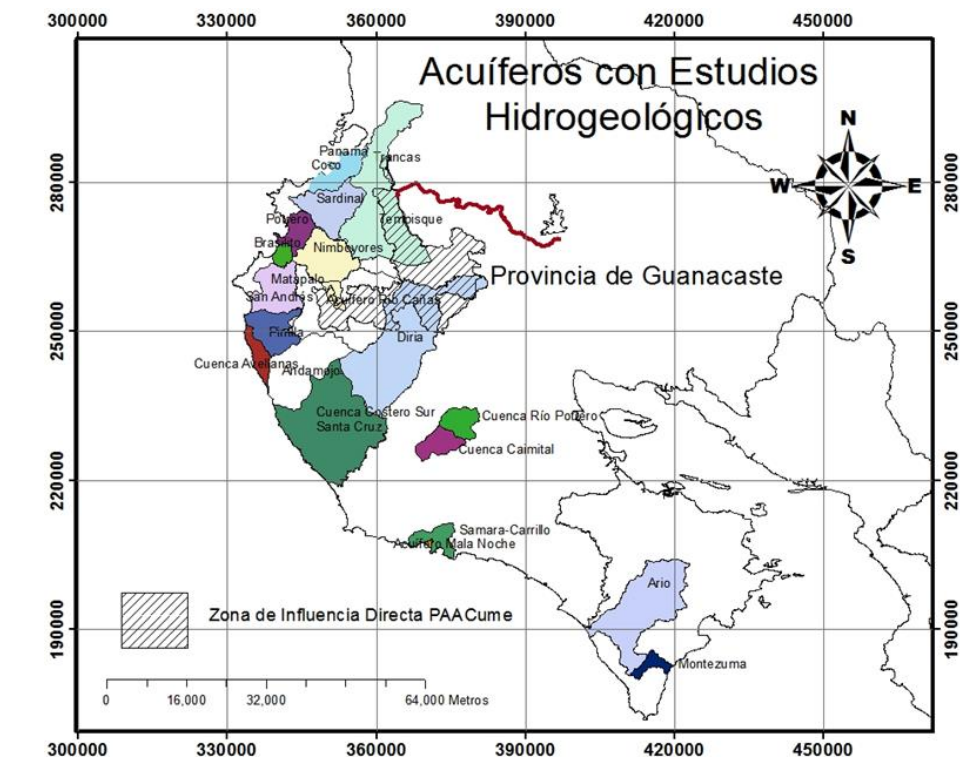


Ilustración 1 2. Acuíferos de la zona de Guanacaste

Para ampliar la información del estado actual y futuro de estos acuíferos, se debe realizar un monitoreo (espacio y tiempo) en la zona de influencia directa del Paacume, que servirá para controlar la cantidad y calidad de las aguas subterráneas en la etapa de construcción y operación del proyecto. Además, es un insumo fundamental para lograr una gestión sostenible y adecuada de las aguas subterráneas.

Acompañado al monitoreo de los acuíferos se realizará un proceso de gestión denominado Plan de Aprovechamiento Sostenible de Acuíferos (PAS). El objetivo de estos planes es desarrollar investigación en los acuíferos y generar propuestas de aprovechamiento sostenible en consenso entre el Senara y la población.

Sumado al déficit hídrico estacional, se encuentran elementos de tipo social. La provincia de Guanacaste, que se constituye para efectos de planificación en la región Chorotega, es la segunda más grande del país con una extensión de 10.140 km². Esto representa el 20% del territorio nacional, y cuenta con una densidad poblacional de apenas 37 habitantes por km².

La Encuesta Nacional de Hogares (Enaho) del año 2017, dice que la población es de 377.241 personas de las cuales, el 48,8% hombres y el 51,2% son mujeres. El total de viviendas habitadas es de 114.431, de las cuales, el 57,2% se encuentran en zonas urbanas y el 43,7% en zona rural.

La conjugación de dos factores, el climático y el social, desembocan en una condición de pobreza que puede revertirse a partir de la generación de actividades hidroproduktivas que conlleven un mejoramiento de las condiciones de vida de la población. En estas condiciones, la presión sobre el recurso hídrico es cada vez más grande, tanto por el agua superficial, considerando que los caudales del río Tempisque y de algunos de sus afluentes oscilan bastante entre verano e invierno. De igual manera, las aguas subterráneas se ven sometidas a una fuerte presión por la alta demanda en época seca. El uso ordenado de las aguas en la región Chorotega es un elemento coadyuvante para el desarrollo socioeconómico de la zona y del país en general.

La provincia de Guanacaste, presentó en el censo 2011 una tasa de desempleo abierto de 4,4% y una tasa de ocupación de 45,4%. Eso quiere decir que más del 50% de la población mayor a los 12 años se encontraba desempleada en ese año. Esto provocó que la región se catalogara como la segunda región más impactada por los niveles de pobreza severa (INEC, 2011).

Ahora bien, la Encuesta Continua de Empleo (ECE), arroja información con respecto a la población ocupada de la región Chorotega. El análisis interanual 2017-2018⁶ dice que la fuerza laboral ocupada creció un 2,16% para el período de referencia. En términos absolutos pasó de 141.240 personas ocupadas en el IV trimestre del 2017 a 144.360 personas en el I trimestre del 2018. Lo anterior, implica que hubo un mejoramiento en la tasa de ocupación⁷, la cual pasó de 49,5% al 50,3%, y la tasa de desempleo bajó del 12,5% al 11% en el primer trimestre 2018 (ECE, 2018).

Adicionalmente, la Enaho 2017, enuncia que la región Chorotega presentó una recomposición de la pobreza total con respecto al 2016. La misma pasa de 23,6% en el 2016 a un 22,4% en el 2017. Lo anterior, se estimó utilizando el método de línea de pobreza⁸. Esto quiere decir que, para ese año, unas 85.525 personas de la región Chorotega se encontraban en condición de pobreza. Con respecto a la pobreza extrema, únicamente la misma región presentó cambios estadísticamente significativos, ya que pasó de 8,6 % en el 2016 a 5,9 % en el 2017 (Enaho, 2017).

En el área de influencia del proyecto, el sector servicios es el que mayor mano de obra absorbe en los cantones de Nicoya, Santa Cruz y Carrillo. Con excepción del distrito de Bolsón, en el cual el sector primario es el que genera mayor tasa de ocupación laboral.

⁶ Compara el cuarto trimestre del 2017 y el primer trimestre 2018

⁷ Porcentaje de la población ocupada respecto a la población en edad de trabajar (personas de 15 años o más)

⁸ Línea de pobreza (LP): es el umbral establecido para clasificar un hogar como pobre o no pobre, representa el monto mínimo requerido para que una persona pueda satisfacer las necesidades básicas **alimentarias y no alimentarias**. Para su cálculo se requiere contar con el costo de una CBA y una estimación del costo de las necesidades básicas no alimentarias (INEC, 2017: Enaho)

En la Tabla 1 2 se presentan los datos relacionados a la población ocupada por cantón y por distrito según sector productivo.

Tabla 1 2. Porcentaje de población ocupada por cantón y distrito según sector productivo, 2011

	Sector primario	Sector secundario	Sector terciario
Nicoya	17,1	14,3	68,6
San Antonio	36,7	11,3	51,9
Santa Cruz	12,2	10,9	76,9
Santa Cruz	9,8	11,3	79,0
Bolsón	45,7	13,6	40,7
Cartagena	7,3	7,3	85,4
Diriá	18,0	10,5	71,6
Carrillo	13,8	15,5	70,6
Filadelfia	20,2	18,2	61,6
Palmira	14,8	21,7	63,5
Belén	14,5	14,6	70,9

Fuente: INEC, 2011

Según la ECE, el cuarto trimestre del 2017, el 13% del total de la fuerza de trabajo estaba empleada en el sector agropecuario. Es decir, el sector aportó a la misma 285.395 personas, mostrando una tendencia al crecimiento al registrar un aumento de un 7,2% con respecto al mismo período del 2016 (Sepsa, 2018)⁹.

Contrario al panorama de pobreza de la región Chorotega, ésta es una de las zonas que mayor desarrollo turístico ha experimentado. En sus costas se asientan los principales complejos hoteleros que existen en el país. Se estimó, en el año 2005, que la capacidad instalada en los hoteles de la zona del proyecto era para 140.812 personas en temporada alta y se proyectaba que para el año 2025 alcanzará las 230.900 personas (Senara, 2006). El auge del sector turístico ha puesto en evidencia el grave problema de la alta demanda de agua para consumo humano y labores relacionadas con la actividad, tales como el riego de jardines y canchas de golf, entre otros.

Paralelamente, el recurso más amenazado en la actualidad es el agua, debido principalmente a la sobreexplotación de los acuíferos para consumo humano, lo que adquiere característica aún más grave en las zonas turísticas por la amenaza de salinización de los pozos. Con la capacidad instalada en el 2005 la demanda promedio

⁹ www.sepsa.go.cr/docs/2018-007-Desempenno_Sector_Agro_2017.pdf

de agua potable se estimó en 570 l/s y con el crecimiento sostenido al 2025 alcanzaría los 935 l/s.

A partir de esta situación, el Senara en el ámbito de sus competencias, se centra en el análisis de la problemática que se genera a partir del evidente déficit hídrico en la región, por lo que propone incrementar la disponibilidad de agua en la margen derecha de la cuenca media del río Tempisque mediante la ampliación de la cobertura del DRAT, utilizando las aguas turbinadas del Sistema Hidroeléctrico Arenal, Dengo, Sandillal (Ardesa), lo cual representa una gran oportunidad para promover el desarrollo socio económico de la provincia de Guanacaste. La Ilustración 1 3 muestra problemas, causas y efectos del área de influencia del proyecto, a partir del cual se genera un modelo de relaciones causales en torno a la condición actual.

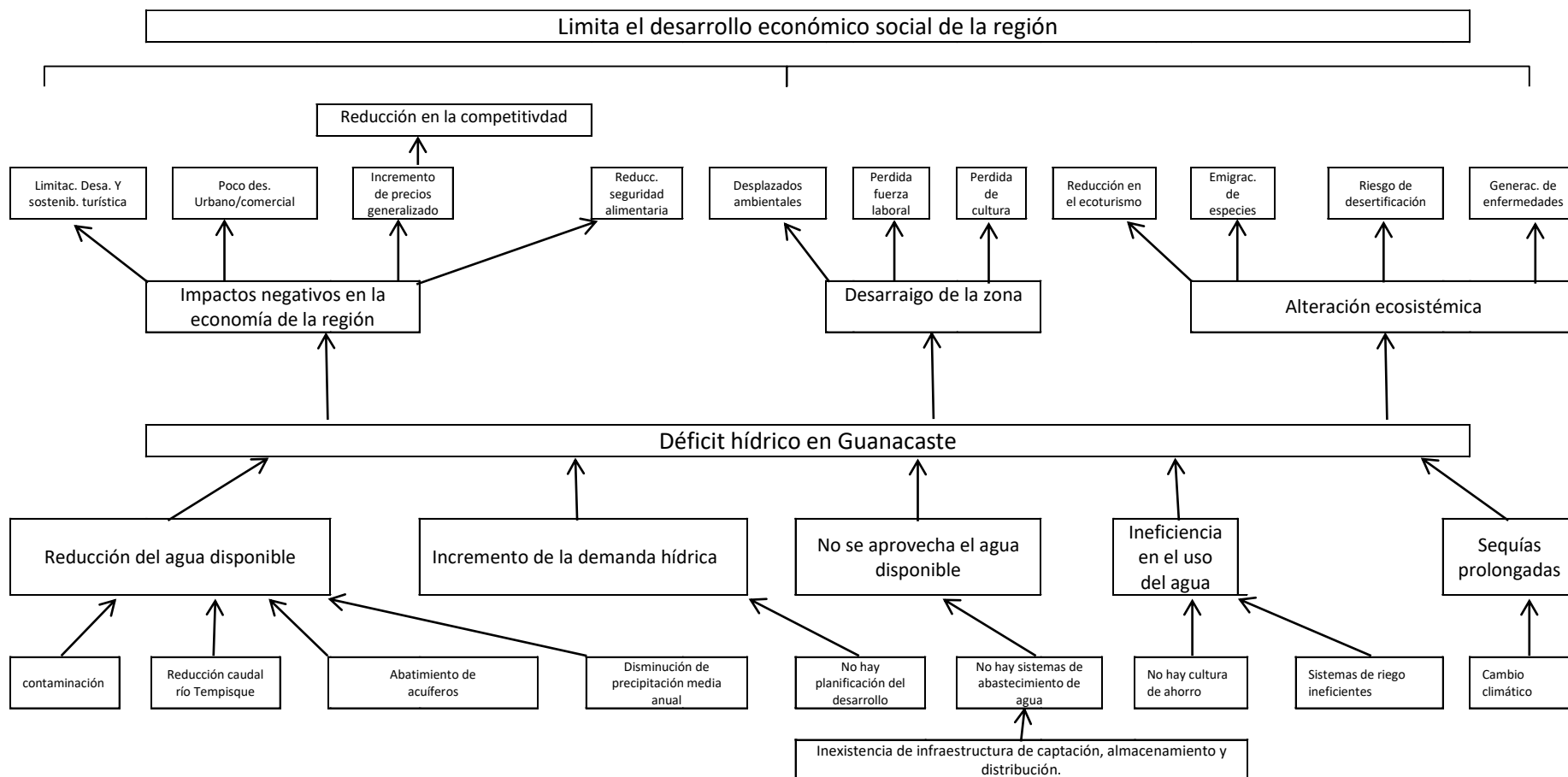


Ilustración 1 3. Árbol de problemas sobre la situación del déficit hídrico en Guanacaste

1.4 Optimización de la situación base

Las condiciones climáticas imperantes en la provincia de Guanacaste, caracterizada por el déficit hídrico, limitan enormemente el desarrollo de actividades productivas que podrían tener un gran impacto sobre las condiciones socioeconómicas de la población. En la actualidad no se identifican otras alternativas que resuelvan, de manera directa e integral, el problema del déficit hídrico en Guanacaste. Esta condición obedece a un comportamiento que trasciende el ámbito local y regional, por lo que no es posible concebir una propuesta que por sí sola logre paliar de manera total y definitiva esta problemática.

En el caso de la zona de impacto directo del proyecto las principales fuentes de abastecimiento de agua para uso agropecuario están constituidas por fuentes superficiales y subterráneas. En el caso específico de las fuentes superficiales, tal como se menciona en el Apartado 1.3 del presente documento, la oferta actual de agua concesionada para riego es de 5.032 l/s. Esta resulta insuficiente inclusive para cubrir la demanda actual. Por lo tanto, las fuentes de agua superficial del área del proyecto, actualmente no representan una alternativa de solución que permita paliar el déficit hídrico que presenta la región.

El déficit hídrico es la falta o escasez de agua, por lo que el concepto está muy relacionado con la sequía o la escasez hídrica. Aunque el uso de estos tres vocablos, son utilizados para hablar del tema hídrico, los tres conceptos son diferentes, de aquí que se toma la definición de los tres:

4. **Déficit hídrico:** es aquella situación en la que el agua disponible no es suficiente para satisfacer la demanda.
5. **Escasez hídrica:** es un evento natural en el que un río o una zona posee menor cantidad de agua que la esperada por promedios históricos en un año determinado. Es decir, son oscilaciones naturales de la cantidad de agua disponible que varía principalmente por retraso en deshielos u otras causas naturales.
6. **Sequía:** es aquella situación en la que existe un déficit hídrico suficiente que provoca daño en la vegetación y limita la producción de los suelos de la zona.

Al respecto, una alternativa de solución parcial al problema podría ser la construcción de embalses que permitan captar parte de la esorrentía de invierno en diferentes ríos de la provincia de Guanacaste. Para ello, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), a petición del Senara, realizó en junio del 2016, un estudio de identificación de posibles embalses en la provincia de Guanacaste para determinar otras alternativas que permitieran optimizar la situación actual.

Este estudio identificó algunos sitios potenciales de embalses, sin embargo, estos no se encuentran dentro del área del proyecto e inclusive su capacidad de almacenamiento se estima insuficiente para abarcar las áreas que se podrían

abastecer con el Paacume. Además, que para determinar la factibilidad de su implementación se requiere realizar mayores estudios que verifiquen la disponibilidad suficiente del recurso hídrico, llevándolos hasta el nivel de factibilidad, además, de trabajar su viabilidad ambiental y social. Por esta razón se determinó que en la actualidad el Paacume es la opción más viable para enfrentar el problema de la sequía en el mediano plazo. No obstante, se realizarán los estudios necesarios de los embalses como opciones complementarias al Paacume para la provincia en general (ICE, 2016).

1.5 Alternativas de Solución

Como se mencionó anteriormente, en el año 2002, la JICA elaboró el Estudio de desarrollo rural de la cuenca media del río Tempisque, donde se analizaron las 35.000 hectáreas de la cuenca media del río Tempisque, provincia de Guanacaste. Los objetivos eran: establecer un sistema agrícola bajo riego, aportar medidas de prevención de inundaciones locales y fomentar el desarrollo agrícola sostenible de los pequeños y medianos agricultores. Todo esto tomando las debidas consideraciones sobre el medio ambiente, especialmente las ASP ubicados aguas arriba y abajo del río (JICA, 2002).

En el año 2006, el Senara y el ICAA suscribieron el convenio para elaborar una propuesta técnica a nivel de Prefactibilidad denominada **Incremento de la disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca del río Tempisque y zona costera de Guanacaste**. Esta se planteó como objetivos identificar y analizar alternativas que permitan abastecer de agua potable y para riego a las comunidades, proyectos turísticos y zonas agrícolas ubicadas en la cuenca del río Tempisque y zona costera norte de la Península de Nicoya, proyectando los requerimientos para los próximos 20 años. De este estudio se obtuvieron las siguientes propuestas potenciales de abastecimiento de agua para la provincia de Guanacaste:

1.5.1 Traslase Orosí

Consiste en realizar una captación en el sector noreste del volcán Orosí, seleccionando uno de dos posibles sitios en las cotas 400 ms.n.m. o en la cota 600 ms.n.m. Siguiendo estas curvas, mediante la construcción de un canal se podrían captar en su orden de norte a sur, el río Mena, las Quebradas Salazar, Romero, Ruíz, Trigal, Seca, Cote, el río Sábalo y las quebradas Pedregal y Yegüitas.

Se determinó que el mayor aporte del escurrimiento en este sector Orosí está dado por los ríos Sábalo y Mena que se encuentran en los extremos opuestos del trayecto. Los restantes aportes son muy bajos con valores menores a los 100 l/s durante la mayor parte del año. De acuerdo con las valoraciones realizadas durante la época seca, el escurrimiento total de los ríos en este sector es menor a los 1 m³/s, por lo que en este momento no se considera una opción viable.

1.5.2 Traspase Dos Ríos

Con esta opción se pretende captar agua de varios ríos y quebradas que drenan hacia la Vertiente Norte en la zona de Dos Ríos de Upala y trasvasarla a la cuenca del río Tempisque en Guanacaste. Se estima una longitud de 12 kilómetros de canal siguiendo la cota 600 ms.n.m.

En el Sector Dos Ríos el mayor aporte lo hace el río Azul que se encuentra contaminado con minerales tóxicos que limitan la utilización de sus aguas tanto para consumo humano como para agricultura. Además, es el río que se encuentra más retirado del sitio de descarga. Por estas razones se considera un proyecto para el mediano o largo plazo, mientras se define claramente la condición de las aguas del río Azul y se realizan más valoraciones de escurrimiento que sirvan para confirmar los posibles aportes durante la época seca.

1.5.3 Traspase Santa María

Consiste en aumentar el área de captación por medio de la ampliación y rehabilitación del canal ya existente. Esto para reforzar la actual fuente de abastecimiento de agua para la ciudad de Liberia.

La expectativa era captar el agua de varios ríos y quebradas que discurren por el pie de monte del volcán Rincón de la Vieja hacia la subvertiente Norte, trasvasando aguas que incluyen el río Jalapiedras en la cota 900 ms.n.m. hasta el cauce de la Quebrada Gutiérrez. En este sitio inicia el tramo de canal utilizado en la actualidad y permite conectarse con el canal conocido como CNP y de ahí al río Liberia. La longitud del canal para el trasvase se estima en 12 kilómetros.

El máximo aporte esperado del río Jalapiedras sería de 1 m³/s, con un costo económico y ambiental muy elevado, ya que el canal transitaría por un área de parque con suelos muy inestables y de pendiente muy fuerte que sugieren un elevado costo de mantenimiento de obras. En este sector, tanto la Municipalidad de Liberia como el Club de Leones de dicha comunidad han mostrado mucho interés en desarrollarlo como un producto local con sus propios objetivos. Debido a estas razones y a los altos costos económicos y ambientales, no se considera viable.

1.5.4 Presa La Cueva

Con este proyecto se consideró la construcción de una presa sobre el río Tempisque en el sitio conocido como La Cueva. Allí se pretende hacer un aprovechamiento del recurso hídrico, que permita beneficiar una mayor cantidad de pequeños y medianos productores de la zona, tanto para el uso agrícola como para el consumo doméstico. La presa permitiría el riego de 7.000 hectáreas en el sector de Zapandí Norte, zonas verdes hoteleras y el suministro de agua potable para los desarrollos turísticos ubicados desde el Golfo de Papagayo hasta Ocotol y comunidades aledañas.

Adicionalmente, se esperaba que la adecuada operación del Embalse, amortigüe en parte las inundaciones que con frecuencia se presentan en la cuenca baja del Tempisque.

Esta presa presenta algunos problemas importantes para su implementación, como, por ejemplo, que se inundaría un área importante con protección ambiental. Además, se tendrían que reubicar el poblado de Irigaray y un tramo de la carretera interamericana, aunado al hecho de problemas de carácter ambiental en su funcionamiento. Dada la poca profundidad del Embalse en relación con la gran área inundada, se descarta como opción prioritaria en este momento.

1.5.5 Paacume

La opción es tomar las aguas provenientes del Embalse Arenal y remanentes del DRAT, y llevarlas por infraestructura existente hasta el Embalse en el río Piedras. Luego conducir las hasta la margen derecha del río Tempisque y distribuir las en importantes zonas de vocación agropecuaria en 18.639 hectáreas, riego de zonas verdes hoteleras para desarrollos turísticos ubicados desde el Golfo de Papagayo hasta Pinilla y los acueductos en los cantones de Carrillo, Santa Cruz y Nicoya, para suministro de agua potable. Además de esto existe la posibilidad de generación de energía eléctrica en el Embalse río Piedras. Es por esto que Paacume se convierte en la mejor opción de solución para el suministro de agua para varios usos y de una forma sostenible.

1.6 Selección de alternativa de solución

Se plantea como la mejor alternativa para desarrollar en el marco de atención al problema del déficit hídrico estacional en la provincia de Guanacaste, la ejecución del proyecto denominado: **Proyecto de abastecimiento de agua para la cuenca media del río Tempisque y comunidades costeras (Paacume)**. Paacume consiste en la construcción de un Embalse de almacenamiento y regulación en el río Piedras para aprovechar las aguas del Sistema Hidroeléctrico Ardesa y conducirla hasta la margen derecha del río Tempisque para suministro de agua potable, riego agropecuario y en desarrollos turísticos en los cantones de Carrillo, Santa Cruz y Nicoya. Importante resaltar que con este proyecto se abastecería de agua potable a unas 500.000 personas en un horizonte de 50 años.

Con esta alternativa de solución al problema del déficit hídrico para la cuenca media del río Tempisque se lograría mejorar el desarrollo socioeconómico de la provincia de Guanacaste. Esto gracias al progreso de aspectos como los que se citan en la Ilustración 1 4. Allí se muestra un árbol de objetivos, donde se postulan los beneficios sociales, ambientales y económicos en el área de influencia del proyecto.

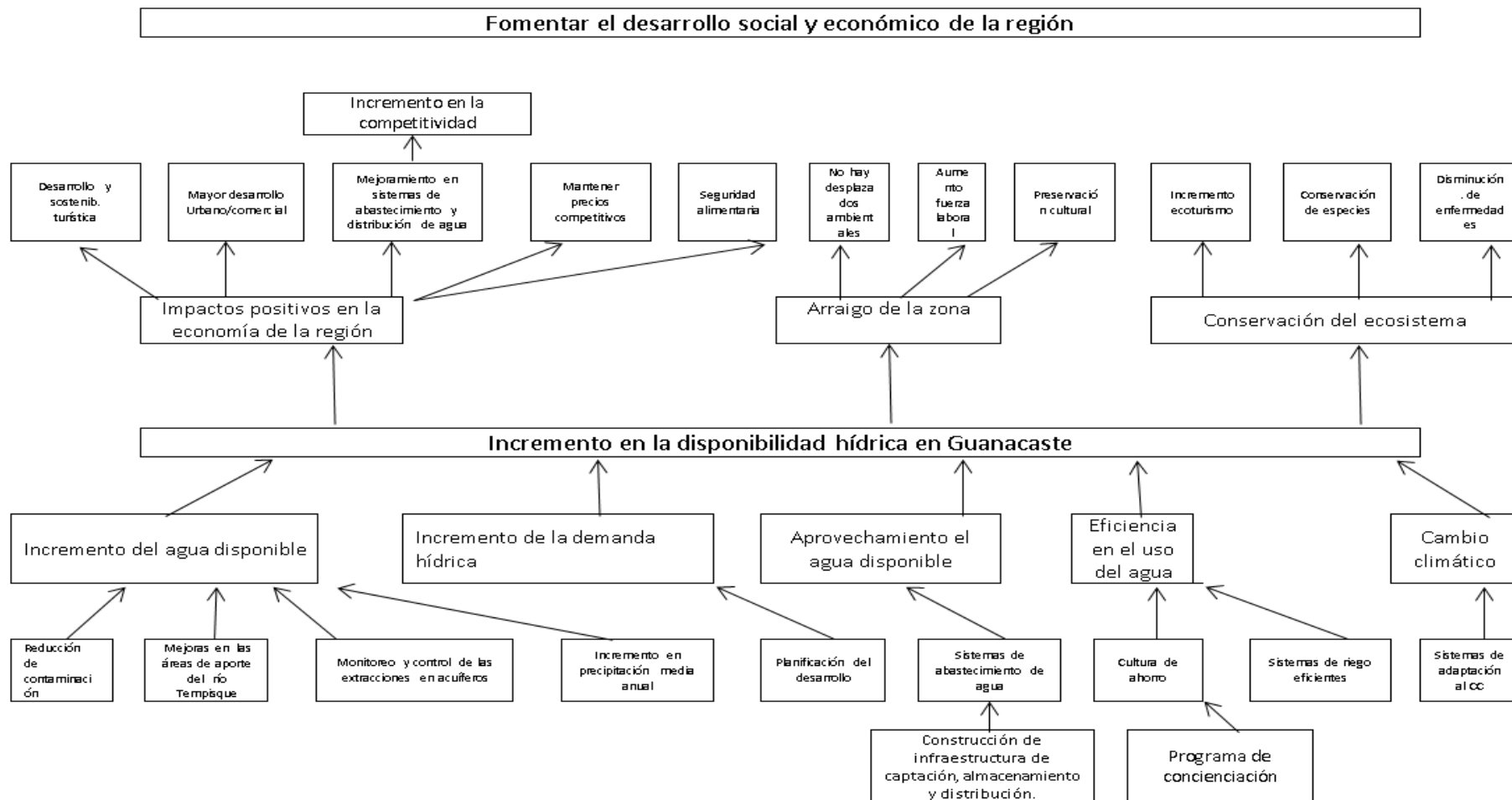


Ilustración 1 4. Árbol de ideas sobre cómo lograr incremento de la disponibilidad hídrica en Guanacaste

1.7 Objetivos del proyecto

1.7.1 Objetivo general

Incrementar la disponibilidad del agua en la margen derecha del río Tempisque mediante la construcción de obras de infraestructura que permitan un mejor aprovechamiento del agua y un aumento en el desarrollo socioeconómico de la región y su adaptación al cambio climático.

1.7.2 Objetivos específicos del proyecto

- Estimular la inclusión social y territorial de la región mediante la generación de oportunidades que den acceso a la población a la actividad productiva y la satisfacción de sus necesidades hídricas.
- Disminuir el uso del agua extraída de los acuíferos y de las fuentes superficiales del área de influencia del proyecto para actividades agropecuarias, por agua proveniente del proyecto, contribuyendo así a la sostenibilidad y preservación de las fuentes de agua.
- Reducir la brecha existente entre oferta y demanda de agua para los diferentes usos: agua potable, riego para producción agropecuaria y riego de áreas verdes en proyectos turísticos, con la posibilidad de obtener como externalidad positiva la generación de energía hidroeléctrica.
- Aumentar la eficiencia en el aprovechamiento del agua, mediante el estímulo de prácticas culturales y tecnológicas, basadas en el uso óptimo del recurso.

1.8 Resultados esperados

De acuerdo con los objetivos planteados, se contemplaron cuatro grandes dimensiones del proyecto que se presentan en la Tabla 1 3.

Tabla 1 3. Dimensiones del proyecto

Dimensiones del proyecto			
Inclusión Social y Territorial	Provisión Confiable	Cultura Hídrica	Gestión del Agua

Con estas dimensiones y objetivos del proyecto, se establecen las grandes acciones que conllevan a la elaboración de una cadena de resultados del proyecto o de generación de valor como la que se muestra en la Tabla 1 4.

Tabla 1 4. Cadena de resultados del proyecto

Insumos	Acciones	Producto / servicio	Aprovechamiento del producto	Efectos	Impacto
1. Productores 2. Instituciones 3. Recursos financieros 4. Recursos Humanos 5. Recursos tecnológicos 6. Recursos institucionales 7. Conocimiento	Elaborar los estudios técnicos y ambientales para la captación, almacenamiento, conducción y distribución de agua proveniente del Sistema hidroeléctrico Ardesa, para ser utilizada en la margen derecha del río Tempisque y comunidades costeras	1. Servicio de riego para producción agropecuaria 2. Agua para consumo humano 3. Servicio de riego para áreas verdes en proyectos turísticos 4. Potencial generación de energía hidroeléctrica	Mejor aprovechamiento del agua mediante el aumento de la eficiencia, equidad, sostenibilidad y eficacia	Generación de oportunidades, para acceder a la actividad productiva y satisfacción de las necesidades hídricas de la población	Desarrollo socioeconómico sostenible
	Elaborar un plan de desarrollo para la región beneficiada del proyecto que estimule el desarrollo socioeconómico en la provincia de Guanacaste		Estímulo de prácticas culturales y tecnológicas basadas en el uso óptimo del recurso	Disminución del agua extraída de los acuíferos y de las fuentes superficiales del área de influencia del proyecto para actividades agropecuarias	Sostenibilidad y preservación de las fuentes de agua
	Construir obras de infraestructura de captación, almacenamiento, conducción y distribución del agua, para ser utilizada en: agua potable, riego para producción agropecuaria y áreas verdes en zonas turísticas, además esta infraestructura tiene el potencial de aprovechamiento para la generación de energía hidroeléctrica.		Aumento en la eficiencia en el aprovechamiento del agua	Reducir brecha existente entre oferta y demanda de agua para los diferentes usos: agua potable, riego para producción agropecuaria, riego de áreas verdes en proyectos turísticos	
	Crear estructura orgánica y funcional enfocada en la administración y gestión del agua				
	Gestionar el financiamiento para pre inversión y				



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río
Tempisque y Comunidades Costeras

Insumos	Acciones	Producto / servicio	Aprovechamiento del producto	Efectos	Impacto
	ejecución del proyecto				

1.9 Vinculación con políticas, planes y estrategias de desarrollo

El PIAAG está contemplado en el Plan Nacional de Desarrollo y de inversión pública del Bicentenario 2019 – 2022 para lograr el desarrollo territorial como intervención estratégica del sector de Ambiente, Energía, Mares y en el Plan Nacional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (PNGIRH 2008-2030), ambos bajo la Rectoría del ministro de Ambiente y Energía.

Con el Decreto Ejecutivo 38665-MP-Mideplan-MAG, del 12 de noviembre del 2014, se crea la Comisión de Alto Nivel (coordinada por el ministro del Minae), así como la Secretaría Técnica de la Comisión de Alto Nivel (coordinada por el director de la Dirección de Aguas del Minae) para el PIAAG, que contempla 4 ejes principales, a saber:

- **Seguridad hídrica para las comunidades:** Sistemas de ICAA y las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (Asadas)
- **Seguridad Alimentaria:** Incremento de la producción alimentaria con sistemas de riego a cargo del Senara
- **Necesidades de agua de los ecosistemas:** Promover la sostenibilidad de los ecosistemas
- **Gestión de aprovechamiento sostenible:** Mejorar el aprovechamiento del agua disponible en la provincia, con prioridad el agua subterránea

Dentro del PIAAG, instituciones como el Senara, el ICAA y la misma Dirección de Aguas del Minae, incorporan los proyectos específicos que se van a desarrollar, de tal forma que sean considerados dentro del planeamiento general que se está realizando. En el eje correspondiente a seguridad alimentaria, el Senara tiene incorporado el Paacume, anteriormente conocido como **Agua para Guanacaste o Embalse río Piedras**.

Mediante los Decretos Ejecutivos N°34678-MP-Minae-MAG, N°34679-MP-Minae y 34677-MP-MAG-Minae, fueron declarados de interés público y conveniencia nacional los proyectos denominados **Presa-Embalse regulatorio del Canal Oeste del Distrito de Riego Arenal-Tempisque, identificado como Embalse Piedras**, el de **Abastecimiento de Agua Potable para la Margen Occidental del río Tempisque a partir del Sistema Arenal y la Presa Embalse La Cueva**.

1.10 Determinación del área de influencia

El área de impacto directo del proyecto se ha estimado en aproximadamente 40.000 hectáreas, que corresponde al área con características de elevación menor a 30 ms.n.m. y pendientes menores al 15%, que son los parámetros básicos que se han definido para la selección del área de riego agropecuario. Adicionalmente se pretende suplir la demanda de agua potable a unos 500.000 habitantes en los cantones de Santa Cruz, Carrillo y Nicoya, y abastecer unas 1.213 hectáreas para riego en zonas hoteleras en los mismos cantones.

1.10.1 Ubicación de la población afectada

En general la afectación de la población por déficit hídrico estacional se da en una gran parte de la región Chorotega. Por condiciones topográficas y disponibilidad de agua, se podrá poner bajo riego al inicio del proyecto, al menos, 17.000 hectáreas localizadas en los cantones de Carrillo, Santa Cruz y Nicoya. Así como suplir la demanda de agua potable a unas 500.000 personas aproximadamente en un horizonte de 50 años y abastecer 1.213 hectáreas para riego en zonas hoteleras. Posterior a los 3 años, se presume que la eficiencia de riego aumente, por lo tanto, se espera que el área de riego se incremente para llegar a cubrir, al menos 18.639 hectáreas distribuidas en los tres cantones mencionados.

1.10.2 Condiciones de accesibilidad

Las obras de Paacume se distribuyen en varios cantones guanacastecos. El Embalse y parte del canal Oeste se ubican en el cantón de Bagaces y la red de distribución recorre los cantones de Carrillo, Santa Cruz y Nicoya.

El acceso a todos esos cantones se hace por medio de rutas nacionales. La ruta nacional N°1 permite el desplazamiento hasta el cantón de Bagaces y continuando hasta la ciudad de Liberia se debe tomar la ruta 21, que llega a los cantones de Carrillo, Santa Cruz y Nicoya. Estas rutas están en asfalto y concreto en perfecto estado. Para efectos prácticos se identificará como zona A. Para estos últimos cantones existe otra ruta de acceso: por la ruta 1 hasta la población de Limonal de Abangares se desvía por la ruta 18 (puente La Amistad) y hasta el empalme de la ruta 21 nuevamente, en sentido Nandayure-Libera se accede a la mayoría de las áreas de riego de Paacume, la cual se denominará zona B. Estas carreteras se encuentran asfaltadas en buen estado.

En la zona A (Bagaces y comunidades) se cuentan con buena red vial. En la cabecera del distrito está en buenas condiciones al estar asfaltada y con señalización vial vertical y horizontal en algunos sectores. En otros tramos hay escasez de la misma. El resto de las vías que conectan las comunidades del área, están lastreadas y en regular estado (ICE, 2017).

En la zona B, los distritos de Filadelfia, Palmira y Sardinal, en los que se consideran centros poblacionales de las ciudades, las carreteras se encuentran de regular a buen estado, manteniendo áreas de lastre y otras con asfalto. En el caso específico del cantón de Santa Cruz, este cantón cuenta con una red vial de 207,3 kilómetros. El 57% de esas vías se encuentran en lastre y tierra (ICE, 2017). Para la operación y mantenimiento de todas las obras, se contará con un camino de servicio al lado de los canales.

Se propone desarrollar una red de caminos con el propósito de cubrir toda el área de riego y de esta forma asegurar el acceso a toda la infraestructura de riego, permitiendo de esta manera una eficiente operación y mantenimiento del sistema (Senara, 2017).

1.10.3 Condiciones socioeconómicas de la población afectada

La provincia de Guanacaste presentó en el censo 2011 una tasa de desempleo abierto de 4,4% y una tasa de ocupación de 45,4%. Eso quiere decir que más del 50% de la población mayor a los 12 años se encontraba desempleada en ese año. Esto provocó que la región se catalogara como la segunda región más impactada por los niveles de pobreza severa (INEC, 2011).

Según la Enaho 2015, tiene una población de 365.778 personas, de las cuales, se estima que el 27% de los hogares de la región se encuentran en condiciones de pobreza. En la Enaho 2016, la región Chorotega ocupa la segunda posición respecto al ingreso promedio por hogar con ₡818.116 mensuales y ₡299.800 per cápita. Esta misma fuente revela que el 76,4% es considerada no pobre y el 23,6% se encuentra en condiciones de pobreza y un 8,6% está en condiciones de pobreza extrema¹⁰, o sea, unas 37.681 personas viven en esa condición (método línea de pobreza).

Con respecto al año anterior, se presentan disminuciones significativas en el porcentaje de hogares pobres en las regiones Brunca y Chorotega, en 4,2% y 3,4 %, respectivamente. De esta forma el porcentaje de hogares pobres en la región Chorotega varía de 23,6% a 27,0% con lo cual permanece como la segunda región con menor pobreza, después de la Región Central, lugar que llegó a ocupar a partir del año 2015.

1.10.4 Características administrativas e institucionales

El área de influencia del proyecto corresponde a los cantones de Carrillo, Santa Cruz y Nicoya. Ante esta situación, el Senara ha participado en los Concejos Municipales para exponerles los alcances de Paacume, de manera que se logren empatar proyectos con planes de desarrollo local.

1.10.5 Mapa del área de influencia

El área de influencia del proyecto, comprende parte de la margen derecha del río Tempisque, en la que se encuentran los cantones de Santa Cruz, Nicoya y Carrillo. En la Ilustración 1 5, se muestra gráficamente la zona que comprenderá el proyecto.

¹⁰ Hogares en pobreza extrema: son aquellos hogares con un ingreso per cápita igual o inferior al costo per cápita de la CBA, que para junio de 2016 se estimó en ₡48.399 para la zona urbana y de ₡40.433 para la zona rural. Se utiliza el mes de junio, pues los ingresos en la ENAHO tienen como referencia dicho mes (mes anterior al de entrevista).

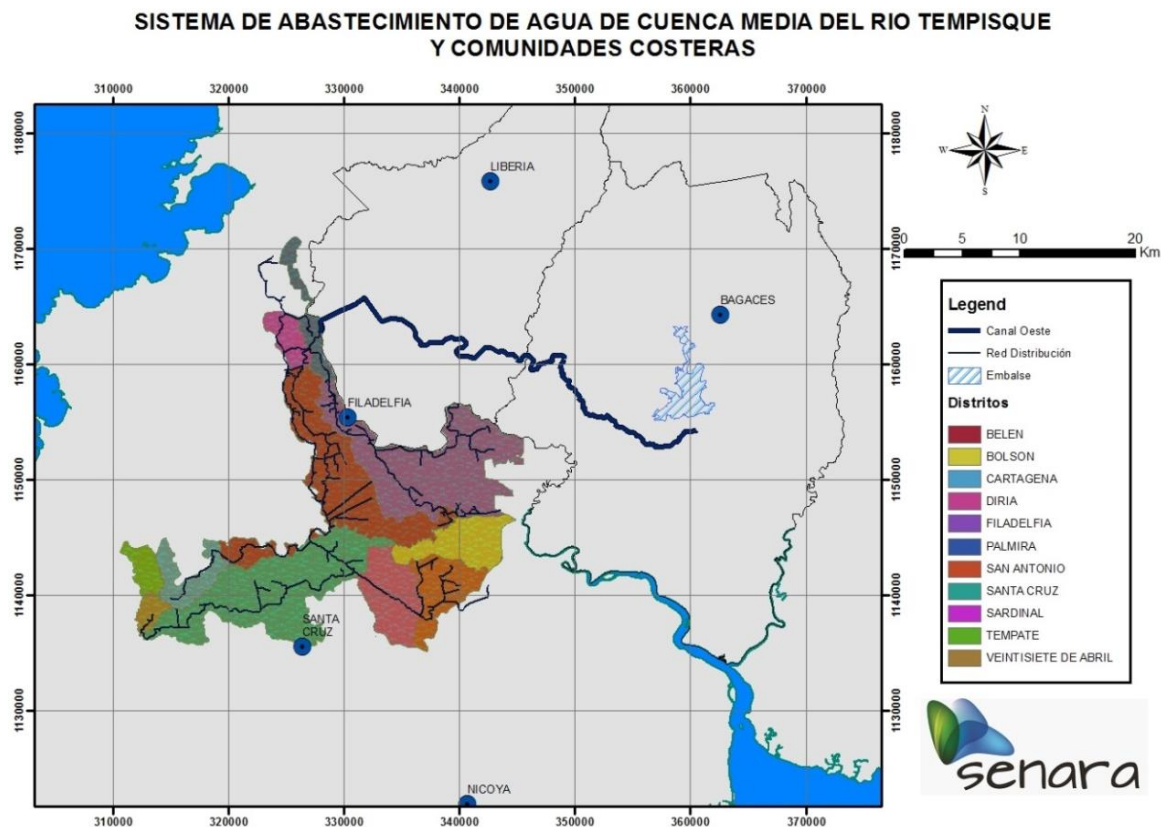


Ilustración 1 5. Área de influencia del proyecto Paacume

1.11 Beneficiarios del proyecto

1.11.1 Beneficiarios directos

El proyecto estaría beneficiando de manera directa a productores agropecuarios, ubicados en los cantones de: Carrillo, Santa Cruz y Nicoya, así como beneficiarios de agua para consumo humano y riego para zonas verdes en empresas turísticas. Entre los beneficiarios directos se encuentran productores grandes, medianos y pequeños. En esta última categoría se hace referencia, en su mayoría, a adjudicatarios en asentamientos campesinos, que se caracterizan por una mayor necesidad de apoyo por parte de las instituciones del sector agropecuario. El área de riego para la producción agropecuaria se estima en 18.639 podrían beneficiar 746 productores entre grandes, medianos y pequeños propietarios. Si tomamos en cuenta el promedio de miembros por familia para la región, los beneficiarios directos podrían ascender a 2.984 personas.

La distribución de estos productores por cantones se presenta en la Tabla 1 5.

Tabla 1 5. Distribución de propietarios por cantón

Cantón	Número de Beneficiarios
Nicoya	56
Santa Cruz	190
Carrillo	500
Total	746

Fuente: Senara, 2018

En la Tabla 1 6, se presenta la distribución en términos relativos, de las fincas en la margen derecha del río Tempisque.

Tabla 1 6. Porcentaje de fincas por cantón

Cantón	Menos de 25 ha	25 a menos de 50 ha	Total de fincas menos a 50 ha
Carrillo	70,07	11,50	81,57
Santa Cruz	73,88	10,73	84,61
Nicoya (San Antonio)	69,62	11,39	81,01

Fuente: Senara, 2018

En términos generales, del total de las fincas en el área de influencia directa en la margen derecha del río Tempisque, el 82,4% de las unidades productivas son iguales o menores a las 50 hectáreas.

Partiendo de estos datos y tomando como referencia el Sistema de Registro del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), para Certificar la condición de pequeño y mediano productor agropecuario (Pympa), se puede clasificar a la mayoría de los propietarios como pequeños productores de tipo Pecuario grupo 1. Este contempla los productores que poseen pastos naturales, pastos mejorados o forrajes para la producción de ganado bovino de carne o doble propósito; así como caballos y búfalos, incluye sistemas silvo pastoriles, para lo cual sus unidades productivas deben ser iguales o menores a las 75 hectáreas.

En el caso de los productores de caña, se consideran pequeños los que tienen igual o menos de 25 hectáreas y medianos si el área sembrada es mayor a las 25 y hasta 100 hectáreas.

En el caso de los productores de arroz que posean igual o menos de 25 hectáreas se consideran pequeños productores y medianos si el área sembrada es mayor a las 25 y hasta 100 hectáreas, coincidiendo con el grupo denominado granos básicos grupo 1.

Las fincas dedicadas al cultivo de melón o sandía se consideran pequeños productores los que tengan áreas menores a las 25 hectáreas y medianos con más de 25 y hasta 100 hectáreas.

Con respecto al suministro de agua para consumo humano, se estima que para el 2025 habrá una población, dentro del área del proyecto, equivalente a más de 220.000 habitantes los cuales se convierten en usuarios de los acueductos principales de la zona. Los acueductos rurales atienden actualmente una población mayor a las 139.000 personas.

Otro sector beneficiario con Paacume, es el dedicado al turismo. En la Ilustración 1 6 se muestra el crecimiento del turismo en el período 2011 – 2017. Esta población de turistas, optaron por los servicios de 20 desarrollos turísticos emplazados en unas 5.000 hectáreas, aproximadamente, en el polo de desarrollo Papagayo.

La información suministrada por la Cámara de Turismo de Guanacaste (Caturgua) permitió identificar las empresas turísticas establecidas en el área de influencia directa del proyecto. En la Tabla 1 7, se visualiza que el distrito de Tamarindo es el que mayormente tiene empresas dedicadas al turismo, principalmente hoteles. En el caso de Carrillo, es Sardinal el distrito que concentra más hoteles y villas (Anexo 1 6). En la Ilustración 1 6 se muestra una estimación del total de turistas que ingresaron al país entre el 2011 y 2017.

Tabla 1 7. Cantidad de empresas turísticas en el área del proyecto

Cantón y distrito	Cantidad de empresas turísticas
SANTA CRUZ	108
Tamarindo	50
Cabo Velas	46
Tempate	12
CARRILLO	63
Sardinal	62
Belén	1

Fuente: Caturgua, 2018

Paacume procurará abastecer al sector turístico cercano al proyecto con agua para riego en un área estimada en 1.213 hectáreas distribuidas entre las 171 empresas turísticas debidamente identificados en la zona costera y que muestren su disposición de pertenecer al proyecto. A partir de la información anterior, se logra determinar el área potencial de riego en zonas costeras donde se emplazan las empresas turísticas.

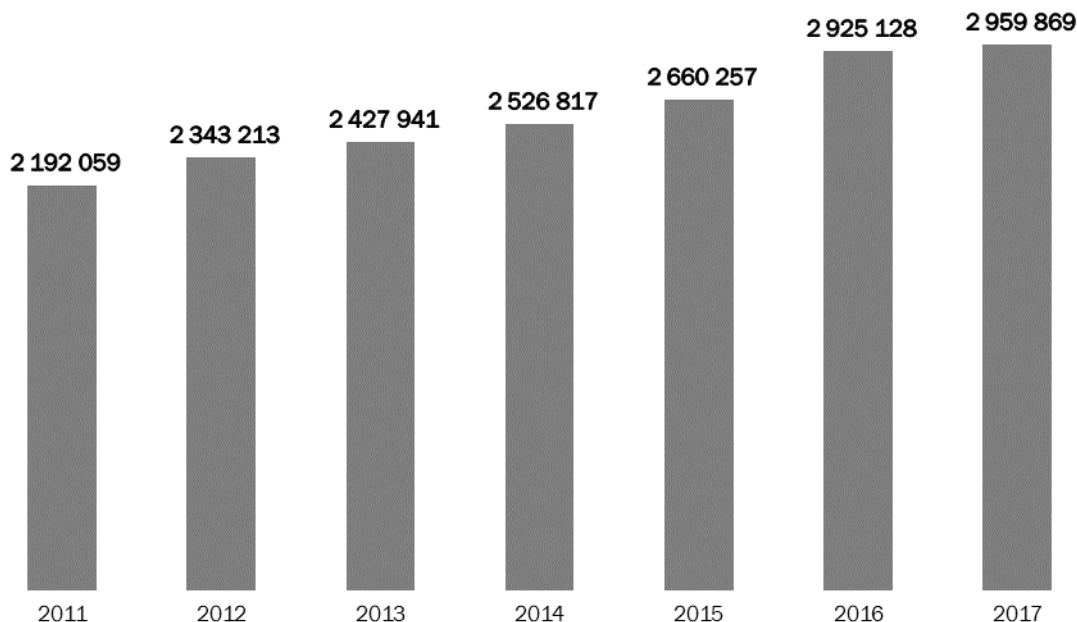


Ilustración 16. Estimación de ingreso de turistas a Costa Rica.

Fuente: ICT, 2017

La empresa Agrológico, la cual se especializa en riego de zonas verdes, indica que, la demanda promedio por hectárea de jardines y zonas verdes es de 50 m³/ha/día (Q_{req}). Para llevar riego a las zonas turísticas se estarán utilizando tres líneas presurizadas de distribución. Cada una con una capacidad de bombeo de 465 l/s, o sea un total de 1.395 l/s (Q_{bomba}). Si además de esto se considera que el bombeo estará funcionando por 12 horas/día, se puede calcular el área potencial (A_p) con la operación $A_p = Q_{bomba} \div Q_{req}$ donde;

$$Q_{bomba} = 1.395 \text{ l/s}$$

$$Q_{req} = 50 \text{ m}^3/\text{día} \div 12 \text{ horas} = 4,17 \text{ m}^3/\text{hora (o 1,15 l/s)}$$

$$A_p = 1.395 \text{ l/s} \div 1,15 \text{ l/s}$$

$$A_p = 1.213 \text{ hectáreas (área potencial de riego)}$$

1.11.2 Beneficiarios indirectos

Beneficiarios con agua para consumo humano

El proyecto destinará un caudal de 2 metros cúbicos (m³) por segundo para uso de consumo humano. Actualmente los acueductos rurales suministran agua a una población mayor a 139.000 personas. Pero el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillado (AYA) quien estaría a cargo del tratamiento y distribución del recurso, ha proyectado que para el año 2025 para el área del proyecto habrá más de 220.000



habitantes como usuarios de los principales acueductos de la zona (Senara 2006). Mientras que, a largo plazo, el proyecto podría solucionar el déficit de aproximadamente 500.000 personas a un horizonte de 50 años (CATIE, 2018).

CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE MERCADO

En este apartado se realiza el análisis del comportamiento de la demanda y la oferta de agua. También se presenta una descripción de las actividades agropecuarias que se plantean para maximizar el uso del suelo, con el objetivo de conocer cuál será la respuesta del mercado ante el proyecto.

2.1 Conceptualización del mercado

En los apartados correspondientes a los antecedentes, específicamente en la *Identificación del problema*, Apartado 1.3; en el Apartado 1.10 *Determinación del área de influencia* y 1.11 *Beneficiarios del proyecto*, se realiza una descripción de las características demográficas, geográficas, económicas y culturales de la población del área de influencia.

2.1.1 Definición y características del bien y servicio

El servicio que ofrecerá este proyecto en términos simples es agua para su uso en tres formas específicas: riego agropecuario a los productores ubicados en la margen derecha del río Tempisque, consumo humano en los cantones de Carrillo, Santa Cruz y Nicoya, incluyendo la posibilidad de abastecimiento de las comunidades costeras, y riego para áreas verdes en proyectos turísticos. Así mismo, la infraestructura que será construida para el uso del agua según lo mencionado, tiene el potencial de aprovechamiento para la generación de energía hidroeléctrica, debido a las condiciones hidráulicas del embalse río Piedras.

2.1.2 Identificación de la población objetivo

El análisis y estimación de la población objetivo están definidos en el Apartado 1.11 Beneficiarios directos e indirectos del proyecto.

2.2 Uso actual del suelo

A continuación, se presenta una descripción del uso del actual de los suelos potencialmente regables y sus características, con el fin de conocer la capacidad de uso que se le dará con las distintas propuestas de cultivo.

2.2.1 Descripción de suelos

Los terrenos potencialmente regables se ubican en la margen derecha del río Tempisque, conocida como la Depresión del río Tempisque, que constituye una amplia planicie central con pendientes menores al 5%. Es un área penillanura por efectos del relleno aluvial, producto del transporte fluvial efectuado por el río.

Gran parte de esta zona, por su uniformidad, se inunda fácilmente gracias a los suelos vertisoles, que impiden la infiltración de aguas en la época de crecidas del río, o cuando se presentan lluvias fuertes e intensas. Durante el período seco, por el contrario, se secan presentando una forma poligonal.

El valle del río Tempisque es una zona compleja fisiográficamente, lo cual es producto no sólo de la diversidad de materiales que han influido en su geomorfología, sino también de los continuos cambios de curso que ha sufrido a través de su historia geológica. Así, muchas veces el río rompió su dique y fijó un nuevo curso por su anterior vega, depositando materiales muy finos en los antiguos diques, es decir, se transformaron en su nueva ribera, o también, dejando antiguos diques como zonas de topografía más elevada y por lo tanto de mejor drenaje.

También es importante el efecto de los pequeños tributarios provenientes especialmente del complejo Nicoya, como es el caso del río Las Palmas, que corre a lo largo de la antigua planicie lacustre en sentido aproximado norte sur, cortándole y depositando materiales más gruesos sobre las arcillas de origen lacustrino. Según Salazar (2000), la llanura aluvial del río Tempisque se extiende desde Guardia hasta el Golfo de Nicoya. Sus pendientes son del orden del 1%, de forma plana a ondulada, con presencia de meandros y canales abandonados, lagos en herradura y malecones o diques formados por la acumulación de materiales y la presencia de terrenos pantanosos es más frecuente. El patrón de drenaje meándrico es característico. Los cauces de los ríos pueden encontrarse de 3 a 25 metros bajo la superficie de la llanura y están muy separados unos de otros.

Los sedimentos aluviales recientes se encuentran mejor desarrollados entre Comunidad y Sardinal donde tienen un espesor máximo de 70 metros. Hacia el norte de Filadelfia y al este de Belén, con valores máximos de 70 metros y 60 metros respectivamente. Las unidades geomorfológicas presentes de este a oeste consisten en una meseta ignimbrítica, la depresión del río Tempisque y el sector montañoso del complejo de Nicoya. La depresión del río Tempisque, que ocupa la mayoría del área de estudio, se localiza entre la meseta de ignimbritas y la Península de Nicoya, correspondiendo al área de graben limitado por las fallas intermitentes de dirección NNO-SSE que se localizan en sus márgenes.

La superficie aluvial, que comienza desde la finca Monte Galán ubicada cerca del límite norte, varía su altitud entre alturas poco menores de 30 ms.n.m. y 0 ms.n.m. con 1/600 - 1/800 de gradiente superficial. La anchura máxima del valle alcanza hasta 25 kilómetros, con laderas algo inclinadas formadas por talud y cerros aislados en el borde poniente del área. El cauce del río Tempisque vadea sinuosamente hasta la altura de La Guinea y presenta un fuerte meandro aguas abajo debido a la gradiente baja y la presencia de numerosos cerros aislados presentando pantanos y brazos muertos (meandros abandonados) en las tierras aluviales planas.

En el estudio semidetallado de suelos de la cuenca del río Tempisque (Vásquez, 1983) se separan los suelos según su fisiografía que está estrechamente ligada con el relieve. Además, elabora la leyenda cartográfica e identifica las unidades fisiográficas, tal y como se explica en la Tabla 2 1.

Tabla 2 1. Leyenda cartográfica del mapa semidetallado de suelos del valle del río Tempisque

DESCRIPCIÓN	UNIDADES CARTOGRÁFICAS	UNIDADES TAXONÓMICAS	ÁREA	
			Hectáreas	%
A. LLANURA ALUVIAL DE PIE DE MONTE				
A.1. Abanicos provenientes del Complejo de Nicoya				
A.1.1. De depositación coluvio-aluvial	Asociación Santo Domingo-Sardinal	Typic Haplustalfs-Fluventic Endoaquepts	213,12	1,1
A.1.2. De depositación aluvial	Consociación Las Palmas	Fluventic Haplustepts	466,22	2,3
B. PLANICIE FLUVIO LACUSTRE				
B.1. Zona alta	Consociación Monte-Galán	Typic Haplusterts	107,57	0,5
B.2. Zona media				
B.2.1. Suelos mal drenados	Complejo Carrizal-El Porvenir	Typic Haplusterts-Fluventic Endoaquepts	18,90	0,1
B.2.2. Suelos moderadamente drenados	Asociación Carrizal-San Blas	Typic Haplusterts	4.441,28	22,2
B.3. Zona Baja	Consociación Corralillos	Typic Hapluderts	613,62	3,1
C. LLANURA FLUVIAL DEL RÍO TEMPISQUE				
C.1. Terrazas subcrecientes	Asociación Zapal	Vertic Endoaquepts-Fluventic Haplustepts	621,16	3,1
C.2. Llanura reciente				
C.2.1. Suelos de zona alta	Asociación Trancas	Aeric Endoaquepts-Typic Argiustolls	921,48	4,6
C.2.2. Suelos de la zona media	Asociación Palmira	Fluventic Hapludolls-Fluventic Haplustolls	990,90	5,0
C.2.3. Suelos transicionales en áreas cóncavas	Consociación Higuerón	Vertic Haplustepts	1.018,60	5,1
C.3. Llanura de inundación actual (zona baja)				
C.3.1. Diques naturales	Asociación Tempisque	Fluventic Hapludolls-Fluventic Haplustolls	2.697,73	13,5
C.3.2. Vegas inundables	Consociación Guinea	Fluventic Haplustepts	3.609,30	18,1
C.3.3 Complejo de orillares	Complejo La Ceiba	Ustipsamments-Endoaquepts	115,11	0,6
D. LLANURA FLUVIAL DEL RÍO CAÑAS				
D.1. Diques naturales	Asociación Río Cañas	Udifluventic Haplustepts-Fluventic Haplustolls	808,52	4,0
D.2. Vegas inundables	Complejo La Esperanza	Typic Haplusterts-Typic Endoaquepts	1.037,28	5,2
E. DEPÓSITOS ALUVIALES ACTUALES				
E. Depósitos aluviales actuales	Asociación Las Palmas	Fluventic Haplustepts-Udifluventic Haplustepts	1.681,61	8,4
F. COLINAS, LOMERIOS, SERRANIAS				
F.1. Suelos escarpados u ondulados	Tierras misceláneas	Lithic Ustic Dystropept-Lithic Ustorthents	555,44	2,8
F.2. Afloramientos ligeramente ondulados	Asociación San Felipe	Typic Endoaquepts	76,97	0,4
TOTAL			19.995	100

Fuente: Estudio semidetallado de suelos de la cuenca del río Tempisque; Vásquez, 1983

En el Anexo 2 1, se presenta el mapa semidetallado de suelos de la zona y en el Anexo 2 2 se presenta la descripción detallada de los mismos.

Se debe destacar, que se han cartografiado 19.995 hectáreas, de las cuales aproximadamente un 12,39% (2.247,1 hectáreas), no son regables por tratarse de áreas urbanas, el tipo de suelo que presentan, las condiciones de topografía y drenaje. También se excluyen áreas específicamente con restricciones de textura muy y moderadamente fina, fertilidad, relieve, riesgo de inundación y drenaje interno.

El estudio de suelos presenta un 55,6% de suelos vertisoles, un 25,6% son suelos molisoles y el 18% se clasifican como inceptisoles. Hay un pequeño porcentaje de 0,8% que incluye alfisoles y entisoles.

Los suelos clasificados como vertisoles, presentan altos contenidos de arcillas expansivas que forman grietas en la estación seca y en la estación lluviosa se expanden. Son de un alto potencial productivo, y bajo condiciones de riego la humedad del suelo puede ser controlada para facilitar la preparación de suelos y su manejo agronómico. En la propuesta de cultivos se encuentra el arroz, caña de azúcar, forrajes, maíz, entre otras especies que se desarrollan muy bien en este tipo de suelo.

En el orden de los molisoles, se localizan en la llanura y diques naturales del río Tempisque. Son suelos de colores oscuros, bien estructurados, alto contenido de materia orgánica, fértiles y se puede sembrar cualquier cultivo de la propuesta de producción. Los suelos del orden inceptisoles presentan características vérticas, fluvénticas, de texturas franco arcillosas, franco arcillo limosas, arcillosas, entre otras y son adaptables para cualquier cultivo de la propuesta de producción.

Adicionalmente hay un área de aproximadamente 23.340,70 hectáreas, la cual se extiende con dirección sur de los ríos Cañas, Bolsón, Las Palmas e incluye los poblados de Ortega, Bolsón, Talolinga, Río Cañas, Bernabela, Caimito, entre otras, donde el 50% corresponde a suelos clasificados en el suborden Usterts, que son vertisoles con un régimen de humedad ústico (el suelo está seco por más de 90 días consecutivos al año). Es necesario, a corto plazo y con anticipación a la entrada en operación del Paacume, hacer un estudio semidetallado de los suelos del área regable, para tener un mayor conocimiento de los mismos y poder planificar su uso y manejo según sus características físico-químicas.

2.2.2 Uso y cobertura de la tierra

Guanacaste es parte del Pacífico seco, el cual se localiza en una región tropical con lluvias estacionales, que presenta una severa sequía que se prolonga de diciembre a mayo. Sin embargo, en los últimos años no ha habido un patrón definido de lluvias, como consecuencia del cambio climático, donde cada vez son más frecuentes los fenómenos del Niño y la Niña que provocan cambios notables en la temperatura y en los regímenes de lluvias.

El Niño está caracterizado por sequías prolongadas y precipitaciones que se concentran en dos o tres meses del año mientras que en los años de la Niña hay más precipitación durante todo el año, incluso se presentan inundaciones. Ambos fenómenos representan una amenaza para la agricultura y la producción de alimentos.

Los períodos prolongados de lluvia y la mala distribución de las mismas, ha sido un factor esencial en el uso actual del suelo en el área de influencia del proyecto. La época seca limita la siembra de cultivos durante estos meses, con excepción de las fincas que cuentan con sistemas de riego. En las áreas cultivadas con caña de azúcar, que tiene un ciclo de cinco años aproximadamente, siempre se obtiene cosecha aún sin riego, pero con un menor rendimiento en azúcar y un mayor riesgo de pérdida de la cosecha. En el caso de los potreros, la actividad ganadera se deprime y se recurre a la alimentación con pacas para lograr la sobrevivencia de los animales.

El uso actual del suelo se valoró en el mes de febrero del año 2016, a través de imágenes de satélite, ortofotos del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT), información suministrada por Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (Laica), Corporación Arrocería Nacional (Conarroz), Servicio Nacional de Salud Animal (Senasa) y visitas de campo. Posteriormente, se actualizó en giras realizadas a la zona hasta el mes de setiembre del 2016 y en el 2017 fue revisada por el ICE.

La actividad pecuaria extensiva es muy importante en la zona y se maneja un promedio de 0,7 UA/ha, con una extensión aproximada de 17.000 hectáreas para pasto de piso. El área dedicada a la producción de pacas se estima en 641,20 hectáreas, siendo esta una medida paliativa de alimentación para el ganado en la época seca, caracterizándose el cantón de Santa Cruz por la elaboración de las mismas (Ilustración 2 1) y por mantener la mayor actividad ganadera en el área.



Ilustración 2 1. Producción de pacas

El clima ha propiciado que en la zona se sustituya la ganadería por cultivos extensivos como la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) que cubre 12.903,35 hectáreas. La siembra de este cultivo se concentra en el cantón de Carrillo principalmente, por la cercanía al ingenio El Viejo que se localiza en La Guinea y Central Azucarera del

Tempisque S.A. (Catsa) ubicado en Palmira, ingenios que absorben la producción de la zona.

Se estima que el área sembrada de arroz (*Oryza sativa*) es de 915,40 hectáreas, distribuyéndose en fincas de grandes extensiones ya que las condiciones agroecológicas de clima y suelos, del orden vertisoles, lo permiten. También existen facilidades de maquinaria agrícola para la preparación de tierras, siembra, cosecha y canales de comercialización establecidos para vender el arroz en granza. El área total de arroz es variable porque se acostumbra a rotar con el cultivo de caña de azúcar.

Las empresas Exporpack y Del Monte siembran melón (*Cucumis melo*) para exportación, con un área aproximada de 715,05 hectáreas en el área contemplada para el proyecto. Ellos utilizan agua subterránea como fuente de abastecimiento para riego con el fin de garantizar la inocuidad del producto.

El mango (*Mangifera indica*) es un cultivo de exportación que se siembra recientemente en la zona, cubriendo un área estimada de 245,07 hectáreas. La empresa Expofrut es la que tiene el mayor volumen de producción en mango de exportación. La Ilustración 2 2 se refiere a la planta de empaque de mango para exportación, localizada en Santa Bárbara de Santa Cruz. En la Tabla 2 2. Distribución de la cobertura del suelo en el área de influencia del Paacume, se presenta el área sembrada por cultivo en cada cantón y las áreas que corresponden según el uso y cobertura de la tierra.



Ilustración 2 2. Planta de empaque de mango

La Tabla 2 2 refleja el área total de cobertura del proyecto, que corresponde al área con características de elevación menor a 30 ms.n.m. y pendientes menores al 15%,

que son los parámetros básicos definidos para la selección del área de riego, para un total de 44.966 hectáreas. Sin embargo, se excluyen las áreas protegidas, bosque, charral, forestales, industria, infraestructura vial, zona urbana, entre otras, lo que genera un área potencial regable de 33.900 hectáreas. En el Anexo 2 3 se presenta el mapa de uso actual del suelo, de acuerdo a la Tabla 2 2.

Tabla 2 2. Distribución de la cobertura del suelo en el área de influencia del Paacume (en hectáreas)

Cobertura	Carrillo	Nicoya	Santa Cruz	Total	Total (%)
Áreas protegidas ^A	5.240,05	0,00	744,73	5.984,78	13,31%
Arroz	700,66	145,33	69,41	915,40	2,04%
Bosque	3.623,84	628,93	3.357,92	7.610,69	16,93%
Canales	34,22	0,50	2,32	37,04	0,08%
Caña de Azúcar	10.119,32	515,29	2.268,73	12.903,35	28,70%
Charral	51,72	10,91	84,25	146,87	0,33%
Cultivo Agrícola ^B	221,36	20,09	517,87	759,32	1,69%
Cultivos anuales ^C	737,06	0,00	22,75	759,81	1,69%
Estanque para acuicultura	3,37	0,00	6,40	9,78	0,02%
Frutales ^D	111,80	1,22	181,69	294,71	0,66%
Lagos	22,75	0,21	1,42	24,38	0,05%
Pacas	0,00	0,00	641,20	641,20	1,43%
Pastos arbolados	1.814,95	409,94	3.009,71	5.234,60	11,64%
Pastos limpios	4.851,07	1.276,05	6.432,22	12.559,34	27,93%
Plantación Forestal	49,94	12,23	163,65	225,82	0,50%
Ríos ^E	230,73	18,45	48,26	297,45	0,66%
Tacotal	156,32	45,32	104,38	306,03	0,68%
Tajo	4,81	0,00	0,00	4,81	0,01%
Tierras en barbecho	30,74	4,23	17,17	52,14	0,12%
Tierras húmedas	385,12	230,85	873,98	1.489,95	3,31%
Zona urbana discontinua	366,78	15,38	307,45	689,61	1,53%
ÁREA TOTAL	23.516,56	3.334,94	18.114,13	44.965,62	100,00%
ÁREA REGABLE	17.749,00	2.080,00	14.071,00	33.900,00	75,39%

^A No se incluye en el área total

^B Cultivos agrícolas y pipa

^C Maíz, melón y sandía

^D Frutales, mango y papaya

^E Ríos y cuerpos de agua

Fuente: Trabajo de campo realizado por Senara (2016) e ICE (2017)

También, es importante conocer el uso actual del suelo de acuerdo al tamaño de las fincas. Esta información se encuentra en mayor detalle en el Capítulo 5: Desarrollo de Modelos de Fincas Agrícolas de la consultoría del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie), para el Paacume (Anexo 2 4).

En la Tabla 2 3, es posible observar la distribución de los tamaños de finca, la cantidad de propiedades según cada segmento y las hectáreas beneficiadas, una vez establecidas las áreas regables, de acuerdo a la propuesta de cultivos, para un total de 18.639,28 hectáreas.

Tabla 2 3. Distribución del tamaño de fincas en Paacume

Tamaño de Finca (ha)	Cantidad de propiedades	Total (ha)
Más de 2 hectáreas y hasta 5 hectáreas	155	299,67
Más de 5 hectáreas y hasta 10 hectáreas	228	1.370,71
Más de 10 hectáreas y hasta 15 hectáreas	131	1.487,03
Más de 15 hectáreas y hasta 20 hectáreas	42	683,90
Más de 20 hectáreas y hasta 30 hectáreas	46	1.069,89
Más de 30 hectáreas y hasta 50 hectáreas	49	1.559,23
Más de 50 hectáreas	95	12.168,85
TOTAL	746	18.639,28

El estudio presenta que en las fincas de entre 2 y 5 hectáreas, los cultivos que predominan son caña de azúcar y pastos con un 41,80% y un 48,54% respectivamente. El arroz solamente abarca el 1,87% de las tierras con apenas 5,61 hectáreas del total acumulado en esta categoría de tamaño de finca. Las áreas de las fincas de este segmento que presentan cultivo de arroz, son muy pequeñas y se desarrollan en suelos vertisoles.

En todos los segmentos (tamaño de finca), las áreas son inferiores a la recomendada como área mínima rentable regable (AMRR) para el cultivo del arroz, cuyo valor es de 8,90 hectáreas para una rentabilidad de canasta básica ampliada (CBA)¹¹. Un comportamiento similar se observa en las parcelas dedicadas al cultivo de caña de azúcar, en las que la mayoría de las fincas desarrollan esta actividad en áreas inferiores a las sugeridas como AMRR (4,93 hectáreas, para rentabilidad de CBA).

Para el desarrollo de pasturas la mayoría de las fincas presenta pequeñas áreas dedicadas a esta actividad, en terrenos de muy poca extensión, en algunos casos en áreas inferiores a una hectárea.

Existe un pequeño segmento de fincas de entre 2 y 5 hectáreas, en el que se produce melón; por el tamaño de estas fincas, se infiere que esta producción es destinada al consumo nacional. Estas áreas, en algunos casos no se ajustan al tamaño del AMRR para ese cultivo, cuyo valor es de 0,18 hectáreas, para rentabilidad de CBA. Se observan plantaciones de melón de mayor tamaño que continúan siendo para

¹¹ El AMRR corresponde al área mínima que un productor debe sembrar para cubrir los costos de producción y para recibir los ingresos mensuales que desee proyectar.

consumo interno debido a que los costos de traslado de la fruta a centros de empaque imposibilitan el arribo de esta en condiciones aceptables para la exportación.

En las fincas que tienen extensiones de entre 10 y 15 hectáreas, se observa una mayor tendencia hacia el uso del suelo en el cultivo de la caña de azúcar con un 52,65%. Muchas de las plantaciones de este cultivo son de tamaños menores que el AMRR. Una situación similar se observa en las parcelas cultivadas con arroz, con un equivalente de 8,26% del área.

El predominio de propiedades con uso actual en caña de azúcar, se debe a la conveniencia de los ingenios de la zona en arrendar estas propiedades, las cuales, desde la perspectiva de manejo de maquinaria, llegan a ser de beneficio para el productor. Esta relación de alquiler o de cesión en manejo agrícola de las fincas resulta atractiva para los propietarios, quienes a su vez se dedican a otras actividades económicas (empleo en instituciones o en compañías de la zona, entre otras).

2.3. Análisis de la oferta y demanda hídrica.

2.3.1 Estimación de la demanda hídrica

En este apartado se realiza un análisis de la demanda total de agua necesaria para las 33.900 hectáreas potencialmente regables dentro del Paacume.

Para determinar las demandas hídricas de los cultivos del proyecto se deben conocer algunos parámetros meteorológicos como temperatura, velocidad del viento, humedad, precipitación y radiación solar. Además, es importante conocer la etapa fenológica de cada cultivo.

Para este estudio se realizó una revisión de las estaciones meteorológicas más representativas de la zona del proyecto y se encontraron tres en sectores cercanos al área en estudio. Con la información de estas estaciones se procedió a estimar los requerimientos hídricos en su máxima demanda de agua, con base a un posible escenario de cobertura. En la Tabla 2 4, se muestran las características de estas estaciones.

Tabla 2 4. Localización de las estaciones meteorológica

Estación	ID	Latitud	Longitud	Altitud (ms.n.m)
Estación Santa Cruz	74003	10° 16' N	85° 35'	54
Estación Nicoya	72101	09° 09' N	85° 27'	120
Liberia Aeropuerto	74020	10° 35' N	85° 32'	85

Fuente: Base de datos del IMN

2.3.1.1 Datos de Evapotranspiración

La evapotranspiración (ET) es la combinación de dos procesos en los que se pierde agua, una parte se pierde a través de la evaporación y otra parte mediante la transpiración del cultivo. Estos procesos ocurren simultáneamente y no hay una manera sencilla de distinguir entre uno y el otro. La evapotranspiración potencial (ETP) es la ET para un cultivo de referencia, es decir, se considera un cultivo de alta densidad y porte bajo, tipo pasto.

Aparte de la disponibilidad de agua en los horizontes superficiales, la evaporación de un suelo cultivado es determinada principalmente por la fracción de radiación solar que llega a la superficie del suelo. Esta fracción disminuye a lo largo del ciclo del cultivo a medida que el dosel del cultivo proyecta más sombra sobre el suelo.

En las primeras etapas del cultivo, el agua se pierde principalmente por evaporación directa del suelo, pero con el desarrollo del cultivo y finalmente cuando este cubre totalmente el mismo, la transpiración se convierte en el proceso principal. La ET se expresa en milímetros (mm) ¹² por unidad de tiempo.

Los principales parámetros climáticos que afectan la ETP son la radiación, la temperatura del aire, la humedad atmosférica y la velocidad del viento. Se han desarrollado varios procedimientos para determinar la evaporación a partir de estos parámetros, tales como el método de Penman Monteith, Hargreaves, Blannet Criddle, entre otros. También se puede estimar mediante el uso de un tanque evaporímetro Clase A. Ambos métodos resultan muy prácticos y útiles porque medir la ETP directamente en campo es muy difícil. El tipo de cultivo, la variedad y la etapa de desarrollo también deben ser considerados cuando se evalúa la ET de cultivos que se desarrollan en áreas grandes y bien manejadas.

En las tres estaciones utilizadas para este estudio se cuenta con datos de ETP de tanques evaporímetros. Como sus valores son muy similares entre sí, se decidió utilizar para toda el área el promedio de los datos, tal y como se muestra en el Tabla 2 5, en donde el valor de la ETP es la medición directa del tanque multiplicada por el coeficiente del tanque (0,85) (FAO, 2006).

¹² 1 mm = 1 l por m² de superficie.

Tabla 2 5. Cálculo de ET para el área del proyecto

Estación	Periodos	Elemento	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Santa Cruz	1972-1983	Evaporación (mm)	8,30	10,30	9,40	10,30	6,30	5,10	5,20	5,40	5,10	4,80	4,70	6,30
		ETP (mm)	7,06	8,76	7,99	8,76	5,36	4,34	4,42	4,59	4,34	4,08	4,00	5,36
Nicoya	1961-1984	Evaporación (mm)	6,60	6,10	8,30	7,60	5,00	3,90	4,40	4,30	3,60	3,40	3,90	5,10
		ETP (mm)	5,61	5,19	7,06	6,46	4,25	3,32	3,74	3,66	3,06	2,89	3,32	4,34
Liberia Aeropuerto	1976-1995	Evaporación (mm)	9,20	9,20	9,70	9,30	7,30	4,60	5,90	5,50	4,60	4,50	4,60	7,00
		ETP (mm)	7,82	7,82	8,25	7,91	6,21	3,91	5,02	4,68	3,91	3,83	3,91	5,95
ETP Promedio (mm)			6,83	7,25	7,76	7,71	5,27	3,85	4,39	4,31	3,77	3,60	3,74	5,21

Fuente: Base de datos del IMN a través de la Base de datos de Senara, 2016.

2.3.1.2 Datos de precipitación

Para el caso de la precipitación, las tres estaciones cuentan con registros de entre 10 y 23 años de precipitación media mensual (PMM), lo que puede dar una idea del comportamiento de la lluvia en la zona. Al igual que para el cálculo de la ETP, para la precipitación se promediaron los valores, como se muestra en la Tabla 2 6.

Tabla 2 6. Precipitación media mensual (PMM) en el área del proyecto

Estación	Periodos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Santa Cruz	1972-1983	5,90	3,10	7,20	32,50	237,80	296,50	194,10	245,40	337,90	356,90	100,60	16,50
Nicoya	1961-1984	4,20	7,20	23,40	61,80	266,50	308,80	242,90	309,20	385,60	398,60	116,40	20,70
Liberia Aeropuerto	1976-1995	1,30	2,00	3,00	43,40	192,40	186,90	142,50	216,70	398,70	341,70	98,40	8,60
PMM Promedio (mm)		3,80	4,10	11,20	45,90	232,23	264,07	193,17	257,10	374,07	365,73	105,13	15,27

Fuente: Base de datos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) a través de la Base de datos de Senara, 2016

Tal y como se observa en la Tabla 2 3, el periodo seco va desde diciembre hasta marzo. En este periodo precipita un 2% del total de lluvia anual. El mes de abril es de transición y las lluvias se establecen a partir de la tercera semana del mes. El primer período de lluvia se da de mayo a agosto cuando precipita el 53% del total. En junio ocurre el primer máximo de lluvia (14%). Entre julio y agosto se presenta la canícula o veranillo del pacífico. Un segundo período de lluvia se presenta de setiembre a noviembre con un 45% del total anual. Durante setiembre y octubre se produce el mayor aporte de lluvia. Noviembre es un mes de transición hacia el período seco.

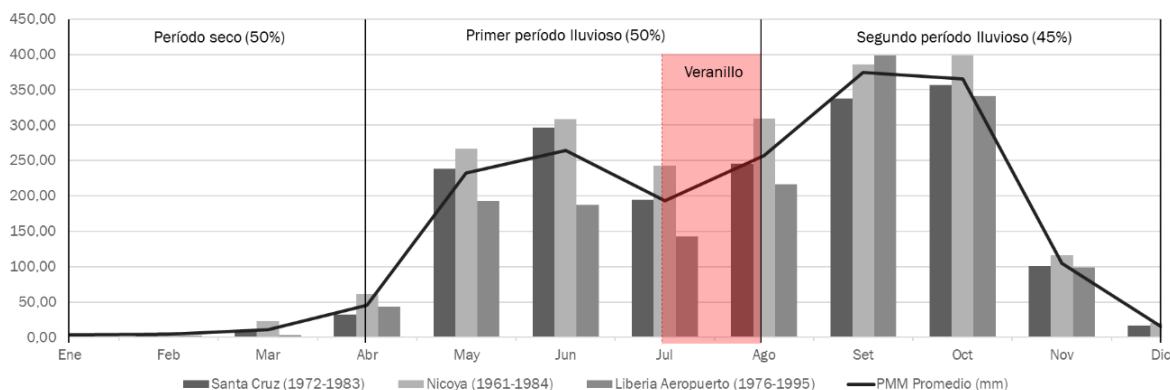


Ilustración 2.3. Precipitación media mensual (PMM) en el área del proyecto

2.3.1.3 Precipitación efectiva

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2006), este parámetro se define como la fracción de la precipitación total que puede ser utilizada para satisfacer las necesidades de agua del cultivo. Quedan por tanto excluidas la infiltración profunda, la escorrentía superficial y la evaporación de la superficie del suelo.

El método de precipitación fiable es una forma simplificada utilizada por FAO para obtener el valor de precipitación efectiva, el cual contempla únicamente el valor de precipitación mensual. Por lo tanto, para simplificar los cálculos se utilizará esta metodología:

Precipitación fiable

$$Pe = 0,6 Pt - 10 \text{ para } Pt < 70 \text{ mm}$$

$$Pe = 0,8 Pt - 24 \text{ para } Pt > 70 \text{ mm}$$

De acuerdo con los datos de la Tabla 2.7 y siguiendo el método de la precipitación fiable se obtienen los siguientes valores de precipitación efectiva:

Tabla 2.7. Precipitación efectiva en el área del proyecto

Estación	Elemento	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Promedio	Precipitación Media (mm)	3,80	4,10	11,20	45,90	232,23	264,07	193,17	257,10	374,07	365,73	105,13	15,27
	Precipitación Efectiva (mm)	-	-	-	17,54	161,79	187,25	130,53	181,68	275,25	268,59	60,11	-

2.3.1.4 Coeficientes de cultivo (Kc)

El coeficiente del cultivo integra los efectos de las características que distinguen a un cultivo con respecto al pasto de referencia, el cual posee una apariencia uniforme y cubre completamente la superficie del suelo; en consecuencia, cada cultivo poseerá

un valor distinto de Kc. Por otra parte, este valor varía según sean las características del cultivo durante su etapa de crecimiento.

Los criterios utilizados para la selección de las especies que se desarrollarán en el Paacume se basaron en el área que ya está dedicada a algunos de estos cultivos, dada la presencia de infraestructura de industrialización como ingenios y arroceras, y a la vocación que han tenido las tierras por tradición, entre las que destaca la presencia de actividades pecuarias que requieren del suministro de pastos y de pacas para el mantenimiento de la ganadería. Por otra parte, se mencionan otros cultivos con base en su adaptabilidad en la zona, por la disponibilidad de genotipos resistentes a altas temperaturas y a la humedad, condición que los hace altamente recomendables como opciones para el desarrollo de una agricultura diversificada.

En la Tabla 2 8, se muestran los valores de Kc de acuerdo a la época de siembra y su etapa de desarrollo.

Tabla 2 8. Coeficientes de cultivo Kc

Cultivo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Arroz	0,60	1,05	1,20	0,90	-	-	0,60	1,05	1,20	0,90	-	-
Caña de azúcar 1	0,40	0,40	0,40	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	0,75	0,75	0,75	-
Caña de azúcar 2	-	0,40	0,40	0,40	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	0,75	0,75	0,75
Caña de azúcar 3	0,75	-	0,40	0,40	0,40	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	0,75	0,75
Caña de azúcar 4	0,75	0,75	-	0,40	0,40	0,40	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	0,75
Forrajes	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Frutales	0,55	-	-	-	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Hortalizas	1,15	1,15	1,15	0,80	0,80	0,80	1,15	1,15	1,15	0,80	0,80	0,80
Melón	0,60	0,50	0,85	0,60	-	-	-	-	-	-	0,50	0,85
Pastos	1,05	0,85	0,40	0,85	1,05	0,85	0,40	0,85	1,05	0,85	0,40	0,85
Raíces y tubérculos	0,50	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	0,95	0,95	-	0,50
Sandía	0,75	0,40	1,00	0,75	-	-	-	-	-	-	0,40	1,00

Fuente: FAO, 2006

2.3.1.5 Uso consuntivo

La evapotranspiración del cultivo se calcula multiplicando la ETP por Kc. Para estudios a nivel de planificación y diseño de sistemas de riego es razonable y pertinente considerar los efectos del humedecimiento del suelo, por lo que se utiliza un coeficiente Kc único promediado en el tiempo. Este es el caso de los sistemas de riego por superficie y aspersión donde el intervalo entre riegos sucesivos es de varios días. Por lo tanto, para un manejo típico del riego, es válido aplicar el procedimiento del coeficiente Kc único, promediado temporalmente.

Durante el período de crecimiento del cultivo, la variación del coeficiente del cultivo K_c , expresa los cambios en la vegetación y el grado de cobertura del suelo. Esta variación del coeficiente K_c a lo largo del crecimiento del cultivo está representada por la curva del coeficiente. Para describir y construir esta curva se necesitan solamente tres valores de K_c : los correspondientes a la etapa inicial ($K_{c_{ini}}$), la etapa de mediados de temporada ($K_{c_{med}}$) y la etapa final ($K_{c_{fin}}$).

Para efectos del dimensionamiento de la infraestructura de conducción y distribución se estima el Coeficiente Unitario de Riego (CUR) de diseño de infraestructura de conducción y distribución (CUR_{dis}). Para su cálculo se tomarán los valores de K_c máximos por cultivo y el valor de la ETP del mes más crítico, para obtener así las condiciones críticas para los cultivos. Posteriormente se promedian los valores obtenidos, quedando el CUR_{dis} con un valor de 1,30 l/s/ha, tal y como se muestra en la Tabla 2 9.

Tabla 2 9. Cálculo del coeficiente unitario de riego (CUR) máximo

Cultivo	K _{Cmax}	ETP (mm/día)	Eficiencia	UC (mm)	CUR (l/s/ha)
Arroz	1,20	7,76	0,40	23,28	2,69
Caña de azúcar	1,25	7,76	0,70	13,86	1,60
Forrajes	1,05	7,76	0,70	11,64	1,35
Frutales	0,55	7,76	0,80	5,34	0,62
Hortalizas	1,15	7,76	0,70	12,75	1,48
Melón	0,85	7,76	0,90	7,33	0,85
Pacas	1,05	7,76	0,70	11,64	1,35
Raíces y tubérculos	1,10	7,76	0,70	12,19	1,41
Sandía	1,00	7,76	0,90	8,62	1,00
Promedio 1					1,37
Ponderado					1,50
Promedio 2					1,30

El cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos planteados de acuerdo a sus épocas de siembra. En la Tabla 2 11, se muestran los valores para las áreas ajustadas por la limitante de caudal.

2.3.1.5 Eficiencia de los métodos de riego

De la literatura se cuenta con valores teóricos promedio de las eficiencias de riego de acuerdo con el método que se emplea. Para este estudio se utilizaron los presentados en la Tabla 2 10.

Tabla 2 10. Eficiencia de riego

Método	Eficiencia (%)
Gravedad	40
Aspersión	70
Microaspersión	80
Goteo	90

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego (2015)

Tabla 2 11. Necesidades hídricas de los cultivos.

Cultivo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Arroz	4.097,00	7.616,00	9.316,00	6.936,00	-	-	2.635,00	4.522,00	4.522,00	3.238,50	-	-
Caña de azúcar 1	4.439,42	4.714,67	5.046,17	15.654,17	10.704,69	7.827,08	8.920,57	8.747,92	4.592,66	4.385,47	4.558,13	-
Caña de azúcar 2	-	4.714,67	5.046,17	5.009,33	10.704,69	7.827,08	8.920,57	8.747,92	7.654,43	4.385,47	4.558,13	6.353,75
Caña de azúcar 3	8.322,03	-	5.046,17	5.009,33	10.704,69	7.827,08	8.920,57	8.747,92	7.654,43	4.385,47	4.558,13	6.353,75
Caña de azúcar 4	8.322,03	-	-	4.438,42	4.438,42	13.870,05	13.870,05	13.870,05	13.870,05	13.870,05	8.322,03	8.322,03
Forrajes	860,37	739,84	372,64	786,08	664,02	393,04	210,80	439,28	474,81	367,03	179,52	531,76
Frutales	638,45	-	-	-	492,75	360,29	410,62	402,67	352,34	336,44	349,69	487,45
Hortalizas	2.355,78	2.502,40	2.678,35	1.849,60	1.264,80	924,80	1.515,13	1.485,80	1.300,08	863,60	897,60	1.241,20
Melón	778,43	689,07	1.253,78	878,56	-	-	-	-	-	-	355,30	841,95
Pastos	60.727,78	52.220,37	26.302,17	55.484,15	46.868,75	27.742,07	14.878,97	31.005,85	33.513,67	25.906,20	12.671,12	37.533,39
Raíces y tubérculos	682,83	1.595,73	1.707,93	1.695,47	1.159,40	847,73	966,17	947,47	715,98	683,68	-	521,33
Sandía												
Total (mm)	91.223,12	83.114,78	56.769,38	97.741,10	87.002,19	67.619,24	61.248,45	78.916,87	74.650,44	58.421,92	36.449,64	62.196,62
Total (m³/día)	912.231,19	831.147,77	567.693,75	977.411,03	870.021,89	676.192,35	612.484,50	789.168,68	746.504,42	584.219,16	364.496,36	621.966,17

Tabla 2 12. Volúmenes requeridos para el área regable

Cultivo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Arroz	14.134,65	26.275,20	32.140,20	23.148,39	-	-	3.279,91	7.513,21	3.347,69	-	-	-
Caña de azúcar 1	14.192,43	15.075,77	16.135,79	48.145,27	16.602,75	4.626,59	14.302,90	8.178,30	-	-	8.026,49	-
Caña de azúcar 2	-	15.075,77	16.135,79	14.107,00	16.602,75	4.626,59	14.302,90	8.178,30	-	-	8.026,49	20.316,96
Caña de azúcar 3	26.610,80	-	16.135,79	14.107,00	16.602,75	4.626,59	14.302,90	8.178,30	-	-	8.026,49	20.316,96
Caña de azúcar 4	26.610,80	26.610,80	-	12.281,42	-	23.949,79	30.129,52	24.557,07	14.362,04	15.088,39	20.062,08	26.610,80
Frutales	2.135,32	-	-	-	1.648,00	1.204,99	1.373,34	1.178,41	1.125,25	1.169,55	1.630,28	-
Melón	2.135,90	1.890,70	3.440,19	2.189,42	-	-	-	-	-	-	216,77	2.310,20
Pastos	200.984,64	172.828,52	87.049,66	173.320,74	60.022,75	-	-	-	-	-	6.607,18	124.220,50
Total (mm)	286.804,54	257.756,77	171.037,42	287.299,23	111.478,99	39.034,54	77.691,48	57.951,87	18.888,14	16.213,64	52.135,07	195.405,71
Total (m³/día)	2.868.045,42	2.557.567,75	1.710.374,20	2.872.992,32	1.114.789,87	390.345,43	776.914,76	579.518,72	188.881,42	162.136,38	521.350,74	1.954.057,11
Total (m³/mes)	87.475.385,34	78.615.816,33	52.166.413,25	87.626.265,74	34.001.091,01	11.905.535,57	23.695.900,23	17.675.321,11	5.760.883,40	4.945.159,54	15.901.197,68	59.598.741,87
Acumulado (m³)	155.024.726,05	233.640.542,37	285.806.955,63	373.433.221,37	407.434.312,38	419.339.847,95	443.035.748,18	460.711.069,29	466.471.952,69	471.417.112,23	15.901.197,68	67.549.340,71
Caudal Requerido (m³/s)	33,19	29,83	19,80	33,25	12,90	4,52	8,99	6,71	2,19	1,88	6,03	22,62

2.3.1.6 Volúmenes requeridos

Una vez calculados los datos de uso consuntivo o evapotranspiración del cultivo, precipitación efectiva y con los datos de eficiencia se realiza el balance hídrico. Este balance es una herramienta utilizada para determinar la cantidad de agua que tiene disponible un cultivo en el suelo, así como los volúmenes requeridos por cultivo por mes a lo largo del año y de acuerdo con las fechas de siembra propuestas.

El volumen mensual acumulado debe ser comparados con la disponibilidad de agua del mes, incluyendo el almacenamiento en el Embalse en caso que no sea suficiente el disponible. En la Tabla 2 12 se desglosan los volúmenes de agua requeridos mensualmente y los caudales obtenidos se calculan a partir de 24h de riego por día.

Para abastecer esta área, según el parámetro de CUR estimado, se requeriría un caudal de 33,25 m³/s, en su máxima demanda en el mes de abril, lo cual es superior al caudal disponible de 20 m³/s. Por esta razón es necesario realizar un ajuste del área que se puede poner bajo riego, es decir, no es posible irrigar las 33.900 hectáreas potencialmente regables.

Los cálculos de la demanda fueron realizados bajo el esquema de cultivos mencionado, derivado del plan de cultivos actual, por lo que la variación en el plan de cultivo implica diferencias en los volúmenes de riego requeridos. Los volúmenes acumulados mensuales demandados deben ser comparados con la disponibilidad de agua del mes, incluyendo el almacenamiento en el Embalse. En caso que el agua disponible no sea suficiente para abastecer la demanda, se debe ajustar el área a poner bajo riego.

2.3.2 Estimación de la oferta hídrica

Para la estimación de la oferta se considerará primeramente la oferta actual que corresponde a todas las concesiones otorgadas en el área del proyecto y como oferta futura aquella que se pretende poner a disposición con la ejecución del proyecto que se ha estimado en 20 m³/s.

2.3.2.1 Oferta actual

Para la estimación de la oferta actual se identificaron una serie de sitios que abastecen la demanda en la zona, que corresponden a las concesiones en la cuenca del río Tempisque, margen derecha, proveniente de nacientes, quebradas, ríos o pozos. Según el registro de concesiones de la Dirección de Aguas del Minae, en el área de impacto directo del proyecto se cuenta con un total de 638 concesiones de diferentes fuentes y un caudal total concesionado de 6.624,35 l/s, para diversos usos, el resumen de esas concesiones se presenta en la Tabla 2 13.

Tabla 2 13. Caudal concesionado por cantón por actividad l/s

Cantón	Agro-pecuario	Agro-Industria	Riego	Consumo Humano	Comercio	Industria	Fuerza Hidráulica	Turismo	Acueducto Rural	Total
Carrillo	133,03	571,00	2929,07	277,62	0,05	3,06	0,00	72,76	47,38	4.033,97
Nicoya	1,09	0,00	1177,25	67,78	0,00	0,00	0,00	1,50	47,92	1.295,54
Santa Cruz	2,72	0,00	926,29	305,68	0,00	0,45	0,00	0,19	59,51	1.294,84
Total	136,84	571,00	5.032,61	651,08	0,05	3,51	0,00	74,45	154,81	6.624,35

Fuente: Base de datos de la Dirección de Aguas del Minae.

Como se observa en la Ilustración 2 4, el mayor caudal concesionado corresponde a la actividad riego (5.032,61 l/s), le sigue la actividad consumo humano (incluido consumo humano y acueducto rural) con 805,89 l/s y en tercer lugar agroindustria (571,00 l/s).

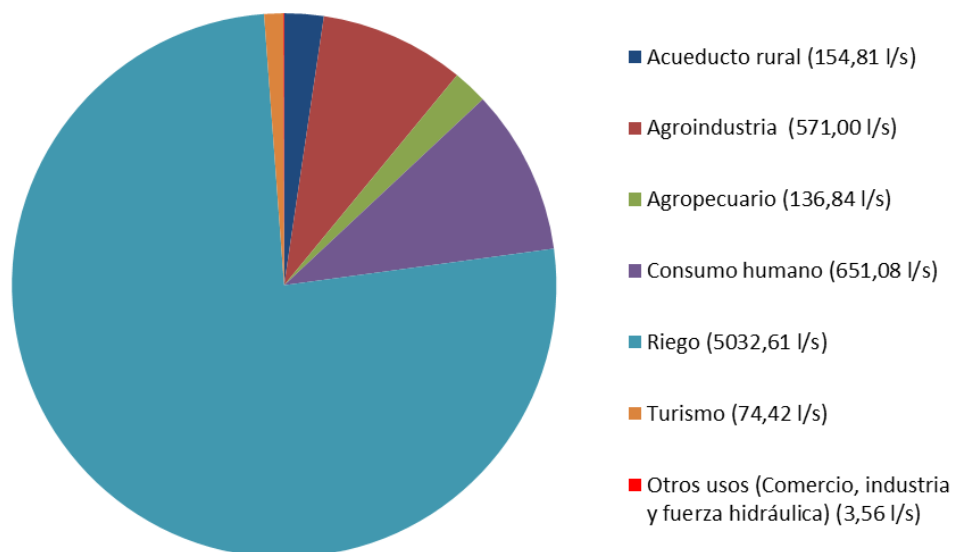


Ilustración 2 4. Distribución de concesiones por uso (l/s)

Fuente: Minae. Dirección de Aguas. Octubre, 2016

Por su parte si la clasificación se hace a partir del tipo de fuente sea este subterráneo o superficial, se observa que el mayor caudal concesionado se obtiene de fuentes superficiales que suministran un caudal total de 4.874,37 l/s y las fuentes subterráneas 1.749,98 l/s (Tabla 2 14).

Tabla 2 14. Distribución de concesiones por fuente, cantón y uso en l/s

Cantón	Agua	Agro-pecuario	Agro-industria	Riego	Consumo Humano	Comercio	Industria	Fuerza Hidráulica	Turismo	Acueducto Rural
Carrillo	Subterránea	0,03	3	808,02	277,59	0,05	3,06	0	66,26	47,38
	Superficial	133	568	2121,05	0,03	0	0	0	6,50	0
Nicoya	Subterránea	0,44	0	8,71	64,88	0	0	0	1,50	47,52
	Superficial	0,65	0	1168,54	2,90	0	0	0	0	0,40
Santa Cruz	Subterránea	2,72	0	54,89	305,66	0	0,45	0	0,19	57,63
	Superficial	0	0	871,40	0,02	0	0	0	0	1,88
Total	Subterránea	3,19	3	871,62	648,13	0,05	3,51	0	67,95	152,53
	Superficial	133,65	568	4160,99	2,95	0	0	0	6,5	2,28

Fuente: Minae. Dirección de Aguas. Octubre, 2016

Del análisis de la información de concesiones en la cuenca del río Tempisque (margen derecha), se tiene que el caudal concesionado para uso de riego es de 5.032,61 l/s, que a partir del CUR estimado, abastece con riego un área de 5.600 hectáreas. Con base en esta información se concluye que el río Tempisque ya no tiene posibilidad de abastecer nuevas áreas de riego.

2.3.2.2 Oferta de agua del Paacume

El objetivo básico de este proyecto es poner a disposición una oferta del recurso agua para diferentes usos en el área de impacto directo en la margen derecha del río Tempisque.

Esta oferta se pretende lograr con la construcción del Embalse en río Piedras, con una presa que genera un almacenamiento del orden de 90 millones de m³. De este volumen, una parte es proveniente del proceso de generación eléctrica de las aguas de la laguna Arenal hasta la captación en el río Magdalena, específicamente en la presa Miguel Pablo Dengo (PMPD), y otra parte por los caudales en la época lluviosa del río Piedras, el trasvase de río Tenorio y el trasvase del río Corobicí.

Para la estimación del caudal que puede abastecer el Embalse de río Piedras, a través de un convenio con la Universidad de Costa Rica (UCR) se elaboró el estudio denominado **Evaluación del rendimiento del Embalse regulador del canal oeste ubicado en el río Piedras, Bagaces, Guanacaste** (Anexo 2 5). El estudio realizado analiza los caudales que aportarían el río Piedras y el Sistema Hidroeléctrico Arenal, Dengo, Sandillal (Ardesa). El objetivo fue el evaluar el rendimiento o caudal seguro del Embalse Piedras con las ofertas actuales y las demandas del Distrito de Riego Arenal Tempisque (DRAT).

También se realizó, por parte del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), una evaluación de la capacidad de Embalse Río Piedras y del caudal que podría suministrar. En ambos casos hay coincidencia en que el caudal disponible para

trasladar a la margen derecha del río Tempisque es de 20 m³/s. Por tanto, se plantean distribuir de la siguiente manera: para uso agropecuario un total de 16,50 m³/s, para consumo humano 2 m³/s y para uso en zona turísticas 1,50 m³/s. En la Ilustración 2 5, se presenta un esquema del balance hídrico del sistema y evidencia el caudal disponible a trasladar a la margen derecha del río Tempisque.

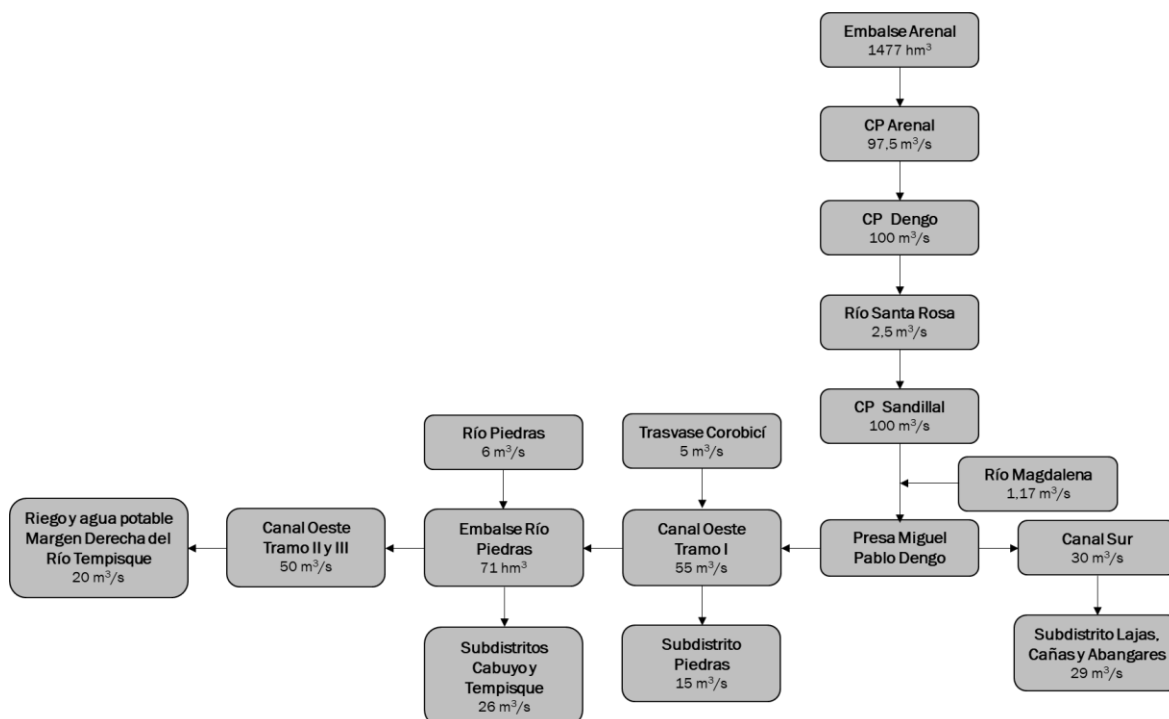


Ilustración 2 5. Esquema Hidráulico. CP: Centro de producción

2.4. Uso propuesto del suelo

A partir de la oferta de agua que introduce el Paacume, específicamente para riego agropecuario 16,5 m³/s, se identifica el área que efectivamente se va a regar. Para las áreas que no sean posibles de abastecer con el proyecto, se deberá buscar y analizar posteriormente una opción que resulte factible y viable dentro de las potenciales alternativas de solución. En el caso del abastecimiento de agua para consumo humano, lo que se propone es una reserva futura sobre un uso prioritario.

Con base en la determinación de los cultivos que se ubican dentro del área regable del proyecto, se delimita una propuesta de cultivos a regar. Esta se utilizará como referencia para la valoración financiera y económica del proyecto.

En la Tabla 2 15 se presenta el uso propuesto del suelo ajustado según la disponibilidad de la oferta de agua para uso agropecuario. De acuerdo al caudal disponible, la demanda de agua puede variar según las épocas de siembra propuestas, eficiencia del método de riego y disponibilidad de agua.

El aumento del área de producción, se considera, con el paso de los años, ya que se optimiza la operación del sistema de riego al aumenta la eficiencia de los métodos de riego utilizados.

Tabla 2 15. Uso propuesto del suelo, épocas de siembra y cosecha, según la oferta de agua disponible

Cultivos	Época siembra	Época cosecha	Total (ha)	Total (%)
Aguacate	Perenne	Abril-Mayo	150	0,80
Arroz	Enero, Julio	Noviembre, Abril	1400	7,51
Ayote	Noviembre, Febrero, Agosto	Enero, Abril, Octubre	175	0,94
Brócoli	Noviembre, Febrero, Mayo, Agosto	Diciembre, Marzo, Junio, Setiembre	11	0,06
Camote	Noviembre-Enero, Abril-Junio	Febrero-Abril, Julio-Setiembre	100	0,54
Caña de azúcar	Diciembre-Febrero	Diciembre-Febrero	8500	45,60
Cebolla	Noviembre, Marzo, Julio	Enero, Mayo, Setiembre	100	0,54
Cebollín	Noviembre, Abril	Enero, Junio	10	0,05
Chile Dulce	Noviembre	Julio-Octubre	90	0,48
Chile Jalapeño	Octubre	Enero-Marzo	80	0,43
Cítricos	Perenne	Diciembre-Febrero	200	1,07
Coliflor	Noviembre, Febrero, Mayo, Agosto	Diciembre, Marzo, Junio, Setiembre	20	0,11
Forrajes	Perenne	Enero-Diciembre	752	4,03
Lechuga	Noviembre, Febrero, Mayo, Agosto	Diciembre, Marzo, Junio, Setiembre	40	0,21
Maíz dulce	Noviembre, Febrero, Mayo, Agosto	Diciembre, Marzo, Junio, Setiembre	100	0,54
Mango	Perenne	Marzo-Abril	950	5,10
Melón	Noviembre-Diciembre	Enero-Marzo	900	4,83
Ñampí	Diciembre-Enero	Setiembre-Octubre	150	0,80
Pacas (heno)	Perenne	Enero, Marzo, Mayo, Julio, Diciembre	2930	15,72
Pasto Estrella	Perenne	Todo el año	188	1,01
Pepino	Noviembre, Marzo	Enero, Mayo	30	0,16
Piña orgánica	Mayo-Agosto	Mayo-Agosto	350	1,88
Repollo	Noviembre, Febrero, Mayo	Enero, Abril, Julio	30	0,16
Sandía	Noviembre-Diciembre	Enero-Febrero	700	3,76
Tiquisque	Diciembre-Enero	Septiembre-Octubre	210	1,13
Tomate	Octubre, Enero	Diciembre-Enero, Marzo-Abril	150	0,80
Yuca	Noviembre-Enero	Setiembre-Noviembre	323	1,73
TOTAL			18639	100

2.4.1 Descripción de las actividades agropecuarias propuestas

La propuesta de cultivos para generar un cambio de agricultura de secano a una agricultura bajo riego es conservadora en el sentido que el arroz, la caña de azúcar y

los pastos se mantienen como los cultivos principales. A pesar de esto, se espera un incremento en la diversificación.

El arroz es un cultivo de alta demanda hídrica, pero con este proyecto, los productores van a tener la oportunidad de regarlo. Sin embargo, es necesario modificar el paquete tecnológico para obtener mayores rendimientos, experimentar con nuevas variedades que resistan el estrés hídrico y utilizar tecnologías de riego para un uso eficiente del agua a aplicar.

La caña de azúcar es el cultivo con mayor área sembrada en el área del proyecto. El área sembrada pertenece en su mayoría a los ingenios El Viejo y Catsa, pero además a productores que la cultivan y venden la cosecha a estos ingenios.

El pasto de piso no es sostenible bajo riego por los altos costos de inversión en los equipos de riego. La propuesta es una actividad ganadera de pastoreo rotacional alimentando con los forrajes que se van a producir en la misma finca: pasto de corta, caña de azúcar como banco energético, el botón de oro como banco proteico que se consume fresco, siembra de maíz bajo riego que se muele y se le suple como concentrado especialmente en la época lluviosa.

Las áreas de frutales, melón y el pasto para la henificación se incrementan, siendo ésta última una alternativa para el autoconsumo del agricultor, o para que las venda a ganaderos de la zona.

Los cultivos que se introducen, son las hortalizas como la siembra de cebolla, chile dulce, tomate, chilote/elote, sandía y las raíces y tubérculos como el camote, ñampi, tiquisque y yuca. Además, se recomiendan otros cultivos como aguacate, brócoli, chile jalapeño, coliflor, pepino, repollo, entre otros.

En frutales, lo ideal es que las fincas que se dediquen a esta producción, puedan desarrollar otras actividades económicas para cubrir gastos de flujo de caja mientras la plantación llega a su estado de producción. Las fincas con áreas entre 5 y 10 hectáreas pueden dedicarse a la producción de frutales de manera eficiente, combinando las actividades con otras como, por ejemplo, la producción de hortalizas.

2.4.1.1 Aguacate (*Persea americana*)

El aguacate es un cultivo perenne y en Costa Rica hay aproximadamente 1.100 hectáreas sembrada de aguacate, de las cuales un 9% corresponde a la provincia de Guanacaste. La temperatura y la precipitación son los dos factores de mayor incidencia en el desarrollo del cultivo.

Las variedades de bajura recomendadas (<1000 ms.n.m.) son Simmonds, Catalina, Booth 8, Booth 7, Masutomi y Kahalú.

La época de cosecha está prevista para entre abril y mayo y las áreas mínimas rentables para el cultivo de aguacate son de entre 1,03 hectáreas y 3,79 hectáreas para rentabilidades de CBA y GPH (Gasto Promedio de los Hogares), respectivamente.

Las propiedades con suelos molisoles e inceptisoles pueden ser empleadas para la producción de frutales. El aguacate es más exigente a las características del suelo que otros frutales y debido a su sistema radicular, se adapta a suelos difíciles, sin embargo, requiere de un adecuado manejo del agua.

2.4.1.2 Arroz (*Oryza sativa*)

En Costa Rica, Guanacaste es el mayor productor de este cultivo con un área destinada de 24.313 hectáreas aproximadamente. El riego va a permitir obtener dos cosechas de arroz al año. Las variedades que más se siembran en la zona son la Palmar 18, en la época lluviosa, Puitá INTA y Sierpe fl 250 bajo riego, con fechas de siembra del cultivo de arroz en secano en junio y julio para cosechar en setiembre y octubre con un rendimiento promedio de 3,5 t/ha.

El desarrollo y crecimiento de la planta depende exclusivamente de la lluvia durante esos meses de cultivo, lo cual es una situación muy riesgosa bajo estas condiciones por la variabilidad climática de los últimos años. En condiciones bajo riego se propone la siembra de arroz en enero para cosechar en abril, que coincide con la fase fenológica de macollamiento y floración con la máxima radiación solar, que induce a la planta a tener más energía para el proceso fotosintético y obtener rendimientos mayores de 5 t/ha que es el promedio en el DRAT. En la Ilustración 2 6, se presenta el ciclo fenológico del arroz en su fase crítica a la radiación solar.

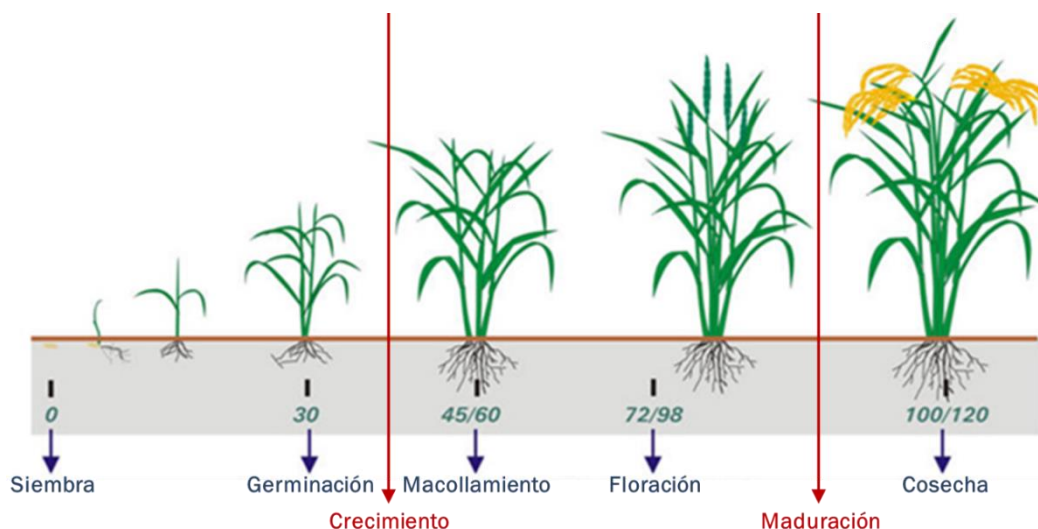


Ilustración 2 6. Fases fenológicas del cultivo de arroz

Según Calvo (2018), el desarrollo de esta especie está ligado específicamente a la disponibilidad de suelos vertisoles. El estudio realizado por el Catie indica que las áreas mínimas rentables para este cultivo, esperando una rentabilidad correspondiente a la CBA y a GPH, son de 8,9 y 33,5 hectáreas, respectivamente. Por lo tanto, el cultivo de arroz deberá incentivarse en aquellas fincas cuyas extensiones sean de 10 o más y hasta 35 hectáreas. El riego por gravedad será el más conveniente para el desarrollo de esta actividad productiva.

2.4.1.3 Ayote (*Cucurbita maxima*)

En Guanacaste hay aproximadamente 14 hectáreas sembradas de ayote, siendo la provincia con menos área sembrada a nivel nacional (1%). Este es un cultivo que posee una alta demanda en el mercado de exportación, ya que el volumen de rechazo es muy bajo (menos del 10%).

Son plantas anuales, de tallos que pueden llegar a extenderse hasta 10 metros con raíces adventicias en los nudos y alcanzan la madurez entre 90 y 120 días después de la siembra. Las variedades más utilizadas en Costa Rica son el Sello de Oro, el cual es redondeado; el Calabazo o jamaquino que tiene un gran cuello; el ayote amarillo, el Arjuna y más recientemente Marvina y Crowning.

El ayote se siembra a una distancia de 3 x 3 metros, la cual permite un mayor número de plantas/hectárea con mayor luminosidad y menos humedad en el cultivo por lo que se evita la reproducción de enfermedades. Se busca que el ayote tenga una producción con buen tamaño, pulpa carnosa seca y color anaranjado con rendimientos óptimos de 32.000 kg/ha, los que pueden variar si se trata de ayote tierno. Según Calvo (2018), la rentabilidad para la CBA es de 0,31 hectáreas y para el GPH es de 1,14 hectáreas.

Para la producción del mismo, es recomendable la utilización de cintas para realizar riegos por goteo. Este cultivo demanda poca agua, sin embargo, no puede faltarle, principalmente durante el llenado de fruto.

2.4.1.4 Brócoli (*Brassica oleracea var italica*)

Las áreas de Brócoli en Costa Rica, son relativamente pequeñas, sin embargo, es un producto potencial de exportación. Las variedades utilizadas en el cultivo de brócoli son: Green Valiant, Pirata, Shogun, Green Duke, Green Charger (MAG, 2003). Para climas calientes y húmedos, se han desarrollado, en la zona de Guanacaste, los cultivares de Zen y Green King.

El rendimiento previsto es de 18 t/ha. La rentabilidad es de 0,13 hectáreas y 0,47 hectáreas para el CBA y el GPH, respectivamente.

2.4.1.5 Camote (*Ipomoea batata*)

La yuca, ñampí, tiquisque y el camote son los productos de mayor exportación para el mercado latino principalmente. La época de cosecha se hace coincidir con las ventanas de mercado. El camote para mercado nacional se siembra el criollo, y en caso de agroindustria como las hojuelas, las variedades están en proceso de investigación.

En Costa Rica se encuentran 919 hectáreas dedicadas a este cultivo, de las cuales un 3% corresponde a la provincia de Guanacaste. El camote prefiere suelos francos con alto contenido de materia orgánica. Produce bien desde suelos pesados hasta arenosos. En el país el promedio de rendimiento es de 9 t/ha.

Las plantaciones camote deben realizarse principalmente en suelos molisoles, dados los hábitos de crecimiento de estas especies, particularmente el de sus órganos aprovechables. El área mínima rentable para este cultivo es de 0,73 hectáreas y de 2,70 hectáreas para rentabilidades de CBA y de GPH, respectivamente. Este rango de áreas da posibilidad para la incorporación de fincas de menos de 5 hectáreas a la producción de este cultivo. La viabilidad de uso de sistemas de riego presurizados deberá asociarse al cultivo de estas especies.

2.4.1.6 Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

Guanacaste posee la mitad del área sembrada en el país, con un total de 35.755 hectáreas, siendo la Azucarera El Viejo, el principal productor de caña de azúcar, ya que siembra en fincas propias y arrendadas practicando la rotación del cultivo con arroz; que la hacen sembrando dos o tres años arroz y luego 4 o 5 años de caña de azúcar. Esta práctica ayuda a la recuperación de suelos, ya que la mecanización agrícola utilizada en el cultivo de arroz ocasiona deterioro físico en los suelos arcillosos que es en los que se cultiva principalmente.

Las variedades que se siembran actualmente son la Barbados 74132, 82333 y Nortentina 851602.

La producción de caña de azúcar dentro del perímetro de Paacume debe orientarse hacia las fincas que dispongan de más de 5,23 hectáreas, que es el AMRR para este cultivo, para una rentabilidad de CBA y un área mínima productiva de 19,86 hectáreas para la rentabilidad de GPH. Preferiblemente se identificará aquellas propiedades que dispongan de suelos molisoles, aunque también pueden seleccionarse fincas que presenten suelos vertisoles. En el área de Paacume se dispone de 7.427 hectáreas con vocación para el cultivo de caña, las cuales involucran fincas con extensiones de entre 5 hectáreas y 50 hectáreas.

2.4.1.7 Cebolla (*Allium cepa*)

Costa Rica tiene aproximadamente 1600 hectáreas dedicadas al cultivo de la cebolla, del que Guanacaste únicamente aporta un 3%. La cebolla es un producto de importancia en la región, se siembra alrededor de 47 hectáreas de las que se obtienen unas 1.880 toneladas de cebolla anuales y participan cerca de 33 agricultores.

La región Chorotega posee altos rendimientos (30 t/ha). En la propuesta de cultivos se incluye la producción de cebolla, con las variedades Granex 429, Yellow Granex, don Víctor que son cebollas de variedades amarillas, la variedad Matahari para cebolla morada. Este cultivo tiene una rentabilidad de 0,10 hectáreas para CBA y 0,37 hectáreas para el GPH.

2.4.1.8 Cebollín (*Allium fistulosum*)

A diferencia de la cebolla, al cebollín prefiere una mayor humedad, la cual tampoco debe ser en exceso (principalmente cuanto está próxima su cosecha y hay muchos pseudotallos/hectárea). El riego puede realizarse en surcos, por goteo o por aspersión.

La densidad de siembra recomendada es de 100.000 plantas/hectárea, con camas de 1,20 metros de ancho y plantas al tresbolillo de 25 centímetros de separación, el surco que separa cada cama será de 30 a 40 centímetros. Se puede llegar a producir 30 t/ha bajo un adecuado manejo.

La rentabilidad del cultivo es igual que la cebolla y con tres ciclos al año.

2.4.1.9 Chile Dulce (*Capsicum annum*)

En Costa Rica, según el censo realizado en 2014, existen sembradas 1.086 hectáreas de está cultivo. Para Guanacaste, se indica que el área sembrada es de 89 hectáreas distribuidas en 141 fincas (INEC, 2015).

En este cultivo se destacan las variedades: Dulcítico, Cortés, y la Fabio Baudrit 10 que no ha sido liberada, pero los resultados de investigación la señalan como promisoría para la bajura.

Este cultivo requiere de una lámina de agua de 900 a 1.200 mm, resiste al estrés hídrico, sin embargo, se pueden producir daños irreversibles. La distancia de siembra oscila entre 0,70 y 1,20 entre hileras y de 0,40 a 0,60 entre plantas.

Bajo un adecuado manejo técnico y uso de variedades adecuadas para cada zona específica, los rendimientos promedio son de 24 t/ha. La rentabilidad está dada por 0,29 hectáreas y 1,08 hectáreas para el CBA y el GPH, correspondientemente.

2.4.1.10 Chile Jalapeño (*Capsicum annum*)

En Costa Rica, el chile picante es una de las hortalizas con más importancia en la industria de conservas; la mayor parte de la producción se destina al consumo interno, como materia prima para elaborar distintos productos. Por sus diversas opciones de consumo (lo que favorece su exportación), se convierte en un cultivo atractivo para ser incorporado en un sistema producción (Calvo ,2018).

El país posee las condiciones agroclimáticas adecuadas para su producción. Esta hortaliza se puede cultivar en distintos tipos de suelos desde los ligeros hasta los pesados. Sin embargo, los suelos francos y francos arenosos son los óptimos para su desarrollo. Deben tener buena aireación, humedad y drenaje; debido a que la planta es susceptible a pudriciones.

Bajo un adecuado manejo técnico y uso de variedades adecuadas para cada zona específica, los rendimientos promedio son de 60 t/ha. La rentabilidad varía de 0,15 hectáreas y 0,54 hectáreas para CBA y GPH, según corresponda.

2.4.1.11 Cítricos (*Citrus spp*)

Los cítricos son plantas perennes, entre las cuales se destacan las naranjas, limones, mandarinas, toronjas, entre otras. Con una época de cosecha de diciembre a febrero.

En Costa Rica, la naranja es el cítrico de mayor importancia, a este se destinan 19.559 hectáreas para su producción. Alajuela y Guanacaste son las provincias con mayor área (8.721 y 6.967 respectivamente) (INEC, 2015).

Se propone la siembra de cítricos como naranja, limón mesino y limón mandarina. Para cítricos las áreas mínimas rentables son de entre 1,94 y 7,16 hectáreas, para rentabilidades de CBA y GPH, respectivamente. En este sentido, aunque las fincas de menos de 5 hectáreas pueden ser viables, lo cierto es que las plantaciones nuevas de estos cultivos requieren de varios años para alcanzar estados de producción sostenida.

2.4.1.12 Coliflor (*Brassica oleracea var botrytis*)

A nivel nacional existen aproximadamente 237 hectáreas dedicadas a este cultivo, de las cuales únicamente un 2% corresponde a la provincia de Guanacaste, con un total de 7 fincas.

Existen los cultivares tipo Snow Ball; entre ellos destacan los Snow Ball X, Snow Ball Y, Snow Ball A y Snow Ball Y Improved. Para climas calientes y húmedos, se ha desarrollado, en Guanacaste, el cultivar Snow White.

El rendimiento esperado para coliflor es de 23 t/ha, con una rentabilidad de CBA de 0,20 hectáreas y una rentabilidad de GPH de 0,74 hectáreas.

2.4.1.13 Forrajes

Dentro de la propuesta de cultivos, se recomienda la siembra de diferentes forrajes que serán utilizados en su mayoría para la alimentación bovina.

El botón de oro (*Tithonia diversifolia*) se puede utilizar como banco proteico hasta un 25% en la ración. Es una planta endémica de Costa Rica, no es una leguminosa, pero acumula nitrógeno en las hojas como si lo fuera, tiene altos niveles de fósforo, alto volumen radicular, es fuerte, puede soportar la poda a nivel de suelo y la altura de corte puede ser de 60 a 80 centímetros. Es de rápido crecimiento, baja demanda en insumos y manejo del cultivo.

Tiene altos contenidos de proteína: 20% en suelos poco fértiles y pedregosos, hasta 32% en suelos de buena fertilidad. Debe dársele a los animales antes de florear y produce entre 90 a 130 toneladas/materia verde/ha/año equivalente a 24 y 35 toneladas/materia seca/año, con una densidad de siembra de 1 m x 1 m.

La caña también será utilizada como banco energético por el alto contenido de azúcares (carbohidratos), que proporciona gran parte de la energía que los animales necesitan. Cualquier caña puede dársele al ganado como alimento fresco picado y preferiblemente mezclada con una fuente proteica o con otra gramínea que puede ser cualquier pasto de corta.

No es conveniente utilizarla sola, siendo recomendable seleccionar variedades de rápido crecimiento, maduración temprana, alto tonelaje por hectárea, alta concentración de sacarosa, resistentes a la sequía, suave para picar, que no presente floración, buen encepamiento, sin pelo y resistente a las plagas y enfermedades. Una hectárea de cultivo de caña con un rendimiento medio es capaz de aportar en condiciones favorables en el término de 10 a 12 meses, una producción aproximada de 90 a 100 toneladas de caña para forraje, lo que representa más del doble que otras plantas comerciales.

El rendimiento de forraje de una hectárea es de aproximadamente 70 a 75 toneladas de forraje fresco por corte y lo óptimo es aprovecharla entre los 45 y los 60 días, con lo que se consigue la mejor calidad en cuanto a contenido de nutrientes y digestibilidad.

Los forrajes se describen a mayor detalle en el Apartado 2.4.1.28, el cual hace referencia a la parte de la propuesta de ganadería para el Paacume.

2.4.1.14 Lechuga (*Lactuca sativa*)

En Costa Rica se encuentran aproximadamente 817 hectáreas dedicadas al cultivo de lechuga, de las cuales Guanacaste representa únicamente el 1%, con una representación de 59 fincas dedicadas a la producción de esta hortaliza.

La lechuga es sensible a la falta de humedad debido a que su sistema radicular es muy reducido con respecto a su parte aérea. La humedad relativa apta es del 60-80% y los suelos ideales para el desarrollo de este cultivo deben de ser ligeros, arenosos-limosos.

Las principales variedades de lechuga que se consumen en Costa Rica son: americana y la Boston (MAG, 2006). Bajo un adecuado manejo técnico y uso de variedades adecuadas para cada zona específica, los rendimientos promedio son de 13.118 kg/ha. La rentabilidad de este cultivo está dada por 0,13 y 0,49 para CBA y GPH, respectivamente.

2.4.1.15 Maíz dulce (*Zea mays*)

En Costa Rica, el área destinada a la producción de maíz, en Guanacaste es de 3.640 hectáreas (INEC, 2015). Hay varias variedades certificadas entre ellas las del Instituto Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA) como Los Diamantes 8843 que es de grano blanco y la EJM-2 que es de grano amarillo.

Se proponen los meses de diciembre, enero, febrero, abril, mayo, junio, agosto setiembre y octubre para la siembra de este cultivo. Se asume que un 50% se va a cosechar como chilote y el porcentaje restante como elote.

Los rendimientos oscilan las 40 t/ha bajo un adecuado manejo y dependiendo de las variedades utilizadas, así como la ubicación geográfica de la plantación.

El maíz es un cultivo de gran respuesta al riego y presenta dos períodos críticos en los cuales hay que evitar el déficit, el primero es de la germinación al final de la emergencia y el segundo es el de la salida de la panoja (flor masculina) a la cosecha.

La distancia de siembra utilizada en siembra manual es de 0,75 m entre hileras y 0,40 a 0,50 m entre plantas, dando densidades de siembra variables. Para este proyecto se estima una densidad de siembra de 33.333 plantas/hectárea (0,75 m x 0,40 m), con un 15% de pérdida de cultivo. Para chilote/elote se siembran variedades híbridas adaptadas a la zona.

La rentabilidad de este cultivo es de 0,17 y 0,63 en CBA y GPH, respectivamente.

2.4.1.16 Mango (*Mangifera indica*)

En el país hay aproximadamente 5.162 hectáreas de mango, del que Guanacaste aporta un 30%. En el área del proyecto hay varias fincas que ya se dedican a la producción de mango para exportación, con la ventaja de que el viaje de Costa Rica a Rotterdam (Holanda) es menor que desde Brasil o Perú, lo que le asegura un puesto en el mercado de exportación.

Las variedades que siembran son: Cavallini, Tommy Atkins, Keitt que es la de mayor rendimiento (12 t/ha) y Kent que es la más gustada en el mercado europeo.

Actualmente las plantaciones las riegan por goteo con abastecimiento de agua de pozo, para garantizar la inocuidad del producto a exportar. Para el cultivo de mango, todas las fincas de Paacume son viables, ya que la rentabilidad es de 0,95 para CBA y 2,69 para GPH.

2.4.1.17 Melón (*Cucumis melo*)

La provincia con mayor área destinada al cultivo es Guanacaste, a esta corresponde, el 75% de la producción total nacional, correspondiente a 5.913 hectáreas aproximadamente. Costa Rica tiene las condiciones para producir frutas de buena calidad para exportación, con buen sabor, alto valor en grados brix y en el porcentaje de sólidos totales.

En la zona hay dos empresas productoras de melón para exportación: Del Monte y Exporpack que exporta el híbrido Tenorio de la variedad Galia, el híbrido Agustino de la variedad Charantais, y la variedad Yellow Honey Dew. Los viveros los hacen a mediados de octubre y comienzan a trasplantar escalonadamente a principios de noviembre, para iniciar la producción en la primera o la segunda semana de enero hasta mediados de mayo. Para asegurar la siembra, la sanidad del cultivo y bajar costos por pérdida de semilla, se hace un vivero y a los 15 días aproximadamente se trasplantan al campo para iniciar cosecha a los 75 días. El melón de rechazo es colocado en el mercado nacional.

Para el desarrollo exitoso de plantaciones de melón se requiere de suelos sueltos y bien drenados, características asociadas a los suelos molisoles. Los criterios de asociatividad entre productores pueden contribuir a consolidar oferta para el mercado y a proteger a los pequeños productores que deseen desarrollar esta actividad. El sistema de riego por goteo y la fertirrigación aunados al cultivo en suelos molisoles propiciarán la obtención de cosechas importantes en cantidad y calidad para consumo local.

Según Calvo (2018), las fincas de mínimo una hectárea será adecuadas para el desarrollo de esta actividad.

2.4.1.18 Ñampí (*Colocasia sculenta* var *Antiquorum*)

En Costa Rica, hay aproximadamente 2.261 hectáreas del ñampí, con un 2% ubicado específicamente en la provincia de Guanacaste.

Para el ñampí no hay variedades identificadas. Existen dos tipos: La malanga conocida como Dasheen, la cual es poco cultivada en el país y el tipo Eddoe conocido como chamol o ñampí.

El rendimiento aproximado es de 10 t/ha y la rentabilidad del CBA y GPH es de 2,90 hectáreas y 6,48 hectáreas, respectivamente.

2.4.1.19 Pacas (heno)

Esta actividad se encuentra actualmente desarrollada en áreas sin riego dentro del Paacume bajo condiciones de secano; sin embargo, la dotación de sistemas de riego para este rubro, particularmente para su uso durante la época seca, favorecerá la obtención de rendimientos importantes. A pesar de esta expectativa, se debe seleccionar adecuadamente el sistema de riego apto, ya que no será rentable la adecuación de terrenos para el desarrollo de esta actividad. En este sentido, el sistema de riego que mejor se adapta al conjunto de especies a base de las cuales se producen pacas, es el riego por aspersión.

Los suelos que se adaptan mejor a la producción de pacas son inceptisoles, molisoles y con algunas limitaciones los vertisoles, principalmente por los inconvenientes que presentan los equipos de empaclado durante la época lluviosa. En general, para el desarrollo de la actividad de producción de pacas se preferirán fincas que tengan extensiones de más de 7 hectáreas y que permitan la operación de la maquinaria eficientemente.

Los pastos con mejores condiciones para la elaboración de heno son los que tienen hojas y tallos delgados que permitan la eliminación del contenido de humedad en pocas horas. Las más cotizadas para la henificación en Costa Rica por calidad y cantidad de forraje son Transvala (*Digitaria decumbens* Stent., cv. *Transvala*) y Swazi (*Digitaria swazilandensis*).

El pasto Transvala fue introducido a Costa Rica, probablemente, en la década de los setentas. Su sistema de reproducción por estolones le da una gran capacidad de propagación y establecimiento (no produce semilla sexual viable). Este pasto es apto para la henificación gracias a sus características de crecimiento erecto, denso, hojas y tallos finos.

Es sembrado, tradicionalmente, bajo sistema de secano, la producción de este con sistema de riego aumenta su calidad y producción, siendo incluso más rentable que el cultivo de arroz. El impulso de la producción de este pasto para henificación en

sistemas de riego puede potenciar la producción nacional de leche y carne por la disponibilidad de este como insumo (Morales et al, 2003).

La siembra tanto para los de piso como para heno se debe de hacer entre los meses de junio a agosto. El establecimiento de los pastos para henificar tarda de 3 a 4 meses y una vez que esté bien establecido se puede realizar la primera corta. De ahí en adelante según se presente el clima y de acuerdo al manejo de la especie se pueden hacer de 4 a 6 cortes por año.

Responde de manera muy eficiente a la buena preparación del terreno, al buen manejo con riego y sobre todo a la aplicación del fertilizante como una práctica de manejo, lo mismo que el control de malas hierbas, especialmente las de hoja ancha. La semilla son estolones y éstos deben de guardar suficiente madurez para lograr una buena germinación a la siembra.

También es recomendable que la fertilización de pasto de corta se lleve a cabo después de cada cosecha junto a la aplicación de riego para que se disponga de humedad. Por lo general se usa la urea, pero puede ser cualquier fuente nitrogenada. Posteriormente, a los treinta días se le da una última fertilización y se repite el sistema después de cada corte. El pasto Transvala no admite encharcamiento, por lo que los potreros deben de estar bien drenados. El pasto Transvala prefiere suelos francos; sin embargo, produce bien en suelos arcillosos.

Si se estima un total de cuatro cortes/año, en el primer corte se puede obtener una producción promedio de 300 a 400 pacas/hectárea y en los tres cortes restantes un rendimiento esperado de 300 pacas/corte en promedio, obteniéndose una producción estimada bajo riego de 1200 pacas/hectárea/año. El peso promedio de cada paca es de 15 kilogramos (tomando en cuenta un 90% de materia seca y un 10% de humedad).

El impulso de la producción de este pasto para henificación en sistemas de riego, en el área del Paacume, puede potenciar la producción nacional de leche y carne por la disponibilidad de este como insumo, al igual que se hace en el DRAT.

Una abundante cosecha corresponde a la producción de 500-700 pacas/hectárea. Con un adecuado plan de fertilización utilizando principalmente nitrógeno. El peso promedio de cada paca es de 15 kilogramos (tomando en cuenta un 90% de materia seca y un 10% de humedad).

2.4.1.20 Pasto Estrella (*Cynodon nlemfuenis*)

El pasto estrella tendrá riego por gravedad y con ello se alcanzaría una disponibilidad y calidad de forraje a lo largo del año, para mantener una producción estable del rebaño.

El pasto estrella tiene una recuperación de 4 a 5 semana entre pastoreos. Con el fin de tener una alta producción de materia seca alta es necesario limitar los pastoreos, para su recuperación. La rotación del pasto estrella cada 25 días debe ser flexible para permitir, en conjunto con programas de fertilización, optimizar la productividad de las pasturas y su persistencia.

2.4.1.21 Pepino (*Cucumis sativus* L.)

En Costa Rica se ha evaluado el cultivo en algunas zonas para la exportación, entre estas Guanacaste, que tiene las condiciones adecuadas del suelo y clima. Los vientos limitan su adaptación, pero para esto se pueden utilizar barreras rompe vientos, casa malla, invernaderos, entre otras, favoreciendo la actividad de los insectos polinizadores y disminuyendo los daños físicos de las plantas.

El pepino se adapta a una gran variedad de localidades y puede cultivarse todo el año si se cuenta con riego, pero no se recomienda su cultivo en épocas muy lluviosas. Las variedades utilizadas para consumo fresco son Palomar, Poinsett, Victory, Marqueter, Market-More, Gémini (híbrido), Pioneer-Explorer Premir, Wisconsin 18, Spartan Daun y Ohio 17 y el híbrido, utilizado para exportación, Dasher II.

Este cultivo tiene una rentabilidad de 1,25 hectáreas y 4,59 hectáreas, respectivamente. Bajo un adecuado manejo técnico y uso de variedades adecuadas para cada zona específica, los rendimientos promedio son de 17 t/ha.

2.4.1.22 Piña orgánica (*Ananas comusus*)

Uno de los productos agrícolas que más ha diversificado las exportaciones de Costa Rica y que genera más de 32.000 empleos directos, es la producción de piña.

Sin embargo, pese a sus áreas extensivas de siembra y el empleo de grandes cantidades de agroquímicos, se propone que este cultivo en la margen derecha sea desarrollado de manera orgánica, es decir, una producción más en pro de la conservación del ambiente, donde el sistema de producción utiliza al máximo los recursos de la finca y minimiza la utilización de los recursos no renovables.

La producción de este cultivo, apuesta a que sean los pequeños productores (1 – 10 ha) quien lo desarrollen, para ponerla a la venta en mercados diferenciados, comercio justo, mercado orgánico, cumpliendo estándares internacionales óptimos en manejo de agroquímicos y control de impacto ambiental.

Con la piña orgánica se reducen los impactos ambientales, ya que aparte de que hay una reducción del uso de agroquímicos, la producción resulta más amigable ambientalmente y sustentable.

En este momento la producción de piña orgánica es rentable porque el mercado es pequeño y está relacionado con el turismo, que es una actividad económica en crecimiento en Guanacaste. Se propone también que la producción de piña orgánica en el Paacume, sirva de modelo para las demás áreas del país.

2.4.1.23 Repollo (*Brassica oleracea var capitata*)

En Guanacaste hay aproximadamente 13 hectáreas de este cultivo, que corresponde a un 2% de la producción nacional. La variedad de repollo más utilizada es híbrido Stone Head, mientras que el Summer Autumn (repollo blanco) y Scarlet (repollo morado), han mostrado gran adaptación y buenos rendimientos, estimado en 30 t/ha.

El suministro de agua debe distribuirse durante todo el ciclo de cultivo. El repollo se puede cultivar en gran variedad de suelos, desde arenosos y limo arenoso hasta franco arenosos. En los suelos arcillosos el ciclo del cultivo es más largo.

Esto desarrollando un adecuado manejo de la plantación y puede variar dependiendo las variedades utilizadas de cada cultivo, así como la ubicación geográfica de la plantación. La rentabilidad del cultivo para CBA es de 0,24 hectáreas y para GPH es de 0,87 hectáreas.

2.4.1.24 Sandía (*Citrullus lanatus*)

Las sandías más sembradas son las variedades pequeñas como la Quetzali y Myckylee que es de muy buen sabor. Además, están las sandías híbridas que producen frutos partenocárpicos, (sin semillas) originados a partir de la polinización de plantas triploides con polen de plantas diploides.

En Costa Rica, se presenta un total de 2.375 ha existentes y le corresponde a Guanacaste el 23%, equivalente a 553 hectáreas. Se considera el incremento de área para consumo interno con un 39,73%. Sin embargo, el destino de las cosechas es para exportación principalmente, por lo que se espera no tener efectos importantes sobre los precios para el consumo nacional.

Para el desarrollo exitoso de plantaciones de sandía se requiere de suelos sueltos y bien drenados, características asociadas a los suelos molisoles.

2.4.1.25 Tiquisque (*Xanthosoma sagittifolium*)

En Costa Rica, existe una extensión de 2.402 hectáreas, aproximadamente, destinada al cultivo de tiquisque, un 23% de la producción de Costa Rica.

El tiquisque es para consumo fresco y tiene más mercado el cultivo color lila que el blanco. Se reportan rendimientos que van de las 2 a 12 t/ha, sin embargo, puede

variar según sea la variedad y la zona donde se establezca la plantación. La rentabilidad varía entre 0,67 y 2,45 hectáreas de CBA y GPH, según corresponda.

Este cultivo requiere suelos profundos, que tengan una textura media y además un buen drenaje. Además, necesita un régimen de lluvias abundantes durante todo su ciclo vegetativo.

2.4.1.26 Tomate (*Solanum lycopersicum*)

En Costa Rica existen 1.250 hectáreas de cultivares de tomate, de los cuales 67 hectáreas se concentran en la provincia de Guanacaste. Este es un cultivo de alto consumo en el país, donde se producen principalmente dos tipos; el fresco y el tomate para elaboración de salsas.

En cuanto al tomate las variedades que han dado buenos resultados son la Saladet y Cherry, y están investigando otras adaptables a las condiciones de bajura. El tomate y chile dulce son hortalizas de porte alto y se debe de tomar en consideración la siembra de cortinas rompe vientos, para evitar el volcamiento de las plantas.

Bajo un adecuado manejo técnico y uso de variedades adecuadas para cada zona específica, los rendimientos promedio son de 23.000 kg/ha. La rentabilidad para tomate es de 0,29 hectáreas para CBA y 1,07 hectáreas para GPH.

2.4.1.27 Yuca (*Manihot esculenta*)

Existen en Costa Rica 15.045 hectáreas dedicadas a la producción del cultivo de yuca, de las cuales 188 hectáreas pertenecen a la provincia de Guanacaste.

La variedad de yuca que se siembra actualmente para consumo nacional y uso industrial es la valencia. En una parcela en Falconiana, funcionarios del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el INTA evaluaron cuatro variedades de yuca amarga para la alimentación animal, incorporándola como yuca fresca o elaborando subproductos que se pueden adicionar en la alimentación como trozos secos, harina de yuca, harina de yuca integral (incorporando la cáscara de la yuca), follaje picado, silos y bloques nutricionales. Por tal motivo, su incorporación en las dietas de los diferentes sistemas de producción animal (ganadería de engorde y doble propósito, porcinos y otros) podrá representar una alternativa para maximizar los rendimientos. Además, el ganadero puede disminuir los costos de producción ya que tendrá la alternativa de sustituir parcialmente el maíz amarillo que es de un costo superior¹³.

¹³ Red InnoAgro. INTA (Costa Rica): La yuca nueva alternativa para alimentación animal. 2016

Es necesario validar a nivel comercial los materiales genéticos más promisorios, pero desde ahora su cultivo se vislumbra como una opción de producción, tanto para alimentación animal, como otras variedades comestibles.

La yuca es una planta muy susceptible al encharcamiento debido a que produce pudrición en las raíces. El riego se puede realizar por gravedad con la preparación de surcos. La rentabilidad es de 0,88 hectáreas para CBA y 3,26 hectáreas para GPH.

2.4.1.28 Ganadería

Uno de los principales problemas de la actividad ganadera en la región Chorotega es la estación seca y en los últimos años, y la variabilidad climática, que limita la producción pecuaria de manera sostenida durante el año, por la disminución de pastos en las fincas. Para lograr una producción y reproducción permanente, cada finca debe asegurar y planificar la producción de alimento para el período seco, y prescindir, en la medida de lo posible, de insumos externos. La finca debe producir al menos el 80% de la alimentación del ganado y comprar sólo aquellos productos fundamentales para aumentar la producción; tales como minerales y suplementos de alto valor nutritivo, indispensables en la etapa final del engorde.

El uso actual del suelo del área del Paacume, presenta el pasto de piso como el área de mayor cobertura para la actividad ganadera. Se asume que la propuesta ganadera es para la producción sostenible de engorde de novillos de 350 a 530 kilogramos, el doble propósito y la producción de carne de ovinos para el área del Paacume. Se considera que la finca debe tener un área mínima de 26 hectáreas, sin embargo, este dato varía según la actividad a desarrollar. Así mismo, hay que tomar en cuenta la infraestructura de la finca, además de canoas, bebederos, saladeros. El propósito es consolidarla en una ganadería más rentable, empresarial, sostenible y orientada hacia la ganadería baja en carbono.

La propuesta inicial es sustituir el pasto de piso por un pasto de piso mejorado con el fin de aumentar la carga animal que actualmente es de 0,73 UA/ha para la región Chorotega, según la Encuesta Ganadera del 2012.

La producción de forrajes bajo riego permitirá a los ganaderos del área del Paacume que adopten los modelos de producción propuestos por Casasola (2018) en la consultoría realizada por el Catie, para alcanzar cargas animales elevadas, producción de leche de hasta 4.171 de l/ha/año y de 228 kilogramos de carne/hectárea/año (Anexo 2 6). Al depender de forrajes producidos en la finca es posible reducir la vulnerabilidad ante variaciones del cambio climático.

Para la alimentación del ganado, será necesario el establecimiento y manejo de pasto de corta, caña, botón de oro y maíz para ensilaje. El forraje se brinda al ganado por medio de pastoreo controlado o servido en fresco en la canoa.

Casasola (2018), propone tres modelos de fincas ganaderas, en las cuales se calcularon las AMRR: ganadería de engorde entre 350 a 530 kilogramos, doble propósito y producción de carne de ovinos.

2.4.1.28.1 Ganadería de engorde entre 350 a 530 kilogramos

La propuesta indica que se engordan novillos comprados con un peso promedio de 350 kilogramos, con una carga animal de 0,70 UA/ha, los cuales salen al mercado cuando alcanzan un peso mínimo de 530 kilogramos. Se plantea alimentar a los novillos por un periodo de 160 a 170 días y obtener ganancias de peso diario de un kilogramo. Para el desarrollo de este modelo se requiere un área de 32,66 hectáreas, distribuida en 3,36 hectáreas de pasto de corta, 2,12 hectáreas de caña, 1,55 hectáreas de botón de Oro, 1,55 hectáreas de maíz para ensilaje, sembrado una sola vez, o cuatro siembras de 0,38 hectáreas al año, un área de potreros de 23,08 hectáreas y una hectárea de infraestructura.

Se pueden alimentar 140 novillos con un peso de 475 kilogramos en promedio en un año, de los cuales se engordan 90 novillos en la época seca, utilizando forrajes frescos y ensilados provenientes de bancos forrajeros y 50 novillos durante la época lluviosa, utilizando al máximo el forraje disponible en los potreros y caña fresca. Para un total de 140 novillos, con una carga animal de 5 UA/ha y una ganancia de peso diaria de un kilogramo, con periodos de entre 160 a 170 días, se obtiene una ganancia de peso por finca de 23.400 kilogramos de carne, que al dividirlos entre el área de la finca de 32,66 hectáreas hace que se obtengan rendimientos de 717 kg/ha/año.

La compra de los novillos se realiza al inicio de cada uno de los periodos de engorda y los mismos serán comprados en subastas y deberán ser de la raza Cebú o cruces de animales Cebú con razas europeas.

La alimentación está basada en especies forrajeras leñosas como el botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y la morera (*Morus alba*), gramíneas para corte y acarreo como los pastos de corte (King grass, marafalfa, el pasto morado y el OM-22 todos ellos pertenecientes al género (*Pennisetum spp*), el maíz (*Zea mays*), y la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y pastos para potreros de los géneros *Brachiaria spp*, *Panicum spp* y *Andropogon spp*, entre otros).

Para producir de manera sostenible en el trópico subhúmedo de Costa Rica y hacer frente a la variabilidad y cambio climático, los ganaderos deben producir forrajes verdes o ensilados de calidad y en la cantidad suficiente para que los animales alcancen producciones mayores y más estables durante todo el año.

Para suplir los requerimientos nutricionales de los novillos se elaboró una dieta para verano y otra para invierno. En la época de verano los bovinos serán alimentados con 20 gramos de urea, 2,7 kilogramos en silaje de maíz, 25 kilogramos de pasto de corta (50 % fresco +50 % ensilado), 12,4 kilogramos de caña y 4,8 kilogramos de botón de

oro. En la época de invierno los animales se alimentarán con pasto del potrero y 1,4 kilogramos de caña fresca. Los animales además recibirán diariamente sales minerales, así como agua limpia y abundante.

Por lo tanto, es necesario el establecimiento y manejo de 3,36 hectáreas de pasto de corta, 2,12 hectáreas de caña, 1,55 hectáreas de botón de oro y 1,55 hectáreas de maíz para ensilaje, este último será sembrados en dos cortes de 0,77 hectáreas o en cuatro cortes de 0,38 hectáreas. El maíz debe sembrarse 75 días antes de la fecha de cosecha de los forrajes para aprovechar la maquinaria.

La finca debe contar con 30 potreros de 0,77 hectáreas de pasturas mejoradas, los cuales serán manejados con un sistema de pastoreo rotacional con un periodo de descanso de 29 días y un periodo de ocupación de un día.

En la época de invierno se ensila el pasto de corta que se produce y cada cosecha de maíz. Se construirán tres silos de trinchera con 4 metros de base, 6 metros de boca, 1,5 metros de altura y 7 metros de largo para almacenar el pasto de corte y un silo de 8 metros donde se ensilará el maíz que se produce en cuatro cosechas.

El ensilado se realizará utilizando maquinaria especializada para cosechar, picar y compactar el material. Los silos estarán recubiertos de una capa de geotextil no tejido y una geomembrana de 1 mm de espesor para su impermeabilización, con un traslape de este material de 2 metros a ambos lados en la boca de la trinchera.

En la Ilustración 2 7 se observa el aparto de una finca ubicada en Cañas Dulces de Liberia, en el cual se utilizó cerca eléctrica alimentada con energía solar a través de un panel solar.



Ilustración 2 7. Izquierda: Panel solar que se instala en las fincas que no disponen electricidad. Derecha: Aparto separado con dos hiladas de cerca eléctrica

El diseño de los apartos está en función de la forma de la finca, pero lo recomendable es la cuadrada y que varios apartos tengan acceso a un área común con los bebederos para agua, saladeros, suplementación mineral, que haya sombra, facilidad para el manejo del hato y la adecuada rotación de los animales. La Ilustración 2 8 muestra una finca con un área social en el que tienen sombra, saladeros y bebedero.



Ilustración 2 8. Finca con bebedero, saladero y minerales que sirve a cuatro apartos.

Durante el día que están los bovinos en los apartos, hay adición de purines, por lo tanto, no se fertilizan. Cada apto se siembra con pasto de piso mejorado.

2.4.1.28.2 Doble propósito

Al tomar en cuenta la variabilidad climática en la región Chorotega, es necesario realizar un cambio en el paradigma de producción presente, que conlleve a incrementos en la producción actual, al contar con riego para producir forrajes, pastos de calidad para alimentar los animales durante la época seca, disminuir la dependencia de insumos externos y hacer frente a eventuales variaciones ante eventos climatológicos adversos.

Se plantea entonces, pasar de un sistema de ganadería doble propósito tradicional a un sistema de producción de ganadería intensiva, basado en tecnologías de riego que sea rentable para los productores.

El modelo de ganadería doble propósito propuesto, parte de la misma área de la finca tradicional 23,28 hectáreas las cuales se encuentran distribuidas en 1,37 hectáreas de botón de oro, 1,57 hectáreas de pasto de corta, 1,32 hectáreas de caña, 0,32 hectáreas de morera, 17,70 hectáreas de pasto mejorado y una hectárea en infraestructura. En esta finca se mantienen 68 UA, una carga animal de 2,90 UA/ha.

La compra de vacas doble propósito F1 Holstein X Brahman, o Senepol X Brahman se realizará en el año cero y serán llevadas a la finca el primer año, apenas exista disponibilidad de recursos forrajeros. Las vacas serán compradas a fincas que se

dedican a producir estos animales con potencial de producir 10 litros de leche al día en promedio.

En el sistema productivo doble propósito se alimentan por separado las vacas en producción, las vacas en gestación y las terneras.

En la época de verano las vacas en producción se alimentarán con 40 gramos de urea, 20 kilogramos de pasto de corta (50 % fresco +50 % ensilado), 7,9 kilogramos de caña, 5 kilogramos de botón de oro, 2,4 kilogramos de maíz en grano molido y pasto en los potreros. Mientras en la época de invierno las vacas se alimentan del pasto del potrero, 9,5 kilogramos de caña fresca, 4,3 kilogramos de botón de oro, 2, kilogramos de maíz molido.

Las vacas en gestación en verano se alimentan con 90 gramos de urea, 8,2 kilogramos de botón de oro, 18 kilogramos de pasto de corta, 10 kilogramos de pasto de piso, mientras en la época lluviosa se alimentan con 29 kilogramos de pasto de piso, 80 g de urea, 5 kilogramos de botón de oro, 1,8 kilogramos de melaza, y 50 gramos de sales y minerales.

Los terneros a partir del día 90 se alimentan con 5,6 kilogramos de morera, 1,3 kilogramos de concentrado y pasto de piso.

Para producir el alimento en la finca durante el año y comprar solamente la sal y los minerales, se necesita cosechar escalonadamente 1,57 hectáreas de pasto de corta, 1,32 hectáreas de caña, 1,37 hectáreas de botón de oro y 0,32 hectáreas de morera. Además, se debe contar con 13,81 hectáreas divididas en potreros de 0,49 hectáreas para las vacas en producción de leche, 3,34 hectáreas divididas en potreros de 0,11 hectáreas para las vacas en gestación y 0,5 hectáreas divididas en potreros de 180 m² para los terneros. Las áreas de pastoreo dedicadas a cada grupo de animales serán divididas en 30 apartos, los cuales serán manejados bajo el sistema de pastoreo rotacional con una ocupación de un día y periodo de descanso de 29 días.

Se construirá un silo de trinchera de 4 metros de base, 6 metros de boca, 1,5 metros de altura y 8 metros de largo para almacenar el pasto de corte excedente del invierno. El ensilado se realizará utilizando maquinaria especializada para cosechar, picar y compactar el material. El silo estará recubierto de una capa de geotextil no tejido y una geomembrana de 1 mm de espesor para su impermeabilización, con un traslape de este material de 2 m a ambos lados en la boca de la trinchera.

2.4.1.28.3 Producción de carne de ovinos

La población ovina (especialmente razas de pelo) podría tener una mejor adaptación al cambio climático relacionado con sequías prolongadas en comparación a los vacunos. Además, varios estudios muestran que la carne de ovinos es una carne de alto valor biológico que presenta atributos funcionales de importancia para la salud humana.

El sistema inicia con la compra de 350 hembras reproductoras, 9 reproductores, y se espera cada año producir 523 corderos para la venta. Al inicio del proyecto se compran las hembras listas para ser preñadas y los reproductores.

El sistema de explotación es semi estabulado, salen a pastoreo (pasto estrella) de 6 a 17 horas y el resto del día se estabulan y reciben una suplementación de pasto estrella y de botón de oro.

Los corderos (machos y hembras de engorde) salen al mercado a una edad aproximada de 233 días de edad y un peso vivo promedio de 35 kilogramos. Al inicio del diseño del modelo de producción se tendrán que establecer los arreglos con la empresa o supermercados que distribuyen la carne en el mercado nacional y con eso asegurar la entrega de la producción mensual y los precios. Además, de los ajustes según exigencia del mercado como peso vivo en pie, edad, calidad asociada con la raza, alimentación, entre otras.

Las hembras reproductoras serán de raza Pelibuey o Black Belly (panza negra), predominantes en el mercado, estas razas tienen buenas características de adaptación a las condiciones agroecológicas y habilidad materna. Este grupo de hembras serán preñadas con padrotes de razas como Kathadin o Dorper para mejorar la ganancia de peso y el rendimiento de la carne y con ello reducir el ciclo de engorda.

La base de la alimentación será el pasto estrella, el cual para mantener una buena disponibilidad y calidad será regado en la época seca. El pasto aportará entre el 74 y el 90% de la dieta de las distintas categorías de ovejas. También, recibirán un complemento a base de botón de oro como fuente de proteína y grasa sobre pasante como fuente de energía. La sal común se ofrecerá en saladeros que estarán a libre acceso. El pasto estrella tendrá riego por gravedad y con ello se alcanzaría una disponibilidad y calidad de forraje a lo largo del año, para mantener una producción estable del rebaño. El banco forrajero de botón de oro tendrá una frecuencia de corte que variará entre 60-70 días.

La dieta está programada para que los corderos en engorde alcancen una ganancia diaria de peso de al menos 150 gramos por animal por día. La dieta está conformada por alimentos producidos en la finca, la sal común y las sales minerales utilizadas. La estrategia de alimentación está en congruencia con el enfoque de intensificación sostenible de los sistemas de producción ganaderos basados en el uso racional de los recursos locales. La finca presenta un área total de 18,5 hectáreas y un área bajo pastos y forrajes de 18,3 hectáreas.

2.4.2 Producción en ambiente protegido

Para el Paacume, Calvo (2018) propone la producción en ambiente protegido. Dicha producción, es una de las que en los últimos meses ha tomado auge en la zona de

Guanacaste, donde las experiencias en esta modalidad de producción agrícola, principalmente con la participación de pequeños productores, han sido de gran éxito.

El apoyo de organizaciones como FAO, INTA, Instituto de Desarrollo Rural (Inder), Instituto Mixto de Ayuda Social (IMAS) y Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), además del interés propio de los productores ofrece interesantes posibilidades para que este tipo de actividad tenga arraigo dentro del perímetro de Paacume. La principal orientación que lleva la producción en ambiente protegidos es hacia el establecimiento de casas malla (un invernáculo construido con postes que puede ser de madera o de metal, cerrado en su totalidad en malla antiáfidos) (Ilustración 2 9).

Dentro de este recinto se puede sembrar directamente en tierra o construyendo camas de siembra en madera, u otro material, sobre las cuales se cultivan hortalizas. Los productos que se cultivan en casa malla son: lechuga, repollo, coliflor, brócoli, acelgas, mostaza china, culantro, apio, chile dulce, tomate y albahaca, entre otras.

Por otra parte, es importante indicar que este tipo de proyectos comenzaron en la zona hace 15 años. Como producto principal crearon vitrinas tecnológicas donde se muestra la producción de hortalizas utilizando casas malla y micro túneles sobre todo realizada por grupos de mujeres. Se han probado 25 especies de hortalizas, de las cuales se han escogido los mejores materiales, los cuales se han ido reproduciendo en los diferentes proyectos, desarrollados sobre todo en comunidades vulnerables, como Colorado de Abangares, Lajas, Nueva Guatemala de Cañas, Hojancha y Nicoya, así como algunas comunidades costeras, como Cóbano e isla Venado.



Ilustración 2 9. Micro túneles, Estación Jiménez Núñez, INTA

Los microtúneles son un modelo de bajo costo y la casa malla ha venido a sustituir los invernaderos, debido a que estos últimos son más caros, se debe cambiar el plástico cada 2 años, el aumento de temperatura que generan los invernaderos afecta la producción de hortalizas, mientras que la malla se puede reparar fácilmente, son de

menor costo, y no hay un aumento significativo de la temperatura. En Guanacaste la casa malla debe tener pantalla de sombreado y micro túneles para proteger de la lluvia. La mayoría de los grupos trabaja con microtúneles, solo el grupo Ebenezer trabaja con casa malla debido al apoyo del grupo CEMEX (Ilustración 2 10).



Ilustración 2 10. Casa malla proyecto Ebenezer, Colorado Abangares

Otro aspecto a resaltar, corresponde al hecho de que Estados Unidos permite la entrada de productos frescos producidos en casa malla. Los productos que se cultivan en casa malla, son normalmente hortalizas, y otros cultivos de alta demanda en el mercado tales como: lechuga, repollo, coliflor, brócoli, acelgas, mostaza china, culantro, apio, chile dulce, tomate y albahaca, entre otras.

Dentro de la estructura se estima un área efectiva de 70%. El área que los productores decidan cultivar de cada una de las especies indicadas estará en función del mercado que deseen atender (ferias de agricultor, mercados locales, establecimientos comerciales, supermercados, atención directa a casas, instituciones, entre otros). La producción en casa malla se propone como una alternativa viable dentro de Paacume.

2.4.3 Plan de cultivos

En el plan de cultivos anual propuesto se presenta el área a sembrar para cada uno de los diferentes sistemas de producción. El ciclo del cultivo refleja la fecha de siembra (Tabla 2 16), desarrollo y época de cosecha durante el año.

Con el arroz se proponen dos siembras al año. El melón, sandía, raíces y tubérculos, al inicio del verano para que su cosecha coincida con las “ventanas de mercado” y poder obtener mejores precios en la comercialización. Así mismo, se plantea que el melón, sandía y las hortalizas se siembren escalonadamente para poder tener una cosecha sostenida durante todo el año y se facilite la venta en el mercado regional. Los frutales y pastos para henificar son cultivos que ya están establecidos, y en caso de aumentar las áreas, es preferible que la siembra sea en la época lluviosa, igual que la siembra de forrajes.

Tabla 2 16. Esquema de desarrollo de los cultivos para el uso propuesto del Paacume

Cultivo	Área (ha)	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct
Aguacate	150												
Arroz	1400												
Ayote 1	60												
Ayote 2	60												
Ayote 3	55												
Brócoli (3 meses)	11												
Camote 1	40												
Camote 2	40												
Camote 3	20												
Caña de azúcar	8500												
Cebolla 1 (3 meses)	40												
Cebolla 2 (3 meses)	40												
Cebolla 3 (3 meses)	20												
Cebollín	5												
Cebollín	5												
Chile dulce	90												
Chile jalapeño	80												
Cítricos	200												
Coliflor (3 meses)	20												
Forrajes	752												
Lechuga	40												
Maíz 1	25												
Maíz 2	25												
Maíz 3	25												
Maíz 4	25												
Mango	950												
Melón 1	250												
Melón 2	250												
Melón 3	200												
Melón 4	200												



Cultivo	Área (ha)	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct
Ñampí 1	50												
Ñampí 2	50												
Ñampí 3	50												
Pacas (heno)	2930												
Pasto Estrella	188												
Pepino	30												
Piña orgánica	350												
Repollo 1 (3 meses)	15												
Repollo 2 (3 meses)	8												
Repollo 3 (3 meses)	7												
Sandía 1	175												
Sandía 2	175												
Sandía 3	175												
Sandía 4	175												
Tiquisque 1	70												
Tiquisque 2	70												
Tiquisque 3	70												
Tomate 1	40												
Tomate 2	40												
Tomate 3	35												
Tomate 4	35												
Yuca 1	85												
Yuca 2	80												
Yuca 3	80												
Yuca 4	78												

El plan de cultivo, debe ir acompañados de un programa de buenas prácticas agrícolas (BPA), se establece que la adopción de BPA es un factor determinante, lo cual debe ir a tono con las políticas de protección ambiental dictadas por los diferentes organismos estatales e internacionales, y que aseguran además la inserción en los diferentes mercados.

Además, aspectos como el cultivo seleccionado y el sistema de riego que se empleará, deberán ser congruentes con el tipo de suelo, de manera que las eficiencias de los sistemas de riego puedan ser potenciadas según su método y en consecuencia procurar la preservación del suelo y evitar contaminación de mantos acuíferos dentro del Paacume, aplicando las láminas de riego adecuadas.

La preocupación de consumidores y productores, por ofrecer mercado a productos agropecuarios con respeto por el ambiente y por la seguridad de trabajadores y del mismo consumidor, obliga en la actualidad a dar importancia sustancial a la aplicación de BPA; lo que, a su vez, ofrecerá garantía a los mercados de exportación, cada vez más exigentes, para asegurar la trazabilidad necesaria como seguro para ingresar a los mercados.

2.4.4 Requerimiento de agua para el uso propuesto del suelo

Existe para la región un abanico potencial de cultivos a sembrarse, pero su definición está ligada a los canales de comercialización para mercado nacional y para exportación. En la Tabla 2 17 se puede observar, el volumen requerido para la propuesta de cultivos, siendo el mes de abril el que tiene la mayor demanda de agua con un volumen de 16,50 m³/s coincidente con el caudal disponible de riego.

Tabla 2 17. Volúmenes mensuales requeridos y caudales para las especies propuestas

Cultivo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Aguacate	317.595	304.500	360.840	346.950	245.055	86.625	102.068	100.208	84.825	83.700	168.300	242.265
Arroz	0	7.105.000	8.840.580	8.500.275	6.003.848	0	5.001.308	4.910.168	4.156.425	1.757.700	0	0
Ayote	308.773	296.042	350.817	337.313	238.248	168.438	198.465	194.848	0	0	109.083	188.428
Brócoli	1.194.157	1.144.920	1.356.758	1.304.532	921.407	651.420	767.548	753.560	637.884	314.712	632.808	910.916
Camote	23.290	22.330	26.462	0	17.971	12.705	14.970	0	12.441	6.138	12.342	0
Caña de azúcar	196.606	188.500	0	0	116.693	94.875	111.788	62.033	40.393	39.857	184.329	265.338
Cebolla	14.997.542	14.379.167	15.903.689	17.476.000	12.343.511	4.363.333	5.141.178	5.047.489	4.272.667	4.216.000	8.477.333	12.202.978
Cebollín	164.679	157.889	200.467	0	145.218	102.667	120.969	0	100.533	99.200	99.733	0
Chile Dulce	18.115	17.368	20.581	0	13.977	9.882	11.643	0	9.676	9.548	9.599	0
Chile Jalapeño	179.971	172.550	204.476	196.605	114.359	69.300	102.068	113.569	96.135	94.860	95.370	137.284
Cítricos	112.923	153.378	181.756	174.760	123.435	87.267	96.775	0	0	0	59.840	86.139
Coliflor	423.460	406.000	481.120	462.600	326.740	115.500	136.090	133.610	113.100	111.600	224.400	323.020
Forrajes	35.288	33.833	40.093	0	27.228	19.250	22.682	0	18.850	9.300	18.700	0
Lechuga	70.577	67.667	80.187	77.100	54.457	38.500	45.363	44.537	37.700	37.200	37.400	53.837
Maíz dulce	141.153	146.611	187.102	179.900	127.066	89.833	98.287	96.496	81.683	80.600	81.033	116.646
Mango	2.011.435	1.928.500	2.285.320	2.197.350	1.552.015	548.625	646.428	634.648	537.225	530.100	1.065.900	1.534.345
Melón	1.270.380	1.015.000	1.804.200	1.387.800	0	0	0	0	0	0	561.000	1.372.835
Ñampí	282.307	270.667	320.747	308.400	217.827	154.000	181.453	178.147	150.800	148.800	149.600	215.347
Pacas (heno)	4.874.327	4.673.350	5.538.035	5.324.856	3.761.011	1.329.488	1.566.493	1.537.947	1.301.862	1.284.596	2.583.004	3.718.191
Pasto Estrella	547.322	524.755	621.848	597.911	422.311	146.284	175.896	172.691	146.182	144.243	290.037	417.503
Pepino	56.461	54.133	68.159	65.535	40.843	23.100	45.363	33.403	0	0	0	32.302
Piña orgánica	846.920	812.000	962.240	925.200	653.480	231.000	272.180	267.220	226.200	223.200	448.800	646.040
Repollo	63.519	60.900	72.168	0	49.011	34.650	40.827	0	33.930	33.480	33.660	0
Sandía	1.235.092	1.184.167	1.403.267	1.349.250	0	0	0	0	0	0	349.067	942.142
Tiquisque	444.633	426.300	505.176	485.730	343.077	121.275	142.895	140.291	118.755	117.180	235.620	339.171
Tomate	299.951	287.583	340.793	327.675	231.441	173.250	204.135	200.415	169.650	111.600	112.200	309.561
Yuca	683.888	655.690	777.009	747.099	527.685	186.533	219.785	215.780	182.657	180.234	362.406	521.677
Total (mm)	30.800.363	36.488.799	42.933.889	42.772.840	28.617.912	8.857.798	15.466.656	14.837.056	12.529.573	9.633.848	16.401.565	24.575.964
Caudal (m³/s)	11,50	15,08	16,03	16,50	10,68	3,42	5,77	5,54	4,83	3,60	6,33	9,18

2.4.5 Rendimiento esperado de los cultivos

En la Tabla 2 18 se detallan los rendimientos esperados para cada cultivo bajo riego. Así mismo, se establecen los rendimientos para los cultivos a exportar.

Tabla 2 18. Rendimiento esperado de los cultivos por cosecha con riego

Cultivo	Rendimiento/ha
Aguacate	8,75 toneladas
Arroz	69 sacos
Ayote	8 toneladas
Ayote exportación	32 toneladas
Brócoli	18 toneladas
Camote	9,28 toneladas
Camote exportación	1,64 toneladas
Caña de azúcar	9 toneladas
Caña de azúcar exportación	1 toneladas
Cebolla	30 toneladas
Cebollín	25 toneladas
Chile dulce	24 toneladas
Chile jalapeño	60 toneladas
Coliflor	23 toneladas
Lechuga	16,9 toneladas
Limón	7,6 toneladas
Limón exportación	400 kg
Maíz	64.000 unidades
Maíz exportación	3,2 toneladas
Mango	5,4 toneladas
Mango exportación	12,6 toneladas
Melón	1,25 toneladas
Melón exportación	23,75 toneladas
Ñampi	10,63 toneladas
Ñampi exportación	1,88 toneladas
Pacas de forraje	900 Pacas
Pepino	1,9 toneladas
Pepino exportación	17,1 toneladas
Piña orgánica	24 toneladas
Piña orgánica exportación	56 toneladas
Repollo	30 toneladas
Sandía	20 toneladas
Sandía exportación	20 toneladas
Tiquisque	12,75 toneladas
Tiquisque exportación	2,25 toneladas

Cultivo	Rendimiento/ha
Tomate	23,75 toneladas
Tomate exportación	1,25 toneladas
Yuca	19,55 toneladas
Yuca exportación	3,45 toneladas

2.5 Demanda insatisfecha del proyecto

La demanda insatisfecha del proyecto corresponde a la estimación del área que no puede ser abastecida bajo el servicio de riego. Se mencionó que el área potencialmente regable es aproximadamente 33.900 hectáreas (demanda total), y con el caudal concesionado actualmente para riego solamente es posible abastecer 5.600 hectáreas (oferta actual), dando como resultado una demanda insatisfecha sin el proyecto de 28.300 hectáreas. Con la construcción de la infraestructura para riego y su operación, se podrá dar inicio al plan de desarrollo para reconvertir una agricultura de secano a una agricultura bajo riego con una extensión aproximada de 18.639 hectáreas, quedando una demanda insatisfecha de 9.661 hectáreas. La Tabla 2 19 resume la demanda insatisfecha del proyecto.

Tabla 2 19. Demanda Insatisfecha del proyecto

Demanda Actual (ha)	Oferta Actual (ha)	Demanda Satisfecha con Proyecto (ha)	Oferta Futura (ha)	Demanda Insatisfecha (ha)
33.900	5.600	28.300	18.639	9.661

Con el objetivo de dar atención a esta demanda insatisfecha, se realizan estudios en la zona a fin de poder identificar potenciales sitios de Embalse que permitan aumentar el caudal disponible, por consiguiente, la disminución de la demanda insatisfecha.

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE MERCADO DE LA OFERTA PRODUCTIVA

3.1. Caracterización de los productos

3.1.1 Caracterización del mercado de los productos actuales

3.1.1.1 Caña de azúcar

El comportamiento del mercado azucarero se ha caracterizado por fluctuaciones en las condiciones de oferta y demanda. Más de 120 países producen azúcar y un buen número la exporta, a pesar de que el comercio mundial de azúcar ha estado disminuyendo relativamente durante los últimos años.

Costa Rica es catalogada como un país mayoritariamente consumidor de azúcar, con producción de excedentes exportables. Los destinos de ese azúcar son variables, pero existe consistencia en algunos mercados finales como en el caso de Estados Unidos. La importancia de este mercado es vital para el subsector azucarero costarricense, debido a la cuota preferencial que tiene asignada y que le mantiene un volumen y un precio muy favorable y bastante superior al existente en el mercado mundial. Este es conocido también como mercado de excedentes o libre.

El azúcar se comercializa en el mundo bajo diferentes presentaciones, siendo las tradicionales el azúcar crudo, el refinado y el blanco de plantación también conocido como sulfitado. Hay un azúcar intermedio entre refino y blanco de plantación de mayor polarización denominado blanco especial que ofrece algún potencial exportable. El blanco de plantación es un azúcar muy particular de Costa Rica, Guatemala y Colombia. En el mundo se consume en su gran mayoría azúcar refinado, aunque se exporta azúcar crudo, el cual es sometido por parte de algunos países importadores a refinación para reexportarlo como azúcar blanco, aprovechando los diferenciales de precios que existen entre ambos productos.

Hay normas de calidad específicas que difieren en rigurosidad dependiendo del tipo de azúcar (más flexibles en el crudo). Dichas normas consideran características como: grado de polarización (%), presencia de cenizas (%), color, tamaño del grano (%), contenido de humedad (%) factor de seguridad (%), contenido de dextrano (ppm), contenido de azufre (ppm) sulfitos (%) y sólidos insolubles (ppm).

La cantidad de azúcar crudo producido en el país está directamente influenciada por la asignación de azúcar en la cuota estadounidense, puesto que la exportación a ese mercado se realiza en crudo. La unidad de comercialización del azúcar a nivel de consumidor final es el kilogramo. En el caso de las exportaciones y la distribución mayorista se utiliza el bulto de 50 kilogramos. Entre los productos complementarios que resultan de la extracción de la caña de azúcar se encuentran: las mieles finales que se dirigen a la producción de alcohol, generación de energía eléctrica y existe investigación para generar un tipo de combustible denominado biodiesel.

3.1.1.1.1 Oferta de Caña de Azúcar

En el procesamiento de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en Costa Rica participan de forma activa 13 ingenios azucareros distribuidos a lo largo de todo el país. Esto permite que los productores cuenten con facilidades industriales, relativamente cercanas y bajo condiciones reguladas por Ley, para el acopio y procesamiento de su producción. Dichos ingenios están agremiados en la Cámara de Azucareros. Los mismos se citan a continuación:

- **Zona Pacífico:** Costa Rica, El General, Porvenir, Providencia, CoopeVictoria
- **Zona Guanacaste:** Ingenio Taboga, Catsa, Azucarera El Viejo, Azucarera El Palmar
- **Zona San Carlos:** Cutris, Quebrada Azul Zona
- **Turrialba:** Atirro, Juan Viñas.

Cabe indicar que los ingenios Atirro, El General y Victoria están organizados como cooperativas.

Tabla 3 1. Costa Rica. Índices de producción y rendimiento agroindustrial, 2010 - 2017

Zafra	Área Cosechada (ha)	Caña procesada ¹ (TM)	Azúcar fabricada ² (TM)
2010-2011	54.300	3.320.596	355.078
2011-2012	53.700	3.823.114	415.075
2012-2013	58.980	4.340.603	458.387
2013-2014	58.742	4.492.123	481.494
2014-2015	59.161	4.422.451	465.702
2015-2016	58.225	4.396.458	445.988
2016-2017	56.355	4.343.890	452.160

¹ Caña procesada igual a caña molida producida de un área específica

² En bultos de azúcar producidos

Fuente: Laica y Dieca, 2018

En la Tabla 3 1 se puede observar que entre las zafras 2011 - 2014 se presentó un aumento en el área cosechada, caña procesada y azúcar fabricada. Para la zafra 2014 - 2015 se mantiene el incremento del área cosechada, sin embargo, decaen los índices de caña procesada y como tal el de azúcar fabricada, esto debido al efecto del fenómeno de El Niño. Para las zafras 2015 - 2016 y 2016 - 2017 tanto el área cosechada, caña procesada como azúcar fabricada disminuyen tomando como referencia la 2014 - 2015. Si es importante resaltar que el azúcar fabricado presentó un incremento en la 2016 - 2017 aunque el área cosechada y la procesada fue menor que la 2015 - 2016.

3.1.1.1.2 Demanda de Caña de Azúcar

La Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (Laica) (año) acerca de una investigación sobre el mercado del azúcar; en los últimos años las condiciones de la demanda de azúcar han variado debido a que ha pasado de ser un commodity

(producto manejado de manera conservadora) a ser un producto diferenciador, con características propias. En el pasado, el consumidor pedía en el comercio detallista una cantidad determinada de azúcar sin conocer su procedencia, a quién recurrir si tenía algún defecto o si el peso era correcto. Sin embargo, las condiciones del mercado han variado y casi todos los países del mundo son productores de azúcar.

La estructura de consumo de azúcar tiene variaciones de país a país, entre otros aspectos por los precios del producto, hábitos y costumbres arraigadas en la población. De ahí que el consumo de azúcar, varía sensiblemente según los países. Por ejemplo, el consumo per cápita en China es uno de los más bajos del mundo y en Costa Rica uno de los más altos, tal como se aprecia en la Tabla 3 2.

Tabla 3 2. Consumo per cápita por país

País	kg por año
Costa Rica	56,9
México	45,7
Estados Unidos	32,9
India	16,6
China	6,9

Fuente: Organización Internacional del Azúcar, Carlos Pomareda¹⁴

El sector azucarero en la mayoría de los países del mundo está fuertemente protegido y el enfoque predominante ha sido abastecer la demanda interna, exportando los excedentes en la mayoría de los casos. Un aspecto, que ha incidido en la demanda de azúcar es el costo del flete de mercancías en general, y del azúcar en particular. Esto eleva el costo final del azúcar importado para los consumidores, lo que a su vez puede afectar negativamente a la demanda de algunos importadores sensibles a los precios.

3.1.1.1.3 Precios de referencia

La evolución de los precios internacionales del azúcar, se explica más que por el comportamiento de la oferta y la demanda del producto, por las medidas proteccionistas y las distorsiones que existen en este mercado. Además de ser un mercado que en su conjunto genera excedentes de producto a nivel mundial. De manera que, la evolución de los precios internacionales para el azúcar crudo y el azúcar blanco, es muy variable. Los precios históricos para el azúcar y la miel se detallan en la Tabla 3 3.

¹⁴ La Nación. **Fuerte Crisis Golpea**. 21-05-99.

Tabla 3 3. Precio de liquidación por kilogramo de azúcar y kilogramo de miel final, zafra 2014 - 2015 (precio en colones)

	Azúcar 960 grados de polarización				Miel			
	En cuota		En extracuota		En cuota		En extracuota	
Ingenios	Precio/kg al Ingenio	Precio/kg al productor	Precio/kg al Ingenio	Precio/kg al productor	Precio/kg al Ingenio	Precio/kg al productor	Precio/kg al Ingenio	Precio/kg al productor
Atirro	14.531,05	182,39	0,00	0,00	62.225,00	38.890,00	0,00	0,00
Juan Viñas	14.531,05	182,41	9.355,28	106,54	61.279,00	38.300,00	50.293,00	31.343,00
Costa Rica	14.531,05	182,44	9.668,79	112,20	62.093,00	38.808,00	51.107,00	31.851,00
Porvenir	14.531,05	182,49	0,00	0,00	62.094,00	38.809,00	0,00	0,00
Providencia	14.531,05	183,05	0,00	0,00	62.100,00	38.812,00	0,00	0,00
Victoria	14.531,05	182,36	9.696,81	112,71	62.030,00	38.769,00	51.044,00	31.812,00
Cutris	14.531,05	182,41	9.441,17	108,08	62.066,00	38.792,00	51.080,00	31.834,00
Quebrada Azul	14.531,05	182,40	9.430,34	107,88	62.188,00	38.867,00	51.201,00	31.910,00
Palmar	14.531,05	182,42	9.884,99	116,18	63.706,00	39.816,00	52.719,00	32.860,00
Catsa	14.531,05	182,24	9.614,44	111,21	63.142,00	39.464,00	52.155,00	32.506,00
Viejo	14.531,05	182,30	9.581,57	110,61	64.247,00	40.155,00	53.260,00	33.194,00
Taboga	14.531,05	182,34	9.751,29	113,71	62.936,00	39.335,00	51.949,00	32.378,00
El General	14.531,05	182,43	9.329,18	106,07	61.790,00	38.618,00	50.803,00	31.661,00

Fuente: Laica, 2015

3.1.1.2 Raíces y tubérculos

Las raíces y tubérculos son cultivados en climas tropicales y las variedades destinadas para el consumo humano se caracterizan por ser una fuente importante de energía y vitaminas. El componente que caracteriza a las raíces y tubérculos son los carbohidratos complejos en forma de almidón, lo cual los hacen aptos tanto para el consumo humano y animal, así como insumo en gran variedad de procesos industriales.

Una de las categorías de productos donde esta tendencia ha cobrado fuerza es en los snacks, en la cual la incorporación de nuevos ingredientes y alternativas más saludables como vegetales, raíces y tubérculos están sustituyendo opciones tradicionales como la papa. Asimismo, en este segmento los productos horneados han ido remplazando a las opciones fritas. En este contexto, la yuca se está posicionando fuertemente no solo por ser considerada un producto exótico, sino porque es 100% libre de gluten.

A nivel mundial existe un creciente aumento de personas que padecen intolerancias y alergias a ciertos ingredientes, tal es el caso de la intolerancia a la lactosa y al gluten. La mayor incidencia de esta enfermedad ha dado como resultado un alza en la oferta de productos libres de gluten, solo en el 2009 se registraron ventas cercanas a US\$ 2,3 millones, lo cual representó el 27% de la categoría de alimentos libres de. Lo

anterior refleja la importancia de este mercado, en el que además se estima que hay alrededor de 300 millones de personas que siguen dietas especiales debido a una intolerancia o alergia.

En este aspecto el proceso de industrialización permite un mayor aprovechamiento del producto, dado que se puede utilizar todo aquel que inclusive no cumpla con los requerimientos de exportación en fresco. El darle valor agregado permite ingresar a nichos de mercado donde los consumidores están dispuestos a pagar mayores precios por diferenciaciones de este tipo. Los siguientes son algunos ejemplos de opciones disponibles en el mercado internacional a base de raíces y tubérculos.

3.1.1.2.1 Yuca

La yuca es una raíz originaria de trópico sudamericano que pertenece a la familia Euforbiaceae y al género Manihot el cual está compuesto por alrededor de 98 especies, de las cuales la yuca es la de mayor relevancia económica. La yuca es una raíz cuya cáscara es de color café, según la variedad, por dentro puede ser blanca o amarilla, siempre es alargada. En Costa Rica las variedades más conocidas son: Valencia, Arbolito, Señorita y Amarilla, esta última se está abriendo campo en el mercado; las diferencias entre variedades radican en el tiempo de cocción y características como olor, sabor o esponjosidad.

La yuca se puede adquirir en diferentes presentaciones y grados de preparación, se encuentra fresca con o sin parafina, pelada en trozos congelados, o bien en harina. La parafina se aplica para que el producto dure más. Tiene diversos usos industriales, el almidón de yuca se utiliza para fabricar pegamentos, productos farmacéuticos como pastillas, papel, textiles, cervecería y cosméticos.

Uno de los principales beneficios de dicho cultivo es la amplia gama de usos que ofrece, dado que es utilizado tanto para el consumo humano, así como materia prima para uso industrial en la producción de alimento para animales y la elaboración de etanol como biocombustible, entre otros, esto gracias a su alto contenido de almidón. Para el mercado nacional la unidad de comercialización es el kilogramo y para el exterior es la caja de 37 libras.

3.1.1.2.1.1 Oferta de yuca

En Costa Rica existen cinco regiones productoras de yuca, la región Huetar Norte (principalmente en San Carlos y Sarapiquí), la región Huetar Caribe (Pococí, Guácimo, Siquirres), la región Brunca (Buenos Aires, Pérez Zeledón, Osa, Corredores, Golfito y San Vito), la región Central Sur y la región Chorotega (MAG, 2002).

En la Tabla 3 4, se observa observarse el comportamiento de las áreas sembradas de yuca en el período 2014 - 2017.

Tabla 3 4. Costa Rica. Área sembrada con yuca, 2014 – 2017 (en hectáreas)

	2014	2015	2016	2017 ^a
Yuca	11.700	9.095	10.106	9.996

^a Dato preliminar

Fuente: Sepsa, 2018

En la Tabla 3 5 se observa el comportamiento de la producción de yuca, el cual muestra una disminución entre los años 2014 y 2015, posteriormente, en el 2016 muestra un repunte para luego volver a caer en el 2017.

Tabla 3 5. Costa Rica. Producción de yuca, 2014 – 2017 (en toneladas)

	2014	2015	2016	2017 ^a
Yuca	175.500	136.425	151.590	149.940

^a Dato preliminar

Fuente: Sepsa, 2018

El Departamento de Comercio de Estados Unidos, reporta que en este país durante el 2016 la importación de yuca congelada alcanzó las 32.120 toneladas y de la presentación parafinada se importaron 45.531 toneladas, para un total de 77.651 toneladas en ese período. Esto revela que hubo un incremento del 11,47% equivalente a 7.991 toneladas con respecto al 2015.

Costa Rica se ha mantenido siempre como el principal proveedor de yuca a Estados Unidos, en el 2015, destinó 23.154 toneladas de este producto.

3.1.1.2.1.2 Demanda de Yuca

En el 2016 la importación de yuca congelada costarricense fue de 28.094 toneladas y de producto parafinado 41.995 toneladas, para un total de 70.089 toneladas. Significa que la importación de yuca proveniente de Costa Rica creció en el 2016 un 10,29% correspondiente a 6.537 toneladas.

Durante el 2016, Costa Rica exportó 91.158 toneladas de yuca, valoradas en US\$ 68,97 millones, y con un precio Free On Board (FOB) promedio de US\$ 0,76/kg. En el 2015 el total exportado alcanzó las 92.947 toneladas, valoradas en US\$ 66,96 millones y con un precio FOB promedio de US\$ 0,72/kg.

Comparando estos datos tenemos que los volúmenes exportados han decrecido 1,92% (1.788 toneladas), el valor ascendió 3,00% (US\$ 2,01 millones) y el precio bajó 5,02% correspondiente a US\$ 0,04.

En la Tabla 3 6, se representan las exportaciones (volúmenes, valor y precio FOB) de yuca de Costa Rica de los años 2013 al 2017.

Tabla 3 6. Costa Rica. Exportaciones anuales de yuca, 2013 - 2017

	2013	2014	2015	2016	2017
Volumen (t)	90.815	70.375	71.332	78.208	100.244
Valor (miles US\$)	90.815	70.375	71.332	78.208	82.256
Precio (US\$/kg)	0,68	0,77	0,72	0,76	0,75

Fuente: Elaboración SIA/CNP con datos de la DGA

Según la Tabla 3 7, durante el 2016, las exportaciones fueron dirigidas a 27 países, figurando como principal destino Estados Unidos con el 65,80% del volumen total y el 66,96% del valor total, seguido por Holanda que recibió el 10,56% del volumen total exportado y el 10,67% del valor, España con el 9,01% del volumen total y el 8,72% del valor y Puerto Rico con el 4,86% del volumen y el 4,85% del valor. Los demás países representan en conjunto el 9,18% del volumen y el 9,41% del valor.

En el 2017 el total de producto exportado alcanzó las 100.244 toneladas, valoradas en US\$ 75,32 millones y con un precio FOB promedio de US\$ 0,75/kg. Comparando estos datos tenemos que los volúmenes exportados han aumentado 9,97% (9.085 toneladas), el valor ascendió 9,20% (US\$ 6,35 millones) y el precio bajó 0,69% correspondiente a US\$ 0,01(Tabla 3 7).

Tabla 3 7. Costa Rica. Principales destinos de las exportaciones de yuca, 2016

	Estados Unidos	Holanda	España	Puerto Rico	Los demás
Volumen (t)	59.986	9.630	8.216	4.434	8.892
Valor (miles US\$)	46.178	7.361	6.014	3.342	6.073

Fuente: SIA/CNP con datos de la DGA

3.1.1.2.1.3 Precios Yuca

Como se muestra en la Tabla 3 8, todos los precios de la yuca presentaron incrementos, siendo la yuca parafinada comercializada en el Centro Nacional de Abastecimiento y Distribución de Alimentos (Cenada) la que presentó el mayor incremento en el precio y la yuca en fresco vendida en el mercado Borbón la que mostró el menor aumento.

Tabla 3 8. Costa Rica. Precio promedio de yuca según mercado y presentación del producto, 2013 - 2016 (en colones por kilogramo)

	2013	2014	2015	2016	% Variación 2015-2016	Diferencia
Sin Parafina						
Finca	158,4	147,8	152,6	159,6	4,6	7,1
Borbón	434,7	445,4	449,3	452,2	0,7	3,0
Ferias	424,4	439,9	430,5	441,3	2,5	10,8
Parafinada						
Cenada	266,8	290,9	270,4	282,3	4,4	11,9
Borbón	486,3	495,0	504,0	508,0	0,8	4,1
Ferias	472,2	484,7	485,1	492,3	1,5	7,2

Fuente: SIA/CNP con datos de la DGA

El margen bruto de comercialización entre las ferias del agricultor y el precio en finca, para la yuca sin parafinar, fue de 63,84% en 2016, lo que indica que por cada colón al que se vendió la yuca en las fincas, el productor recibió ₡0,36 y el que vendió en las ferias obtuvo ₡0,64.

Comparando ambos márgenes se puede afirmar que se ha dado un incremento para el productor de un 2,07%, en contraste con el vendedor en las ferias que ha tenido un descenso en su ganancia de un 1,13%.

Haciendo este mismo análisis entre el precio del Cenada y las ferias, para la yuca parafinada, se estimó el margen en 44,26% en 2015, indicando con ello una ganancia para el intermediario de las ferias de ₡0,44 por cada colón vendido y para el comercializador del Cenada de ₡0,56.

El margen en el 2016, fue del 42,66%, ganando la intermediación de las ferias ₡0,43 por colón vendido y el vendedor en el Cenada ₡0,57. Estos datos dejan ver que la intermediación en el último punto de venta (ferias) disminuyó su ganancia un 3,61% y el comercializador en el Cenada la incrementó un 2,87%.

En lo referente al mercado internacional, como se citó nuestro principal comprador de yuca es Estados Unidos. En la Tabla 3 8, se observa cómo entre los años 2012 a 2016 el precio oscilo entre US\$ 0,60/kg a US\$ 0,77/kg.

3.1.1.2.2 Camote

El camote (*Ipomoea batatas*) es una de las especies de la familia Convolvulaceae, cultivo de clima tropical que es utilizado para la alimentación humana y animal. Se caracteriza por tener un gran contenido de azúcares, almidón, betacaroteno y vitaminas. Esto lo hace una excelente opción para la elaboración de alimentos, extracción de almidón y alcohol.

Hay muchas formas de disfrutar el camote, se puede preparar en puré, pastel o al horno. En Costa Rica se consume ampliamente sopa y en hojuelas. Del camote también se puede obtener harina para hacer pan.

El camote también se usa para alimento animal. Para cerdos, aves, ovejas y ganado bovino¹⁵. La unidad de comercialización a nivel mayorista es el kilogramo. Al igual que la yuca, el 96% de la producción mundial corresponde a países asiáticos y africanos, destacando China en el continente asiático y Uganda y Nigeria en África.

3.1.1.2.2.1 Oferta de Camote

En Costa Rica, el camote se siembra principalmente en San Ramón, San Carlos y Los Chiles y en menor cantidad en Matina, Grecia y Upala. En la Tabla 3 9 puede observarse el comportamiento de las áreas sembradas de camote del 2014 al 2017.

Tabla 3 9. Costa Rica. Área sembrada de camote, 2014 - 2017 (en hectáreas)

	2014	2015	2016	2017 ^a
Camote	150	93	78	78

^a Dato preliminar

Fuente: Sepsa, 2018

En la Tabla 3 10 se observa el comportamiento de la producción de camote, el cual muestra un decrecimiento a partir del 2014 y en el 2017. A pesar de que es más bajo el precio que en el periodo 2014, tiende a estabilizarse, comportamiento similar a las de las hectáreas sembradas por periodo.

Tabla 3 10. Costa Rica. Producción de camote, 2014 - 2017 (en toneladas)

	2014	2015	2016	2017 ^a
Camote	1.200	744	624	624

^a Dato preliminar

Fuente: Sepsa, 2018

3.1.1.2.2.2 Demanda de Camote

Durante el primer semestre del año 2017, Costa Rica ha exportado 249,42 toneladas de camote valoradas en US\$ 202.272,40. En el mismo semestre del 2016, el total exportado alcanzó las 209,64 toneladas valoradas en US\$ 206.627,69. La comparación de estos datos revela que los volúmenes exportados han crecido 18,98% (39,78 toneladas), el valor bajó un 2,11% (US\$ 4.355,29) y el precio descendió 17,72%. En el año que transcurre, las exportaciones han sido dirigidas a 9 países, figurando como principales destinos Estados Unidos con el 79,64% del volumen total y

¹⁵ <http://prensamag.blogspot.com/2012/07/costa-rica-produce-gran-variedad-de.html>

el 74,78% del valor. Este seguido por Guatemala que recibió el 6,57% del volumen total exportado y el 5,97% del valor, y luego por Guadalupe con el 6,13% del volumen y el 9,27% del valor.

3.1.1.2.2.3 Precios de Camote

Durante el año 2017 el precio FOB promedio fue de US\$ 0,813/kg. Durante el mismo periodo, pero del año 2016, precio FOB promedio de US\$ 0,99/kg.

3.1.1.2.3 Ñampí

El ñampí (*Colocasia esculenta*) también conocido como chamol es una planta herbácea que mide aproximadamente un metro de altura, produce estructuras pequeñas en el cormelo principal, su cáscara es de color café claro, más delgado y suave que la de la yuca, el color de la pulpa es blanco. Se diferencia de la yuca en su tamaño, el ñampí o chamol es mucho menos alargado. La pulpa una vez cocinada es blanda, de muy buena digestión y de un sabor agradable. En la alimentación humana, en Costa Rica, está disponible en fresco y se prepara en sopa con otras verduras, en puré, cocido en trozos, en picadillo y también en pan. Además, se encuentra en hojuelas en empaques mixtos con otros tubérculos y plátano.

La unidad de comercialización en el mercado nacional a nivel mayorista es el kilogramo. En el caso de las exportaciones el producto se comercializa en cajas de 40 lbs¹⁶.

3.1.1.2.3.1 Oferta de Ñampí

El ñampí se siembra principalmente en San Carlos, San Ramón, Guatuso y Buenos Aires de Puntarenas y en menor medida en Sarapiquí, Upala y Alajuela.

En la Tabla 3 11 se puede observar el comportamiento de las áreas sembradas de ñampí del 2014 al 2017, las cuales a partir del periodo 2015 ha mostrado un descenso.

Tabla 3 11. Costa Rica. Área sembrada de ñampí, 2014 – 2017 (en hectáreas)

	2014	2015	2016	2017 ^a
Ñampí	685	716	600	575

^a Dato preliminar

Fuente: Sepsa, 2018

¹⁶ Tomado de <http://prensamag.blogspot.com/2012/07/costa-rica-produce-gran-variedad-de.html>. Consultado el 30 de septiembre de 2014.

En la Tabla 3 12 se observa el comportamiento de la producción de ñampí, el cual muestra un incremento entre los periodos 2014 a 2015 coincidiendo con un aumento en el área sembrada. Después de 2015 se presenta un decrecimiento de la producción consecuencia de una disminución del área sembrada en dichos periodos incluyendo 2017.

Tabla 3 12. Costa Rica. Producción de ñampí, 2014 – 2017 (en toneladas)

	2014	2015	2016	2017 ^a
Ñampí	6.850	7.160	6.000	5.760

^a Dato preliminar

Fuente: Sepsa, 2018

3.1.1.2.3.2 Demanda de Ñampí

En la Tabla 3 13, se puede observar el comportamiento de la generación de ingresos producto de la exportación de ñampí. El mismo está marcado por los crecimientos y decrecimientos en la producción.

Tabla 3 13. Costa Rica. Exportaciones de ñampí por año, 2014 - 2017

	2014	2015	2016	2017
Valor (miles US\$)	5.309.446	6.870.013	4.787.918	5.308.748

Fuente: SIA/CNP con datos de DGA

3.1.1.2.3.3 Precio de Ñampí

El precio promedio por kilogramo corresponde a ~~Q~~841,67 del CNP, los precios FOB promedio para el primer trimestre de los años 2015 - 2018, para los principales destinos de exportación se citan a continuación:

- Holanda US\$ 1,21/kg
- Estados Unidos US\$ 0,97/kg
- Canadá US\$ 0,70/kg
- Italia US\$ 1,20/kg

3.1.1.2.4 Tiquisque

El tiquisque, es considerado una hierba perenne compuesta por un tallo subterráneo o cormo con un meristema apical que forma una corona de pocas hojas y produce cormelos que es la parte comercial.

El tiquisque se usa principalmente para consumo humano y animal. En Costa Rica se consume en forma muy similar al ñampí o la papa y las formas más comunes de utilización son: cocinado en sopas, principalmente en olla de carne, sopa de pollo o gallina, sopa de verduras y puré. Otra forma de consumirlo es sancochado y frito, (previo cocimiento en agua).

En el área rural se da como alimento a animales domésticos; ganado vacuno, cerdos o aves de corral, este se utiliza cocinado ya que el cormelo crudo tiene poca palatabilidad. La unidad de comercialización en el mercado nacional a nivel mayorista es el kilogramo y para el mercado internacional la caja de 40 libras.

3.1.1.2.4.1 Oferta de Tiquisque

El tiquisque se produce en todo el país, en mayores cantidades en los cantones de La Cruz, Pérez Zeledón, Upala y Buenos Aires de Puntarenas. En la Tabla 3 14 puede observarse el comportamiento de las áreas sembradas de tiquisque del 2013 al 2017.

Tabla 3 14. Costa Rica. Área sembrada de tiquisque, 2013 - 2017 (en hectáreas)

	2013	2014	2015	2016	2017 ^a
Tiquisque	2.415	2.500	1.785	2.365	2.568

^a /Dato preliminar

Fuente: Sepsa, 2018

En la Tabla 3 15 se observa el comportamiento de la producción de tiquisque, el cual muestra un decrecimiento del 2014 al 2015, lo cual está relacionado con una disminución en el área sembrada en el mismo periodo, posteriormente muestra un repunte en el 2016 y se estabiliza para el periodo 2017.

Tabla 3 15. Costa Rica. Producción de tiquisque, 2014 - 2017 (en toneladas)

	2014	2015	2016	2017 ^a
Tiquisque	30.000	21.420	28.392	30.816

^a Dato preliminar

Fuente: Sepsa, 2018

De acuerdo al CNP, la oferta de tiquisque es inferior al promedio en enero, febrero, julio, agosto, octubre y diciembre, y en los demás meses se comporta superior o igual al promedio del año, siendo agosto el punto más bajo con 6% por debajo del promedio, mientras que marzo y noviembre los más altos, 7% por encima del promedio.

En la Tabla 3 16 se incluyen los datos de volúmenes y valor de los mayores proveedores de este producto durante el 2016 al mercado de Estados Unidos.

Tabla 3 16. Costa Rica. Exportaciones de tiquisque a Estados Unidos según mayores proveedores, 2016

	México	Ecuador	Costa Rica	Nicaragua	Los demás
Volumen (t)	18.755	17.867	8.820	6.495	12.250
Valor (miles US\$)	8.015	32.146	18.466	5.518	9.634

Fuente: SIA/CNP con datos del Departamento del Comercio USA

México figura como el mayor provisor con una cuota de mercado del 29,22% del volumen total y el 10,86% del valor total. Le sigue Ecuador con el 27,84% del volumen y el 43,57% del valor total; y luego por Costa Rica con el 13,74% del volumen total y el 14,74% del valor. Observando estos datos, Costa Rica ocupa el segundo lugar tomando como referencia el valor, lo que quiere decir que el valor unitario o precio CIF (Cost, Insurance and Freight) de las importaciones de este producto provenientes de Costa Rica alcanzan un valor más alto.

3.1.1.2.4.2 Demanda de Tiquisque

La Tabla 3 17 muestra el volumen, valor y destino de las exportaciones de tiquisque costarricense en el 2016.

Tabla 3 17. Costa Rica. Principales destinos de exportaciones de tiquisque, 2016

	Estados Unidos	Puerto Rico	Holanda	Los demás
Volumen (t)	6798	1530	770	717
Valor (miles US\$)	6919	1573	818	531

Fuente: SIA/CNP con datos de DGA

El tiquisque nacional se exportó en el 2016 a doce países. De ellos figura Estados Unidos como el mayor destino con el 69,26% del volumen total exportado y el 70,31% del valor. Le sigue Puerto Rico con una cuota de mercado del 15,59% del volumen y el 15,98% del valor, y finalmente Holanda con el 7,85% del volumen total y el 8,31% del valor.

En la Tabla 3 18, se pueden observar los volúmenes y valores de las exportaciones totales de tiquisque realizadas por Estados Unidos en los años 2013 al 2016. A pesar de que la producción aumentó entre los periodos 2013 a 2015 los ingresos no presentaron el mismo comportamiento, debido a la baja en el precio durante los periodos 2013 a 2015.

Tabla 3 18. Costa Rica. Exportaciones de tiquisque a Estados Unidos, 2013 - 2016

	2013	2014	2015	2016
Volumen (t)	9.563	10.347	11.384	9.815
Valor (miles US\$)	9.517	8.479	8.746	9.841
Precio (US\$/kg)	1,00	0,82	0,77	1,00

Fuente: SIA/CNP con datos de DGA

3.1.1.2.4.3 Precios de Tiquisque

De acuerdo con la estacionalidad de precios y oferta del tiquisque en el Cenada, se registran precios inferiores al promedio anual de enero a junio y superiores de julio a diciembre. En mayo es cuando los precios están en su punto más bajo, un 19% por debajo del promedio del año y en octubre en su punto más alto, un 20% por encima del promedio anual¹⁷. Como se puede observar en la Tabla 3 18, el precio FOB promedio del tiquisque presentó un incremento del 30,50% (US\$ 0,23/kg) al pasar de US\$ 0,77/kg en el 2015 a US\$ 1,00/kg en 2016.

3.1.1.3 Arroz

El arroz es el alimento principal para más de la mitad de la población mundial. Se considera el más importante del mundo por tener la mayor extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de gente que depende de su cosecha. A nivel mundial, el arroz ocupa el segundo lugar después del trigo si se considera la superficie cosechada, pero si se considera su importancia como cultivo alimenticio, el arroz proporciona más calorías que cualquier otro cultivo de cereales. Además de su importancia como alimento, el arroz proporciona empleo al mayor sector de la población rural de gran parte de Asia, pues es el cereal típico del Asia meridional y oriental. También es ampliamente cultivado en África y en América, y no sólo ampliamente sino intensivamente en algunos puntos de Europa meridional, sobre todo en las regiones mediterráneas.

El consumo de arroz y por tanto el comercio está diferenciado por los tipos de arroz y por la calidad. Se consideran los siguientes tipos de arroz:

- **De grano largo de perfil índica:** este a su vez se clasifica de acuerdo al porcentaje de granos partidos y el que sean o no aromáticos. Este tipo de arroz representa el 85% del comercio mundial de arroz, incluyendo aproximadamente del 10-15% de arroces aromáticos (tipos jazmín y basmatil), 35-40% de arroces de alta calidad (menos del 10% de granos partidos) y del 30-35% de arroces de baja calidad.
- **De grano medio/corto de tipo japónica:** el comercio de este tipo de arroces representa solamente una cuota del 15%.

En la actualidad, el arroz es el único producto que conserva un sistema de protección a la producción nacional mediante la fijación de precios y el arancel que regula las importaciones. Los demás productos alimenticios se rigen bajo la ley de la oferta y la demanda dentro del contexto de una economía abierta al comercio internacional. El producto pago al productor es por saco de 73,6 kilogramos de arroz seco y limpio en

¹⁷ Sistema de Información Agroalimentaria del Consejo Nacional de producción, en el Boletín N° 1 Tiquisque, de febrero 2017

granza, con un porcentaje del 13% de humedad y un 1,5% de impurezas. En el mercado interno se comercializa el arroz al consumidor final en kilogramos.

3.1.1.3.1 Oferta del Arroz

Para el período 2016 - 2017 la producción nacional de arroz fue de 200.347 toneladas métricas de arroz en granza seca y limpia. Esta cifra superior en 6.81% a la registrada en el período 2015 - 2016. El incremento obedece principalmente a una mejora en la productividad por hectárea¹⁸.

Tabla 3 19. Costa Rica. Área sembrada de arroz, 2013 - 2017 (en hectáreas)

Región	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	Variación 2016/17- 2015/16 %	Participación 2016/2017 %
Chorotega	24.968	23.932	22.788	25.025	8,94	53,90
Pacífico Central	7.398	6.272	5.656	5.844	3,22	12,59
Brunca	15.103	11.707	9.971	8.986	-10,96	19,36
Huetar Norte	16.561	14.078	9.157	5.559	-64,72	11,97
Huetar Caribe	2.106	2.209	2.001	1.013	-97,53	2,25
Total	66.136	58.198	49.573	46.427	-6,78	100,0

En la Tabla 3 19, se puede observar como a partir de la cosecha 2013 - 2014 hasta incluso la 2016 - 2017 el área sembrada ha venido disminuyendo paulatinamente (Tabla 3 20).

Tabla 3 20. Costa Rica. Producción de arroz, 2013 - 2017 (en toneladas)

Región	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	Variación 2016/17- 2015/16%	Participación 2016/2017 %
Chorotega	109.218	121.517	99.620	112.687	11,60	56,25
Pacífico Central	33.218	18.877	28.744	31.375	8,39	15,66
Brunca	47.616	34.955	31.937	32.304	1,14	16,12
Huetar Norte	44.473	34.890	23.825	22.159	-7,52	11,06
Huetar Caribe	5.174	5.739	3.451	1.822	-89,41	0,91
Total	239.699	215.978	187.577	200.347	6,38	100,0

La región Chorotega abarca el 56,25% de la producción de este período, seguida por la región Brunca con un 16,12%. En la región Pacífico Central, Huetar Norte y Huetar Atlántica se registró un 15,66%, 11,06% y 0,91% respectivamente.

¹⁸ Informe estadístico Periodo 2016-2017 CONARROZ

3.1.1.3.2 Demanda del Arroz

En la Tabla 3 21 muestra el consumo aparente anual, mensual y per cápita para los períodos 2012 - 2013 a 2016 - 2017. El consumo aparente de arroz en el período 2016/2017, de acuerdo con su metodología de cálculo, se estimó en 232.192 toneladas de arroz pilado para un consumo per-cápita de 47,48 kilogramos y un promedio mensual de 19.349 toneladas.

Tabla 3 21. Costa Rica. Consumo per cápita anual y mensual, 2012 - 2017

Concepto	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Consumo nacional	224.369,0	227.756,0	218.343,0	240.749,0	232.192,0
Consumo mensual	18.697,0	18.980,0	18.195,0	20.062,0	19.349,0
Consumo per cápita (kg)	48,23	48,32	45,74	49,82	47,48

Fuente: Informe Estadístico Período 2016 - 2017, CONARROZ

Para este período el 56% del consumo se cubrió con arroz nacional, mientras que el arroz importado el 44% restante. En este período se importaron 63.000 toneladas de arroz en granza por desabasto, mediante Decreto Ejecutivo N° 39930-MAG-MEIC-COMEX, y publicado en el alcance digital de La Gaceta N° 207, del miércoles 5 de octubre de 2016.

3.1.1.3.3 Cadena de comercialización del arroz

En la Agrocadena del arroz se pueden identificar ocho grupos de actores: proveedores, productores, agroindustriales, importadores, comerciantes, consumidores, asociaciones gremiales y la entidad rectora del sector¹⁹.

3.1.1.3.4 Precio del Arroz

Según Conarroz, el precio de referencia en US\$/TM es el siguiente:

Granza

- Granza US#2 Grano Largo, 55/70 FOB Golfo US\$ 320.00
- Precio estimado del arroz en granza importado, puesto en planta Costa Rica:
 - Por contingente CAFTA-RD - (DAI 0%) US\$ 390.96
 - Pagando el 26,6% de arancel (DAI) US\$ 487.93

Pilado/Contenedor

- US #2, Grano largo, 4% quebrado - FOB Golfo US\$ 575,00
 - Uruguay 5% quebrado - FOB US\$ 522,00
 - Argentina 5% quebrado - FOB US\$ 520,00

¹⁹ Estudio IICE

El precio a nivel nacional, se rige por el Decreto Ejecutivo N° 40394-MEIC, el cual establece lo siguiente:

Transitorio Único. - Se mantiene el precio de referencia de **¢22.139,00** colones por saco de 73,6 **kilogramos** de arroz en granza seco y limpio puesto en planta.

3.1.1.4 Hortalizas

En la región Chorotega de acuerdo a las condiciones agroecológicas presentes se cultivan hortalizas y frutas. Las principales se pretenden potenciar con el desarrollo del proyecto Paacume y se describen a continuación:

3.1.1.4.1 Cebolla

La cebolla es una hortaliza, cuyo bulbo está formado por la base de las hojas. La cebolla constituye una de las 500 especies del género *Allium* de la familia *maryllidaceae* (MAG, 2007). Tiene amplio uso culinario ya que se consume en ensaladas, salsas, condimento, y acompañando las comidas. Se cultiva para el aprovechamiento de sus bulbos.

El valor nutritivo de la cebolla es muy bajo. La cebolla es rica en propiedades que hacen de ella un tónico general y un estimulante. Debido a su contenido en vitaminas A y C puede tratar todo tipo de enfermedades respiratorias, también gracias a su contenido en vitamina B puede tratar enfermedades nerviosas.

La unidad de comercialización en el mercado nacional a nivel mayorista es el kilogramo y para el mercado internacional la caja de 10 kilogramos y la malla de 10 kilogramos y 20 kilogramos. Una vez que el producto se cosecha, selecciona, se seca y empaca. Posteriormente es transportado hacia centros de acopio, Cenada, Hortifruti, Industria, hoteles y restaurantes por citar algunos (MAG, 2007).

3.1.1.4.1.1 Oferta de Cebolla

Este cultivo en Costa Rica ocupa uno de los primeros lugares de consumo entre las hortalizas. Además de consumirse en estado fresco, como condimento y en ensaladas, en la agroindustria se utiliza la cebolla deshidratada como condimento en la elaboración de diferentes productos. También como ingrediente en la elaboración de vegetales mixtos y encurtidos (MAG, 2007).

La producción se concentra en tres áreas geográficas; Valle Central: Llano Grande, Cot y Potrero Cerrado de Cartago), zona media (Santa Ana, San Antonio de Escazú, San Rafael, La Guácima de Alajuela, y San Antonio de Belén), y la región Chorotega (Mogo, Fortuna, Bagaces, Cañas y Carrillo) (MAG 2007).

En la Tabla 3 22 se puede observar el comportamiento de las áreas sembradas de cebolla del 2014 al 2017, el cual a partir del año 2014 presenta un incremento,

incluso en el periodo 2017 es menor pero el dato es preliminar e incluso es similar al 2016 sin estar contabilizado el 2017 completo.

Tabla 3 22. Costa Rica. Área sembrada de cebolla, 2014 - 2017 (en hectáreas)

	2014	2015	2016	2017 ^a
Cebolla	1.058	1.287	1.419	1.393

^a Dato preliminar

Fuente: Sepsa, 2017

En la Tabla 3 23 se observa el comportamiento de la producción de cebolla, el cual muestra un incremento entre los periodos 2014 al 2015, decrece entre los periodos 2015 a 2016 por factores, como, por ejemplo, los efectos del huracán Otto. Posteriormente se estabiliza en el 2017.

Tabla 3 23. Costa Rica. Producción de cebolla, 2014 - 2017 (en toneladas)

	2014	2015	2016	2017 ^a
Cebolla	38.368	41.928	35.181	41.928

^a Dato preliminar

Fuente: Sepsa, 2018

De acuerdo al CNP, la oferta de cebolla nacional proviene en mayor proporción de los cantones de Cartago y Oreamuno representando entre ambos un 69% de la producción nacional. Otro aspecto a resaltar es que a pesar de que no poseen una representación significativa en cuanto a hectáreas cultivadas, el rendimiento en producción de los cantones de Bagaces y Cañas es superior, alcanzando 56,95 y 50 toneladas por hectárea respectivamente.

Según el SIA/CNP, las importaciones de cebolla procedentes de Centroamérica y Panamá no pagan arancel, mientras que, de Estados Unidos, Canadá y otros mercados, pagan 46%. En la Tabla 3 24 se muestra como China es el mayor productor de cebolla del mundo seguido de India y posteriormente Estados Unidos de tercero, pero ya con una diferencia significativa.

Tabla 3 24. Principales productores mundiales de cebolla, 2016 (en toneladas)

	China	India	Estados Unidos	Irán	Rusia
Volumen (t)	22.300.000	19.299.000	3.159.000	2.381.551	1.983.937

Fuente: Fresh Plaza

3.1.1.4.1.2 Demanda de Cebolla

Según SIA/CNP, Costa Rica desde el año 2014 a la fecha ha importado un total de 2.133 toneladas teniendo mayores representaciones el año 2016 con 812 toneladas, provenientes de Estados Unidos y Chile.

3.1.1.4.1.3 Precios de Cebolla

Según SIA/CNP, que el nivel de finca de setiembre 2013 a abril 2014 el precio ha rondado ₡344/kg. El precio de oferta de supermercado y el precio a nivel de ferias del agricultor llevan un comportamiento bastante cercano a lo largo del periodo de análisis.

Según SIA/CNP, el precio promedio de la cebolla en finca el mes agosto fue ₡960/kg; siendo el segundo precio más alto en lo que se registra de los últimos tres años. Al llegar setiembre se observa la significativa reducción en el precio al registrarse en ₡425/kg en ese mismo mercado. Esta situación ha estado influenciada por el nivel producción ya que desde marzo hasta agosto las estimaciones registran niveles de producción insuficientes para satisfacer el consumo nacional mensual (el cual ronda 3.200 toneladas); lo que explica el nivel de precios del momento. Al llegar setiembre, con una cosecha estimada de 5.440 toneladas, se identifica una sobre oferta de producto en el mercado, lo que incide directamente en el precio.

En los últimos tres meses del 2016 el precio de la cebolla a nivel mayorista en Costa Rica mostró una tendencia al alza, incrementando US\$ 1,30/kg de mayo a julio y llegando a alcanzar el precio más alto del año de US\$ 2,68/kg para julio. Se aprecia que para agosto hay una disminución significativa, inducida por el fenómeno de sobre oferta nacional antes mencionado. En el año 2016 se presenta un comportamiento similar al 2015, por cuanto hasta el mes de agosto se presentan precios altos incluso hasta llegar a un máximo en julio ₡1.200/kg. A partir del mes de setiembre empieza a bajar hasta llegar a un mínimo en octubre de ₡200/kg.

El precio mayorista de Estados Unidos, el mes anterior llegó a US\$ 0,67/kg, registrando el segundo mes de disminución de precio después de que el pasado julio se cotizara en US\$ 1,00/kg y actualmente expone un precio de US\$ 0,63/kg. Entre los países de referencia el precio más bajo se registra en España, cuyo promedio mensual dentro del periodo de análisis ronda US\$ 0,27/kg.

3.1.1.4.2 Tomate

El tomate pertenece a la familia Solanácea. Actualmente es una de las hortalizas de mayor consumo en Costa Rica.

El tomate es un alimento con poco contenido energético (alrededor de 18 Kcal/100 g), ya que su constituyente mayoritario es agua. Le siguen los azúcares (3%), que le confieren un ligero sabor dulce. Tiene un contenido importante en fibra, vitaminas y

minerales, como la vitamina C, provitamina A, y vitaminas del grupo B. Un compuesto interesante del tomate es el licopeno, el cual se encuentra en cantidades elevadas dentro de sus células. Cuando el tomate se cocina y se rompen las paredes celulares, el licopeno se libera aumentando así su cantidad en el producto final.

Se cultivan principalmente dos tipos: los tomates para consumo fresco, con alto contenido de agua en el fruto y el tomate para la elaboración de salsas, con menor contenido de agua, mayor contenido de sólidos solubles y pectina, pulpa más gruesa, etc. Tradicionalmente Costa Rica no produce tomate industrial, a pesar de existir factibilidad agroeconómica para ello y la mayoría de la materia prima es importada de la región centroamericana (MAG, 1991).

La unidad de comercialización en el mercado nacional a nivel mayorista es el kilogramo y para el mercado internacional la caja de aproximadamente es de 12 kilogramos. Una vez que el producto se cosecha, este se lava, selecciona y empaqueta, posteriormente es transportado hacia centros de acopio, Cenada, Hortifruti, hoteles y restaurantes por citar algunos (MAG, 2007).

3.1.1.4.2.1 Oferta de Tomate

Se puede indicar, que el tomate para consumo fresco se cultiva en todas las provincias del país, siendo la más representativas Cartago y Alajuela y las menos Limón y Guanacaste. En Tabla 3 25 puede observarse el comportamiento de las áreas sembradas de tomate del 2014 al 2017^a.

Tabla 3 25. Costa Rica. Área sembrada de tomate, 2014 - 2017 (en hectáreas)

	2014	2015	2016	2017 ^a
Tomate	900	1.018	1.100	1.100

^a Dato preliminar

Fuente: Sepsa, 2016

En la Tabla 3 26 se observa el comportamiento de la producción de tomate, el cual muestra un incremento del 2014 al 2015, posteriormente sufre una importante disminución del 2015 al 2016, influenciado en parte por el efecto del huracán Otto, presentando estabilidad en el 2017.

Tabla 3 26. Costa Rica. Producción de tomate, 2014 - 2017 (en toneladas)

	2014	2015	2016	2017 ^a
Tomate	51.200	68.000	57.238	57.238

^a Dato preliminar

Fuente: Sepsa, 2016

Según se indica por SIMA/CNP, al finalizar el año 2015 las importaciones mundiales de tomate fresco cerraron con 6.428.237,8 toneladas de producto. De los cuales

como se puede observar, los países importadores más representativos corresponden a Estados Unidos y Alemania con un 27% y un 13% respectivamente (

Tabla 3 27). En Centroamérica, los principales importadores son Guatemala y Honduras tal y como se muestra en la Tabla 3 28.

Tabla 3 27. Participación porcentual de importaciones de tomate según país, 2015

	Estados Unidos	Alemania	Rusia	Reino Unido	Francia
Volumen (t)	1.735.623,99	835.670,91	578.541,33	385.694,26	257.129,51
Porcentual (%)	27	13	9	6	4

Fuente: SIA/CNP con datos del Departamento de Agricultura USA

3.1.1.4.2.2 Demanda de Tomate

De acuerdo al CNP con datos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, durante el 2015, la región centroamericana presentó una cantidad exportada de 109.719,6 toneladas.

Tabla 3 28. Participación porcentual de las exportaciones de tomate según país, 2015

	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Costa Rica
Porcentual (%)	58	38	3	1

Fuente: Elaboración SIA/CNP con datos del Departamento de Agricultura USA

Como se observa en la Tabla 3 28 a nivel centroamericano, los países exportadores más representativos corresponden a Guatemala y Honduras con un 58% y un 38% respectivamente. Por su parte las exportaciones de Costa Rica sólo representan un 1%. Aspecto que resalta el hecho de que la producción nacional de tomate se destina en su mayoría para consumo interno, por cuanto el estudio de tendencias del consumo de frutas, hortalizas y pescado en las familias de Costa Rica 2012 elaborado por el Programa Integral de Mercadeo Agropecuario (PIMA), refleja que el tomate se posiciona como la hortaliza de mayor preferencia a nivel nacional, alcanzando un consumo per cápita de 19,93 kg/año.

Según Fresh Plaza, el Reino Unido es el mayor importador de tomate de la Unión Europea, con un total de más de 568.000 t para el año 2016.

3.1.1.4.2.3 Precios del Tomate

Según SIA/CNP de acuerdo con la estacionalidad de precios y a la oferta de tomate en el Cenada el precio del tomate alcanza sus precios máximos en los meses de noviembre y diciembre, para este último mes las estadísticas arrojan un precio con un 39,18% por encima del precio promedio anual. Caso contrario sucede en el mes de septiembre donde el precio presenta un valor del 21,05% por debajo del precio medio

anual, asimismo el mes de junio también se comporta con una baja en los precios cercana al 15%. Alcanzando un precio máximo en enero de 2016 de ₡1.500 por kilogramo y con un precio mínimo en junio 2015 con un precio inferior a ₡500 por kilogramo.

Según se puede observar en la Tabla 3 29, entre los años 2015 al 2017 se ha presentado un crecimiento paulatino en el precio del tomate de primera en finca, creciendo un 27% para 2016 y un 47% para 2017, influenciados por el efecto del huracán Otto y la tormenta Nate.

Tabla 3 29. Costa Rica. Precios promedios de tomate de primera en finca, periodos 2013 - 2017 (en colones por kilogramo)

	2014	2015	2016	2017 ^a
Tomate	525,5	511,4	650,3	749,8

^a Dato preliminar

Fuente: Fuente: SIA/CNP con datos de PIMA

Según PIMA, el criterio para determinar la calidad del tomate es el tamaño, y de acuerdo a este se clasifica en primera, segunda y tercera.

3.1.1.4.3 Chile Dulce

El chile dulce o pimentón pertenece a la familia de las solanáceas y es la principal variedad cultivada del género *Capsicum*. Este tiene su origen en el continente americano, probablemente en el sur de Brasil, pero la especie *Capsicum annuum* fue domesticada en México pues fue cultivada extensamente desde la época precolombina. Durante los siglos XV y XVI fue llevada a Europa, África y Asia por los colonizadores españoles y portugueses. Actualmente cultiva en la mayoría de los países tropicales y subtropicales del mundo (MAG, 2007).

Los chiles dulces están compuestos principalmente por agua y después por los hidratos de carbono. Su aporte calórico y proteico es muy bajo, aunque es una buena fuente de fibra. Entre las vitaminas tenemos que destacar las del tipo A, E, B1, B2 y B3, además del ácido fólico. Esto convierte al chile dulce en una importante fuente de antioxidantes. Además, hay que tener presente su alto contenido en vitamina C, en muchos casos muy por encima de frutas como la naranja.

Los minerales más presentes son el potasio, el magnesio, el fósforo y el calcio. Una vez que el producto se cosecha, este se limpia, selecciona y empaca, posteriormente es transportado hacia centros de acopio, Cenada, Hortifruti, hoteles y restaurantes por citar algunos (MAG, 2007).

3.1.1.4.3.1 Oferta de Chile Dulce

Se puede indicar, que el chile dulce para consumo fresco se cultiva en todas las provincias del país, especialmente en las regiones Central Occidental, Central y Central Oriental. En la Tabla 3 30 puede observarse el comportamiento de las áreas sembradas de chile dulce en los periodos 2014 al 2017.

Tabla 3 30. Costa Rica. Área sembrada de chile dulce, 2014 - 2017 (en hectáreas)

	2014	2015	2016	2017 ^a
Chile dulce	487	494	486	486

^a Dato preliminar

Fuente: Sepsa, 2017

En la Tabla 3 31 se observa el comportamiento de la producción de chile dulce, el cual muestra un decrecimiento a partir del periodo 2014.

Tabla 3 31. Costa Rica. Producción de chile dulce, 2012 - 2015 (en toneladas)

	2014	2015	2016	2017 ^a
Chile dulce	12.787	12.059	8.294	8.294

^a Dato preliminar

Fuente: Sepsa, 2017

A nivel mundial, se producen 31.167 toneladas de chile dulce. Se establece lo siguiente: Con 16.000 toneladas de pimienta producidos, China ocupa la primera posición, cultivando esta hortaliza sobre un total de 707.000 hectáreas. El segundo lugar está ocupado por México con 2.379,74 toneladas sobre 136.132 hectáreas, apareciendo Turquía en tercera posición con 2.072,13 toneladas, sobre una superficie de 96.000 hectáreas. España ocupa la sexta posición a nivel mundial, con 1.023,7 toneladas producidas sobre 18.100 hectáreas. Holanda aparece en decimosegunda posición con 345 toneladas en 1.313 hectáreas.

3.1.1.4.3.2 Demanda de Chile Dulce

De acuerdo al SIA/CNP Costa Rica exportó durante el 2016, un total de 4.300 kilogramos de fruta fresca, donde el principal destino es Estados Unidos. Los principales importadores de chile dulce corresponden a países de la Unión Europea los cuales son abastecidos internamente por España y el otro gran comprador corresponde a Estados Unidos producto que viene de México.

La producción de chile dulce tiene dos principales destinos, el mercado nacional y el mercado internacional. De estos dos la principal diferencia es que para mercado nacional se produce un chile de una punta alargada y de un tamaño entre 150 y 350 gramos, de color verde y rojo. El mercado internacional demanda un chile dulce homogéneo, de colores (principalmente el rojo), cuatro puntas, totalmente sano, más

pequeño, de excelente presentación y en empaque de exportación. Es importante mencionar que estas características las piden los consumidores, lo que quiere decir que el tipo de chile que se produzca para los diferentes mercados lo dicta el consumidor final (MAG, 2007).

Según Fresh Plaza, de enero a finales de septiembre de 2016, el Reino Unido importó 6,1 millones de toneladas de frutas y hortalizas valoradas en US\$ 8234 millones desde otros países de la Unión Europea.

3.1.1.4.3.3 Precios de Chile Dulce

En la Tabla 3 32, se puede observar el comportamiento del precio del chile dulce en Cenada entre los años 2009 al 2016. En dichos periodos, los meses de noviembre, diciembre y marzo presentan el índice de estacionalidad de precios más alto, por otra parte, en los meses de junio, julio y mayo los más bajos. Presentando un precio promedio de ₡18.962,61 durante el año 2016, presentando un precio mayor de ₡37.833,33 el mes de diciembre y un precio menor de ₡15.384,82.

Ejemplo de esta situación se puede observar que, en el precio de la caja plástica de chile dulce de primera, que estaba a ₡14.181,82, posteriormente con la afectación de las plantaciones ocurre el incremento antes mencionado y luego al revisar los datos el precio ya ha decrecido a ₡17.700. Según SIA/CNP, se establece que el precio en las ferias del agricultor está para el chile de primera ₡175.

Tabla 3 32. Costa Rica. Precios promedio de chile de primera en plaza, 2009 - 2016 (en colones)

Precios corrientes por caja plástica									
Mes	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Índice Estacional
Enero	21.416,7	27.250,0	9.923,1	22.791,6	22.916,7	9.884,6	17.000,0	19.333,3	1,032
Febrero	20.583,3	21.250,0	11.000,0	20.076,9	27.921,7	15.041,7	17.958,3	19.846,2	1,050
Marzo	25.807,7	13.428,6	17.461,5	20.538,4	20.875,0	19.000,0	22.538,5	16.000,0	1,076
Abril	17.083,3	15.166,7	12.375,0	23.750,0	21.730,8	20.208,3	19.833,3	18.615,4	1,019
Mayo	14.307,7	12.846,1	9.500,0	17.269,2	20.678,6	19.576,9	12.076,9	15.384,6	0,828
Junio	8.807,7	12.615,4	14.307,7	16.192,3	14.666,7	20.692,3	12.192,3	17.000,0	0,788
Julio	7.867,1	22.076,9	15.576,9	10.250,0	13.678,6	18.961,5	15.464,3	17.730,8	0,814
Agosto	7.307,7	25.923,1	19.607,1	7.538,5	15.269,2	25.500,0	21.653,9	18.000,0	0,932
Setiembre	7.692,3	28.769,2	14.192,3	7.041,7	17.576,9	28.846,1	17.846,1	9.615,4	0,863
Octubre	12.423,1	20.730,8	17.259,2	11.321,4	16.269,2	27.750,0	24.076,9	16.730,8	0,977
Noviembre	19.115,4	17.461,5	25.807,7	14.923,1	19.538,4	29.041,6	25.846,1	21.461,5	1,171
Diciembre	30.250,0	15.142,9	35.583,3	20.166,7	13.666,7	34.423,1	25.250,0	37.833,3	1,452
Promedio	16.054,3	19.388,4	16.883,7	15.821,7	18.763,2	22.410,5	19.311,4	18.962,6	1,000

Fuente: PIMA/Cenada

Por otra parte, según el Horto Info diario digital de la actualidad hortícola se señala que entre las semanas del 23/01/2017 al 29/01/2017 el precio del chile dulce en la Unión Europea se ubicó en los rangos entre US\$ 1,12 a US\$ 1,75/kg.

3.1.1.5 Melón

El melón es una planta anual herbácea, de porte rastrero, pertenece a la familia de las cucurbitáceas, cuyos frutos son redondos o redondo ovalados, ricos en vitamina A, B, C y minerales, en especial Potasio, Hierro y Manganeseo (Escalona *et al*, 2009). Su centro de origen no está definido, sin embargo, se presume que su origen es África tropical y Asia occidental (Casaca, 2005).

La producción de esta cucurbitácea, se ha registrado en todas las regiones del mundo que cuenten con las condiciones adaptativas para su desarrollo. Según Escalona *et al*. (2009), dentro de los principales países productores de melón se encuentra China (39% de la producción mundial), Turquía (9%), Estados Unidos (6%), España (5%) e Irán (5%).

Con referencia a la cadena del melón, se puede indicar que existen dos vías, una que inicia con la finca melonera de ahí el producto se dirige a Cenada, ferias del agricultor, supermercados, minoristas y al consumidor nacional. En la otra de igual forma se parte de la finca, posteriormente importadores, supermercados, minoristas y por último al consumidor extranjero (Revista Centroamericana de Ciencias Sociales, 2007).

3.1.1.5.1 Oferta de Melón

Costa Rica pertenece al grupo de países exportadores de la fruta, ya que según Monge (2013), un 85% de la producción nacional se dedica a la exportación y el 15% restante es para el consumo nacional. El melón se encuentra en el quinto lugar de los productos agrícolas de exportación y se cultiva en Carrillo (40%), Liberia (19%), Nicoya (7%) y Nandayure (15%), cantones pertenecientes a la Provincia de Guanacaste y juntos suman un 81% de la producción total. El otro 19% de la producción se cultiva en el Pacífico Central, en los cantones de Puntarenas (8%), Esparza (4%), Parrita (4%), Garabito y Turrubares (3%).

En el año 2014, el comercio mundial de melón movió 2.332,61 toneladas. El principal exportador fue Guatemala con 419,15 toneladas, seguido por España 404,08 toneladas, y en tercer lugar Honduras con 245,94 millones de kilogramos. En el mercado de la Unión Europea España vende 352,04 millones de kilogramos, Brasil 179,39 millones de kilogramos, Holanda 117,19 millones de kilogramos, Marruecos 47,18 millones de kilogramos y Costa Rica 57,32 millones de kilogramos.

Según IICA (2006), se establecen los siguientes estándares de calidad:

1. Los melones deben ser firmes, bien formados y libres de pudrición, daño estilar o decoloración, sin presencia de plagas o enfermedades o materiales extraños.

Deben estar bien formados, casi esféricos y de apariencia uniforme. La cicatriz del pedúnculo debe ser lisa, sin adherencias de tallo (tallo-unido) que sugiera cosecha prematura. Con ausencia de cicatrices, quemaduras de sol o efectos de superficie. Firme, sin evidencias de magulladuras o deterioro excesivo. Que se vea pesado para su tamaño y con la cavidad interna firme, sin semillas sueltas o acumulación de líquido.

2. Es importante tener en cuenta que en los Estados Unidos los grados de calidad son US Fino (Fan-cy), N° 1, Comercial y N° 2. La distinción entre grados se basa principalmente en la apariencia externa y en el contenido de sólidos solubles. Las Normas Federales especifican un mínimo de 11% de sólidos solubles para el grado US. Fino (muy buena calidad interna) y 9% para el US. N° 1 (buena calidad interna). Un refractómetro calibrado que mida grados Brix se acepta como instrumento para la determinación estándar de los sólidos solubles.
3. Tratamiento de Etileno por 18 - 24 horas para la maduración uniforme de melones Honeydew a 20° C.
4. Coloración: Esta se establece de acuerdo a la variedad del melón que desee exportar. En general para las variedades de Honeydew, Crenshaw, Persian, Casaba, el color externo de los frutos en estado 3/4 desprendido varía entre cultivares, pudiendo caracterizarse por la presencia de tintes verdosos. El color de la piel en estos cultivares es típicamente gris a verde opaco cuando el fruto no tiene madurez comercial, verde oscuro uniforme en madurez comercial y amarillo claro en plena madurez de consumo. Otro indicador de la madurez comercial apropiada, es la presencia de una red bien formada y realzada en la superficie de la fruta.

En la Tabla 3 33 puede observarse el comportamiento de las áreas sembradas de melón del 2014 al 2017.

Tabla 3 33. Costa Rica. Área sembrada de melón, 2014 - 2017 (en hectáreas)

	2014	2015	2016	2017 ^a
Melón	5.086	5.566	5.163	4.903

^a Dato preliminar

Fuente: Sepsa, 2017

En la Tabla 3 34 se observa el comportamiento de la producción de melón, la cual muestra un decrecimiento en las toneladas producidas a partir del periodo 2014, a pesar de que entre los periodos 2014 a 2015 se presentó un incremento en las hectáreas cultivadas y su posterior decrecimiento posterior al periodo 2015.

Tabla 3 34. Costa Rica. Producción de melón, 2014 - 2017 (en toneladas)

	2014	2015	2016	2017 ^a
Melón	184.455	177.724	150.261	141.073

^a Dato preliminar

Fuente: Sepsa, 2017

En la Tabla 3 35, se puede observar el comportamiento de las exportaciones de melón entre los periodos 2014 al 2017 el cual al igual que la producción presenta un decrecimiento a partir del periodo 2014.

Tabla 3 35. Costa Rica. Exportaciones de melón, 2014 - 2017 (en dólares)

	2014	2015	2016	2017 ^a
Melón	72.324	68.655	65.866	62.208

^a Dato preliminar

Fuente: Sepsa, con información del BCCR

3.1.1.5.2 Demanda de Melón

De acuerdo al SIA 2016, un total de 124.574 toneladas de melón por un valor de US\$ 65.865,5 millones de dólares.

En el año 2014 la Unión Europea compró un total de 952,42 toneladas de melón. El principal proveedor europeo fue España con 352,04 toneladas. El segundo país en importancia como proveedor de melón a la Unión Europea fue Brasil, con 179,39 toneladas, seguido por Holanda 117,19 toneladas, Costa Rica con 57,32 toneladas y Marruecos, que vendió en la Unión Europea 47,18 toneladas de melón. Los principales países compradores del melón costarricense son el Reino Unido, Países Bajo, Italia y Escandinavia.

Según Horto Info (2017); España ha suministrado a los consumidores europeos un total de 692,33 toneladas de melón (40,08 % del total), con un valor de US\$ 586,63 millones y un precio medio de US\$ 0.85 por kilogramo. La venta española de melón a la Unión Europea ha sido superior a la de Brasil, Holanda, Costa Rica y Marruecos juntos. En la cuarta posición se encuentra Costa Rica, con un volumen de 108,32 toneladas, US\$ 110,97 millones y un precio medio de US\$ 1,02 por kilogramo.

3.1.1.5.3 Precios del Melón

El precio del melón en el mercado nacional presenta precios más bajos durante la época de producción que corresponde al periodo entre enero y abril, Por ejemplo, en Pima-Cenada se registra un precio por kilogramo de ₡518,75 el Cantaloupe y ₡288 por kilogramo el rechazo de exportación. Posteriormente aumenta el precio cuando está fuera de temporada, donde está registrado que el kilogramo de Cantaloupe tiene un precio de ₡862,50.

Cabe acotar que según Horto Info (2017), el precio del melón en la Unión Europea entre los periodos 2006 - 2007 y 2015 - 2016 osciló entre los US\$ 0,88 y US\$ 0,99 por kilogramo.

El informe de seguimiento del sector hortícola protegido, publicado por el Observatorio de Precios y Mercados de la Junta de Andalucía, señala que durante la semana 16 (del 13 al 19 de abril), el melón Galia registró un precio medio próximo a US\$ 0,92 por kilogramo en la tercera semana de abril, frente a los US\$ 0,95 por kilogramo obtenidos en la campaña 2013 - 2014 y a los US\$ 0,72/kg de la campaña 2012 - 2013 (Valenciafruits, 2017).

3.1.1.6 Sandía

Al igual que el melón, la sandía es una planta perteneciente a la familia de las Cucurbitáceas de porte rastrero, originaria de África tropical. Dentro de las propiedades de la sandía, se menciona que es un excelente diurético, ya que su alto poder alcalinizante colabora con la eliminación de los ácidos perjudiciales para el organismo. Esta fruta está formada por un 93% de agua (Casaca, 2005).

En PIMA, en lo que respecta al criterio para determinar la calidad de la sandía que se comercializa en Cenada se determinan tres criterios: de rechazo de exportación, grande de campo y mediana de campo.

Con referencia a la cadena de la sandía, se puede indicar que existen dos vías, una que inicia con la finca normalmente melonera de ahí el producto se dirige a Cenada, ferias del agricultor, supermercados, minoristas y al consumidor nacional. En la otra de igual forma se parte de la finca, posteriormente a importadores, supermercados, minoristas y por último al consumidor extranjero (MAG, 2007).

3.1.1.6.1 Oferta de Sandía

En la Tabla 3 36, puede observarse el comportamiento de las áreas sembradas de sandía del 2014 al 2017.

Tabla 3 36. Costa Rica. Área sembrada de sandía, 2014 – 2017 (en hectáreas)

	2014	2015	2016	2017 ^a
Sandía	1.562	1.786	2.423	2.496

^a Dato preliminar

Fuente: Sepsa, 2017

En la Tabla 3 37 se observa el comportamiento de la producción de sandía, el cual muestra un crecimiento a partir del periodo 2014, producto de un incremento en las áreas cultivadas a partir del mismo periodo, como se puede apreciar en la Tabla 3 36.

Tabla 3 37. Costa Rica. Producción de sandía, 2014 – 2017 (en toneladas)

	2014	2015	2016	2017 ^a
Sandía	65.507	72.438	102.934	106.764

^a Dato preliminar

Fuente: Sepsa, 2017

A nivel mundial, China es el mayor productor (68%), seguido de Turquía (3,78%), Irán (2,78%) y Brasil (2,38%) con una producción entre 2 y 4 millones de toneladas (Usaid, 2011).

Según Central América (2016), indica que en 2015 la región en su conjunto exportó sandías por un valor de US\$ 36 millones, liderado por Costa Rica y Panamá que exportaron US\$ 14 millones cada uno, seguidos de Honduras, con US\$ 4 millones. Cifras del Comercio Exterior de Sandía en Centroamérica, analizadas por el área de Inteligencia Comercial de Central América Data, reportan que en 2015 los países de la región centroamericana exportaron en conjunto 154.476 toneladas de sandía, a un precio promedio de US\$ 0,23 por kilogramo.

Según Tabla 3 38, **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** la generación de ingresos producto de la exportación de Sandía, entre el periodo 2014 a 2015 presentó una disminución en los ingresos, posteriormente a partir del 2015 hasta el 2017 se presentó un crecimiento en los ingresos a producto de un incremento en el área cultivada y como tal una mayor producción.

Tabla 3 38. Costa Rica sandía valor de las exportaciones, 2013- 2017
(en millones de dólares)

	2014	2015	2016	2017
Millones (US\$)	16.670	14.113	19.447	22.176

Fuente: Sepsa, 2017

3.1.1.6.2 Demanda de Sandía

Según Comex con base en cifras de Procomer, para el 2015 la Unión Europea compró a Costa Rica US\$ 13.681.254 en Sandía Fresca, siendo Alemania el principal destino. Al igual que el melón, la sandía se vende aproximadamente un 20% en Estados Unidos y un 80% a la Unión Europea. Esto por cuanto, países como Honduras, Guatemala, Nicaragua y México compiten con mejores condiciones en el mercado norteamericano.

Si bien, el principal destino de exportación para este producto es Europa, hay potencial para aumentar el porcentaje de exportación en el mercado estadounidense a través de agendas de negocios con oficinas comerciales en Miami y Nueva York.

Debido a estas condiciones, se espera que las ventas de la fruta hacia ese país aumenten entre marzo y abril. También hay oportunidad de exportar a Cuba, gracias a

un permiso especial de ingreso para la fruta. La sandía costarricense es cotizada debido a su dulzura, tamaño y precio competitivo, de acuerdo con productores nacionales.

La demanda en Estados Unidos provoca que se esté produciendo más sandía con semilla, que es la más buscada. Empresarios costarricenses, consideran que este tipo de sandía tiene mucha demanda en el mercado internacional. Sin embargo, el fenómeno de El Niño afectó las cosechas de los vecinos centroamericanos y es otro factor al que se puede sacar ventaja.

La exportación de sandía se realiza por medio de contratos anuales, por lo que la producción que se coloca en el mercado es la de un año anterior.

3.1.1.6.3 Precios de Sandía

Según datos de Procomer, en el mercado internacional, las cajas de 16 kilogramos se venden entre US\$ 8 y US\$ 9, colocando en promedio entre 4 y 7 sandías por caja.

En la Tabla 3 39, puede observarse el comportamiento del precio de la sandía grande en Cenada entre los años 2014 al 2016, el cual muestra un índice de estacionalidad de precios más alta en los meses de octubre, noviembre y diciembre, con un precio promedio mayor de ₡576,92 colones por kilogramo. Por el contrario, los meses de febrero, mayo y abril presenta los precios menores, presentándose un precio promedio menor de ₡380,00 por kilogramo.

*Tabla 3 39. Costa Rica precios promedio anuales de sandía, 2014 – 2016
(en colones por kilogramo)*

Mes	2014	2015	2016	Índice Estacional
Enero	277,69	345,00	479,17	0,8468
Febrero	241,67	362,50	385,38	0,7621
Marzo	321,54	423,85	380,00	0,8749
Abril	367,50	364,17	376,15	0,8667
Mayo	273,08	380,92	414,29	0,8234
Junio	254,62	525,38	495,00	0,9758
Julio	304,62	487,14	444,62	0,9544
Agosto	434,62	369,23	477,14	1,0009
Setiembre	487,69	372,31	569,23	1,1151
Octubre	645,00	560,00	576,92	1,4014
Noviembre	554,17	519,23	510,00	1,2434
Diciembre	417,69	525,00	519,23	1,1351
Promedio	381,66	436,15	468,93	1,00

Fuente: PIMA/Cenada

Respecto al precio en el mercado nacional en el año 2017, el mismo tiende a ser más favorable para el consumidor en temporada alta de producción entre los meses de marzo y abril. Esta situación se puede corroborar en el boletín de Sifpima (2017), donde se indica que el kilogramo de la sandía grande tiene un precio promedio ₡462,50 y la mediana ₡314,20, rechazo de exportación ₡97. Por su parte, luego de temporada se presenta un incremento en el precio de la sandía, por ejemplo, Sifpima 2016, muestra que el precio promedio de la sandía grande es ₡562,31 y la mediana ₡368,75 por kilogramo.

En la actualidad, según el Sistema de Información de Mercados Agroalimentarios del CNP y los precios hortofrutícolas de referencia semana 16 del 27 de abril al 03 de mayo de 2018, el precio del kilogramo de sandía grande es de ₡450, mediana ₡250 y rechazo ₡200.

La sandía negra con semillas se vendía en campo entre US\$ 0,46 - US\$ 0,52 por kilogramo, la negra sin semillas entre US\$ 0,80 - US\$ 0,92 por kilogramo y la rayada entre US\$ 0,69 - US\$ 0,80 por kilogramo (Valenciafruits, 2015). También, según Servicio de Información de Mercados, CNP, Costa Rica, el precio de la caja de sandía de la variedad Red Fresh Seedler Miniature oscila entre los US\$ 9 a US\$ 11,5, en el mercado norteamericano.

3.1.1.7 Mango

El mango es una fruta tropical pertenece a la familia de las anacardiáceas y su centro de origen es India (Mora *et al.*, 2002). Se califica como un árbol de porte mediano a grande, simétrico y hoja perenne. El fruto es una drupa, climatérica, de forma ovalada o redondeada que se consume en su mayoría en estado fresco y aporta fibra, proteínas, vitaminas (A, B y C) y minerales (Ca, P, Fe, K y Na) (Milacatl, 2003).

En Costa Rica, la producción de mango está definida en cuatro zonas: Alajuela (Orotina, San Mateo y Atenas), Puntarenas (Central, Esparza, Miramar y Garabito), Guanacaste (Liberia, Santa Cruz, Nicoya, Nandayure, Carrillo y Abangares) y San José (Puriscal y Turrubares), cultivadas entre los 0 y los 800 ms.n.m. (Mora *et al.*, 2002).

Se puede indicar que los principales eslabones de la Agrocadena del mango corresponden a: productor, organizaciones de productores, comercializadores, empacadores, de ahí el producto se dirige a los mercados mayoristas, minoristas, supermercados, industria y exportación (MAG, 2007).

3.1.1.7.1 Oferta de Mango

En la Tabla 3 40 se puede observar el comportamiento de las áreas sembradas de mango del 2013 al 2017. El área disminuyó entre el 2014 a 2015 y posteriormente se ha mantenido constante.

Tabla 3 40. Costa Rica. Áreas sembradas con mango, 2013 – 2017 (en hectáreas)

	2013	2014	2015	2016	2017 ^a
Mango	5.771	5.771	5.162	5.162	5.162

^a Dato preliminar

Fuente: Sepsa, 2017

En la Tabla 3 41 se observa el comportamiento de la producción de mango, el cual muestra un decrecimiento del 2014 al 2015 relacionado con una disminución del área sembrada, posteriormente se observa una producción constante.

Tabla 3 41. Costa Rica. Producción de mango, 2013 – 2017 (en toneladas)

	2013	2014	2015	2016	2017 ^a
Mango	43.000	43.000	38.462	38.462	38.462

^a Dato preliminar

Fuente: Sepsa, 2017

3.1.1.7.2 Demanda de Mango

En PIMA, en lo referente al criterio para determinar la calidad del mango que se comercializa en Cenada lo determina el tamaño y la apariencia, pero ante todo la variedad. Tommy corresponde a primera, Cavallini la segunda y Jade la tercera.

En la Tabla 3 42 se observa como a partir del periodo 2014 se presenta una disminución de los ingresos generados por la exportación de mango, por cuanto se redujo tanto el área cultivada como las toneladas producidas.

Tabla 3 42. Costa Rica. Exportaciones de mango, 2014 - 2017

	2014	2015	2016	2017
Valor (US\$)	43.000	38.462	38.462	38.462

Fuente: Datos del Banco Central de Costa Rica

Según Central América (2016), Costa Rica ha exportado un total de US\$ 4,8 millones de mango, de los cuales Alemania y Estados Unidos se posicionan como los mercados de mayor importancia. Tal como lo indica la noticia, el número de países ansiosos por ingresar a Estados Unidos con esta fruta está en aumento y con esto la fuerte competencia.

En estos momentos, en torno a 20 o 22 países suministran mangos al mercado estadounidense. México es el mayor exportador, responsable de alrededor de dos tercios de las importaciones de mango de Estados Unidos. Le siguen países latinoamericanos como Perú, Ecuador, Brasil, Guatemala y Haití. Algunos países asiáticos como India y Pakistán están exportando a Estados Unidos, y Tailandia lo hará en breve. Australia cuenta con una interesante ventana de oportunidad gracias a su

contra temporada. Debido a esta situación, es que se buscan nuevos mercados en la Unión Europea.

Según Fresh Plaza (2016), la exportación de mango le genera a Costa Rica alrededor de 4,18 millones de dólares, donde los principales compradores corresponden a Estados Unidos y La Unión Europea, principalmente. A los Países Bajos, Portugal, Alemania, Inglaterra, Italia y España, se exportan cajas de 4 kilogramos.

La fruta debe cumplir con los requisitos establecidos por los países importadores. Además de las regulaciones de cada país, Costa Rica debe certificar que el mango va libre de la mosca de la fruta, por lo que se realiza un programa de monitoreo y trampeo de moscas de la fruta en las plantaciones, un muestreo y disección de fruta en la planta empacadora de cada uno de los lotes que ingresan, sí como un tratamiento hidrotérmico a los frutos de exportación. Con respecto a Europa, este último tratamiento no se solicita.

3.1.1.7.3 Precios de Mango

Según el SIA (2014), se presenta la estacionalidad de la oferta y los precios en el mercado mayorista del Cenada, según datos del PIMA, el mango presenta una estacionalidad muy marcada. Los precios tienden a superar el precio promedio anual entre los meses de setiembre a febrero, lo que significa que para los productores son los mejores meses ya que se obtendrán excelentes precios. El comportamiento citado, se mantiene en los años 2015 y 2016. Presentando en el 2016 un precio máximo de ₡15.384,62 y un precio menor de ₡3.115,38 por caja, según se puede observar en la Tabla 3 43 .

Tabla 3 43. Costa Rica. Precios promedios anuales de mango en caja plástica de 18,5 kilogramos, 2014-2016 (en colones por kilogramo)

Mes	Año								Índice Estacional
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Enero	17.000,00	11.083,33	10.818,18	13.700,00	8.045,45	8.791,67	11.916,67	10.291,67	1,3012
Febrero	10.416,67	9.666,67	8.666,67	10.192,31	6.750,00	8.500,00	9.833,33	10.461,54	1,0559
Marzo	6.576,92	4.678,57	3.923,08	5.423,08	5.291,67	5.384,62	7.038,46	6.708,33	0,6397
Abril	4.000,00	3.583,33	2.683,33	4.291,67	4.576,92	4.291,67	6.208,33	5.961,54	0,5051
Mayo	2.846,15	3.269,23	2.384,62	3.653,85	3.714,29	3.730,77	6.423,08	5.821,43	0,4499
Junio	3.807,69	3.153,85	3.538,46	4.500,00	3.000,00	3.692,31	5.576,92	4.285,71	0,4462
Julio	3.535,71	4.153,85	5.307,69	5.785,71	2.607,14	3.500,00	3.821,43	3.115,38	0,4506
Agosto	3.384,62	10.846,15	7.269,23	6.833,33	5.000,00	6.076,92	3.000,00	3.821,43	0,6547
Setiembre	7.423,08	12.727,27	14.125,00	14.333,33	11.884,62	12.307,69	10.269,23	8.461,54	1,3015
Octubre	14.615,38	16.666,67	15.000,00	14.142,86	16.153,85	15.714,29	15.692,31	15.384,62	1,7561
Noviembre	13.692,31	16.923,08	15.625,00	11.615,38	16.727,27	17.250,00	18.461,54	15.133,33	1,7832
Diciembre	14.555,56	15.230,77	13.333,33	13.666,67	11.375,00	17.166,67	16.833,33	14.750,00	1,6559
Promedio	8.487,84	9.331,90	8.556,22	9.011,52	7.927,18	8.867,22	9.589,55	8.683,04	1,00

Fuente: PIMA/Cenada

Es importante recalcar que a nivel de Cenada el precio promedio de la caja de manga ha presentado un incremento en el precio, Dicha situación que se puede corroborar en Sifpima (2017), donde se indica que la caja de 18,5 Kg tiene un precio promedio ₡9.666,6, en comparación con los ₡8.683,04 del año 2016. Por otra parte, según el Sistema de Información de Mercados Agroalimentarios del CNP y los precios hortofrutícolas de referencia en la semana 16 del 27 de abril al 03 de mayo de 2018, la caja de manga grande de 17,5 kilogramos posee un precio de ₡5.652,5, la caja de manga grande de variedad Tommy Atkin de 17,5 kilogramos posee un valor de ₡6.020, la caja de manga pequeña de 17,5 kilogramos tiene un valor de ₡5.740.

Referente a los precios internacionales, según Fresh Plaza (2016) en la Unión Europea el precio de la caja osciló entre los US\$ 3,01 y US\$ 4,02 por kilogramo. También, es importante indicar, que, según el Servicio de Información de Mercados, CNP, el precio del mango por caja de 4 kilogramos de la variedad Tommy Atkins oscila entre los US\$ 4 a US\$ 6.

En el mercado alemán predominan actualmente los mangos Kent de Perú y Brasil. En algunos lugares, también hay fruta de Ecuador. Según los comerciantes, los precios están registrando fluctuaciones muy pronunciadas. Los productos peruanos están en el segmento alto con precios de US\$ 35,60 a US\$ 43,64 por cajas de 6 kilogramos. El precio de los mangos brasileños fluctúa entre US\$ 31 y US\$ 37,89, dependiendo de la marca y la calidad. Probablemente, los precios caerán ligeramente de nuevo en las semanas 2 y 3, puesto que la oferta volverá a crecer.

3.1.1.8 Limón Mandarina

En el país se explotan comercialmente cítricos como la naranja, el limón mesino y la limón mandarina. Específicamente para el proyecto se va a estar haciendo referencia al limón mandarina. El cual recibe diferentes nombres comunes tales como: limón paraguayo, limón misionero, lima mandarina, lima de cantón, limón rugoso, lima rangpur, limón cravo, limón hime, mandarina ácida (Zona Sur de Costa Rica), limela, limón mandarino. Se lo usa como una ornamental, o planta de maceta, y fuera de Estados Unidos principalmente como pie de injerto. En Costa Rica es de uso extendido, es muy frecuente en los patios de las casas y comercialmente y preferido sobre el limón y la lima.

3.1.1.8.1 Oferta de limón mandarina

Según el Censo Agropecuario del 2014, en Costa Rica existen 12.378 fincas que cultivan limón mandarina, la producción en su mayoría se vende en el Cenada. El comportamiento de la oferta en dicho mercado se puede observar en la Tabla 3 44. El mismo muestra un crecimiento entre los periodos 2014 a 2016, mostrando un crecimiento de alrededor del 32%.

Tabla 3 44. Costa Rica. Oferta promedio anual de limón mandarina,
2013 – 2018 (en toneladas)

	2013	2014	2015	2016	2017
Limón mandarina	45,12	42,46	50,27	62,07	47,30

Fuente: PIMA y SIMM, 2018

3.1.1.8.2 Precios de limón mandarina

En la Tabla 3 45 se observa el comportamiento del precio promedio al por mayor entre los años 2013 y 2017. Los mismos presentaron un incremento en los años 2015 y 2016. Se puede inferir que el comportamiento norma del precio ronda entre los 45 y 48 colones la unidad de limón mandarina den el mercado mayorista de Cenada.

Tabla 3 45. Costa Rica. Precios promedio anuales al por mayor por unidad de limón
mandarina, 2013 – 2017 (en colones)

	2013	2014	2015	2016	2017
Limón mandarina	45,12	42,46	50,27	62,07	47,30

Fuente: PIMA. Sistema de Información de Mercados Mayoristas (SIMM), 2018

3.1.1.9 Piña Orgánica

La planta de piña es una monocotiledónea, herbácea y perenne, originaria de América el Sur de la región de Mattogroso, entre Uruguay y Brasil. Se cultiva piña orgánica en comunidades como Sarapiquí, Río Cuarto de Grecia, San Carlos y Pejibaye de Pérez Zeledón.

3.1.1.9.1 Oferta de Piña Orgánica

De acuerdo con información proporcionada por el Programa Nacional de la Agricultura Orgánica (MAG, 2014), la superficie dedicada a producir piña orgánica alcanzó las 1.281 hectáreas; un año antes era de 991 hectáreas.

Según el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) (2017), el área cultivada con piña orgánica corresponde a 1.874,95 hectáreas. Lo anterior muestra un crecimiento comparándolo con las áreas cultivadas en los años 2014 y 2015.

3.1.1.9.2 Demanda de Piña Orgánica

Estados Unidos y la Unión Europea sobresalen como los principales destinos para la piña orgánica costarricense. Tales destinos evidencian también un crecimiento significativo como receptores de la fruta. Entre el 2013 y 2014, la división del Ministerio señaló un crecimiento en los envíos de más de 500 toneladas solo hacia la Unión Europea (El Financiero, 2015).

En la Tabla 3 46 se pueden observar los principales compradores de piña orgánica en el periodo 2017, convirtiéndose Holanda en el principal comprador con más de 4.000 toneladas siendo muy superior a otros compradores de importancia tales como Bélgica, España, Italia y Alemania. En total según Acreditación y Registro en Agricultura Orgánica del Servicio Fitosanitario del Estado se exportaron 6.451,56 toneladas.

Tabla 3 46. Costa Rica. Volúmenes exportados de piña orgánica, 2017 (en toneladas)

	Holanda	Bélgica	España	Italia	Alemania
Volumen	4.2014,34	780,03	751,71	471,11	119,08

Fuente: Acreditación y Registro en Agricultura Orgánica del Servicio Fitosanitario del Estado

3.1.1.9.3 Precio de Piña Orgánica

En la comunidad de Pejibaye de Pérez Zeledón el precio para la piña orgánica ronda los US\$ 0,6 - US\$ 0,8/kg.

3.1.1.10 Pacas de Heno

Los pastos que presentan mejores condiciones para la elaboración de heno son aquellos que presentan hojas y tallos delgados, que permitan la eliminación del contenido de humedad en pocas horas. Algunas especies aptas son las siguientes: Transvala, Jaragua, Pangola, Estrella, *Brachiaria dictyoneura*, *Andropogon gayanus* y paja de arroz. Sin embargo, resulta importante mencionar que actualmente en Costa Rica los pastos Pangola, Suazi y Transvala, constituyen las especies más cotizadas para la henificación, por su calidad y cantidad de forraje producido y por presentar tallos delgados.

Cabe indicar que actualmente ha ido tomando más importancia la paca elaborada con arroz, debido a su bajo costo y a un mayor valor nutritivo que la de Transvala por cuanto se corta en menor tiempo y no está lignificada.

También comenta que es un producto dirigido sobre todo a la alimentación de caballos y en menor medida a la vaca lechera o de doble propósito, sobre todo para introducir fibra en la dieta. La paca rectangular debe pesar 16 - 18 kilogramos, la cilíndrica 250 kilogramos y el silo paca 450 kilogramos. También, en Guanacaste se hacen pacas de 18 kilogramos.

3.1.1.10.1 Oferta de Pacas de Heno

Las principales zonas productoras de pacas en Costa Rica corresponden a Guanacaste y Pacífico Central. Predominando Guanacaste. En Guanacaste se presentan alrededor de 80 productores de pacas, ubicados en los cantones de Bagaces, Cañas, Liberia, Carrillo, Nicoya, Nandayure y Santa Cruz. Según esa lista se producen 373.650 tomando en cuenta las pacas rectangulares, silo pacas y cilíndricas.

3.1.1.10.2 Demanda de Pacas de Heno

El grupo Colono compra anualmente 50 - 60 mil pacas de 16 kilogramos a tres proveedores ubicados en Liberia, Nandayure y en Pacífico Central. Por su parte, la cooperativa Dos Pinos compra entre 450 - 500 mil pacas al año. Convirtiéndose en los mayores compradores del país debido al número importante de almacenes agro veterinarios que poseen.

El mercado meta especialmente son los propietarios de caballos, los cuales consumen la paca rectangular. La Cooperativa Dos es la principal compradora de silo pacas, cilíndricas y en menor cantidad rectangulares. El restante de la producción, se vende en veterinarias, agro servicios independientes y en las fincas de productores, los cuales incluso les compran a productores más pequeños.

Los principales compradores en el mercado corresponden a la cooperativa Dos Pinos y el Colono Agropecuario. Que los principales proveedores se ubican en los cantones de Nandayure, Cañas y Tilarán en el caso de pacas de arroz.

La baja calidad nutritiva de las pacas está relacionada con la fecha de corta, la cual es tardía porque el productor la cosecha muy seca para el volumen y por la dependencia de maquinaria para la corta, lo hace corte un producto lignificado y como tal poco nutritivo con un contenido de proteína alrededor al 3%. La idea es hacer entre 4 a 5 ciclos de corta al año, si llueve se debe hacer Silo pacas.

3.1.1.10.3 Precios de pacas de heno

La paca rectangular compuesta de pasto Transvala o de arroz con un peso promedio de 16 kilogramos - 18 kilogramos, con un precio que ronda entre los ₡1.800 a ₡2.000 en el caso de la de Transvala y un promedio de ₡1.300 la de arroz. Por otra parte, el precio de la silopaca en San Pablo de Nandayure cuesta entre los ₡25.000 a ₡30.000, por su parte la cilíndrica entre los ₡20.000 a ₡25.000.

3.1.1.11 Ganado Bovino

El nombre científico es *Bos taurus* (sin jiba) como el tipo europeo, y *Bos indicus* (con jiba) como el cebú. Pertenece a la familia de los bóvidos. Son animales rumiantes, que se caracterizan por la alimentación y sistema digestivo, ya que son estrictamente herbívoros.

La ganadería en Costa Rica tiene 446 años de historia, desde que ingresaron los primeros bovinos a nuestro país, procedentes de Honduras y Nicaragua, traídos en la época colonial por Juan de Caballón. Es una actividad estratégica porque es un proveedor de alimento para la población nacional, los cuales consumen entre el 80 y 90 % de la producción nacional. Además, es importante en la generación de divisas y empleos en todos los eslabones de la cadena, tanto en los proveedores de insumos, fincas, subastas, mataderos, carnicerías y supermercados. Por lo tanto, es una

actividad de alto impacto económico, social y ambiental (Federación Cámara de Ganaderos de Guanacaste, 2007).

Los principales eslabones de la cadena de la carne en Costa Rica, corresponden a: fincas, subastas, mataderos, industria, supermercados, carnicerías y restaurantes especializados. Sin olvidar a los transportistas que llevan al ganado a las subastas, mataderos, plantas industriales, carnicerías, supermercados y restaurantes especializados (Corfoga, 2012).

3.1.1.11.1 Oferta de Carne Bovina

Según el Censo Agropecuario del 2014, en Costa Rica, existen un total de 37.171 fincas las cuales albergan 1.278.817 animales de ganado bovino, de los cuales 538.593 destinados a producción de carne, lo que representa un 42,11% del hato nacional. Respecto a la provincia de Guanacaste, esta cuenta con una población de 281.500 animales con un 51,66% destinado a producción de carne. Gran parte de este ganado se transa en las subastas, de acuerdo con los datos de Senasa actualmente hay 74 cantones de 81 cantones determinados como origen de la movilización (Corfoga, 2012). Otro componente de la oferta de carne bovina en Costa Rica, corresponde a la importada que se describe en la Tabla 3 47.

Tabla 3 47. Costa Rica. Volumen anual de las importaciones de carne de bovina y subproductos, 2013 – 2017 (en toneladas)

	2013	2014	2015	2016	2017
Carne	4.548	4.150	6.797	10.469	11.272,5

Fuente: Corfoga, 2017

En la Tabla 3 48, se puede observar cómo entre el año 2013 y el 2016 la importación de carne de res en el país se duplicó, pasando de US\$ 24 millones a US\$ 50 millones, mientras que en el mismo periodo el sacrificio bovino local bajó 17%. Para volver a caer en el periodo 2017, en el cual a pesar de que se importó más su valor fue menor.

Tabla 3 48. Costa Rica. Valor CIF anual de las importaciones de carne de bovina y subproductos, 2013 – 2017 (en dólares)

	2013	2014	2015	2016	2017
Carne	24.668	24.157	41.610	55.525	27.061

Fuente: Corfoga, 2017

Cifras de la Corporación de Fomento Ganadero (Corfoga) indican que el consumo de carne bovina importada ha crecido de forma sostenida en los últimos años. En 2010 el país importó 4.731 toneladas, mientras que en 2016 la cifra fue de 9.406 toneladas (Central América, 2017).

Estados Unidos y Brasil encabezan la lista de los países que más producen carne de res en el mundo. El país suramericano es el que concentra mayor número de cabezas de ganado, superando incluso su número de habitantes (Contexto ganadero, 2017). La Unión Europea, China y la India continúan en la lista de regiones con mayor potencial en producción de la proteína roja.

3.1.1.11.2 Demanda de Carne Bovina

En lo referente a Costa Rica, la Tabla 3 49 describe el consumo de carne per cápita anual entre los años 2013 y 2017. En la misma, se presenta un decrecimiento paulatino entre los periodos 2013 a 2016, hasta llegar al 13,56% en el 2016. Posteriormente, en el 2017 se presenta una leve recuperación. Lo descrito es debido a un importante aumento del precio de la carne bovina a nivel nacional.

Tabla 3 49. Costa Rica. Consumo aparente de carne bovina, 2013 – 2017 (en kilogramos)

	2013	2014	2015	2016	2017
Carne	16,23	15,85	14,94	14,03	14,32

Fuente: Corfoga, 2017

La Tabla 3 50 muestra como entre los periodos 2013 a 2015 se presentó un aumento en las exportaciones de carne de Costa Rica. Sin embargo, en el 2016 se presentó un decrecimiento de un 9,67%, retomando el volumen exportado para el 2017.

Tabla 3 50. Costa Rica. Volumen anual de las exportaciones de carne bovina y subproductos, 2013 – 2017 (en toneladas)

	2013	2014	2015	2016	2017
Carne	14.244,0	18.360,1	18.619,8	16.802,1	18.443,1

Fuente: Corfoga, 2017

Se indica que Estados Unidos, Puerto Rico y China son los tres principales destinos de exportación de carne bovina. El consumo de carne en Estados Unidos y la Unión Europea se mantendrá en los próximos años. Brasil y China serán grandes demandantes de carne bovina en cuanto su consumo crecerá más que el promedio mundial. En Argentina crecerá marginalmente debido a competencia de sustitutos (Corfoga, 2012).

Según Corfoga, las exigencias actuales del consumidor se describen a continuación:

- Calidad e inocuidad (HACCP)
- Bienestar animal
- Rastreabilidad: garantía para el consumidor
- Productos con valor agregado: productos listos para comer, empaques biodegradables.
- Certificaciones sociales y ambientales
- Certificaciones sociales y ambientales

- Mercados de carne orgánica

De ahí la importancia de aplicar en la mayor parte de fincas ganaderas del país la estratégica para la ganadería baja en carbono del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y Corfoga.

3.1.1.11.3 Precios de Carne Bovina

En la Tabla 3 51 se puede observar cómo entre los años 2014 y 2015 se observa un aumento en el precio promedio de carne bovina en canal, esto sobre todo impulsada por altos costos de producción y una disminución del hato, incluyendo las vacas de cría. Ante los altos costos de producción y una demanda moderada, los ganaderos sacrificaron su hato. Inicialmente provocó una oferta sostenida y precios bajos. Al salir de la recesión, el sector era incapaz de satisfacer el aumento de la demanda con rapidez, generando aumentos en los precios (Corfoga, 2012). Posteriormente con una leve recuperación del hato nacional e internacional sobre todo en Argentina y Estados Unidos luego del impacto de la sequía, a partir del año 2016 empieza a disminuir el precio incluso en los primeros dos meses del año 2018 como se puede observar en la Tabla 3 51.

Tabla 3 51. Costa Rica. Precios promedio anuales de la carne bovina en canal por kilogramo, 2014 – 2018 (en colones)

	2014	2015	2016	2017	2018 (febrero)
Carne	1.884,2	2.197,6	2.054,8	1.921,8	1.875,3

Fuente: Corfoga, 2017

Haciendo referencia a Estados Unidos como el principal importador de la carne costarricense (recorte industrial), se observa en la Tabla 3 51 un comportamiento decreciente a partir del periodo 2015. Por otra parte, según FAO, en general, el índice de precios de la carne de la FAO disminuyó en los primeros cuatro meses de 2015, pasando de 183 puntos en enero a 178 puntos en abril. El descenso de los precios afectó a todas las categorías de carne, esto impulsado por una recuperación en el mercado de la carne de cerdo y las restricciones impuestas por la Federación Rusa a la entrada de carne de bovino.

Específicamente en Estados Unidos, la carne de vacuno cedió algo menos de medio kilogramos por persona en 2014 mientras que otras aumentaron. El cordero que alcanzó una cifra mayor, el pollo, se incrementó cerca de 2 kilogramos por persona, el cerdo que lo hizo en 1,5 kilogramos y el pavo que superó los 200 gramos. En el 2016 el consumo sube alrededor de 200 gramos por persona y año.

Datos del sector aseguran que la facturación del pollo frito espera alcanzar en 2016 los US\$ 5.500 millones (alrededor de US\$ 5,53 millones), con más del 3% de incremento, frente a los US\$ 7.900 millones (alrededor de US\$ 7,95 millones) de las

hamburguesas de vacuno, con un aumento de solo el 1%. Esto repercute en las exportaciones de carne costarricense, la cual en su mayoría está destinada a la confección de tortas para hamburguesa (Distribución y Consumo 45, 2016).

China está pagando más que Estados Unidos por tonelada de carne. El exportador costarricense recibe US\$ 4,9 por kilogramo vendido a China y US\$ 4,5 en Estados Unidos, de acuerdo con los datos de la Bolsa de Chicago, principal referente de precios mundiales de los insumos de comida.

En la Tabla 3 52 se observa el comportamiento del precio de la carne en el mercado de Estados Unidos. Entre los años 2014 y 2016 se muestra un descenso provocado por un aumento en el consumo de pollo frito en detrimento de las tortas para hamburguesa, posteriormente para 2017 se presenta un leve aumento.

Tabla 3 52. Estados Unidos. Precios promedio anuales de la carne bovina importada en puertos de los Estados Unidos por kilogramo, 2014 – 2018 (en dólares)

	2014	2015	2016	2017	2018 (febrero)
Carne	5,05	4,67	3,98	4,40	4,32

Fuente: Corfoga, 2017

3.1.1.12 Ganado Ovino

Las ovejas (*Ovis aries*) son mamíferos herbívoros de la familia Bóvidos, subfamilia Caprinos y tribu Caprini, que se caracterizan por estar cubiertas de lana de diferente color, longitud y finura, dependiendo de las razas, y por los cuernos curvos que ostentan los machos o carneros, de muchas razas.

Durante muchos años la actividad ovina en Costa Rica, se ha desarrollado con la finalidad de limpiar y deshierbar fincas de vocación forestal. Aunque los costarricenses no poseemos una cultura de consumo de carne de cordero, es a partir del año 2002 que se empieza a intensificar su producción con fines comerciales. El motivo ha sido la creciente llegada de extranjeros especialmente europeos. Otra razón, es la posibilidad de diversificar fincas que no cuentan con opciones claras de producción o están subutilizada (MAG, 2002).

Es importante indicar que la mayor cantidad de productores en el país están afiliados en las siguientes organizaciones: Asociación Ovina Costarricense (Asovico), Asociación de Productores Ambientales Ovino Caprinos de Costa Rica (Asoviamco) y la Cooperativa Agroindustrial y de Servicios Múltiples de Productores de Ovinos R.L (Coopeovinos R.L.), las cuales apoyan a sus agremiados en asesoramiento en producción, genética y comercialización.

En la actualidad, se explotan las razas Dorper Blanca y Cabeza Negra, Panza Negra. La mejora genética en el país se dio utilizando embriones traídos de Sudáfrica y Brasil, así

como semen traído de Nueva Zelanda por el Gobierno. También, se han traído técnicos de México y Brasil, así como algunos veterinarios costarricenses se han especializado en Brasil en el tema de inseminación artificial.

3.1.1.12.1 Oferta de Carne Ovina

Según La Nación (2015), en su artículo Producción de cabras y ovejas crece lentamente, se indica que el VI Censo Nacional Agropecuario detectó que Costa Rica tiene un hato de 35.800 ejemplares de ganado ovino, los cuales se dedican a la producción y comercialización de la carne de cordero.

Asovico posee la actividad de producción, sacrificio y empaque de carne de cordero, que procesa 30 animales por semana con un peso promedio de 45 kilogramos. Los mismos provienen de 25 fincas ubicadas en diferentes lugares como San Carlos, Coto Brus, Liberia, el producto se coloca en restaurantes y hoteles localizados en la meseta central, Pacífico Central y Guanacaste.

Por su parte vía correo electrónico, el coordinador de productos cárnicos de Automercado indica que al año se compran 1.680 animales.

Por su parte según datos de Ministerio de Hacienda el producto se importa de Australia y Nueva Zelanda el cual ingresa triangulado por Estados Unidos. Otro componente de la oferta de carne ovina en Costa Rica, corresponde a la importada, la misma, se describe en la Tabla 3 53.

Tabla 3 53. Costa Rica. Volumen anual de las importaciones de carne ovina, 2014-2017 (en toneladas)

	2014	2015	2016	2017
Carne	28,25	35,50	53,48	33,07

Fuente: Propia con datos del Ministerio de Hacienda (2018)

En la Tabla 3 54 se puede observar como a partir del 2014 hasta el 2016 se observa un incremento en el valor de las importaciones de carne ovina. Posteriormente, en el año 2017, se observa una baja en dicho valor, esto por cuanto, empresas como Automercado, se abastecen en mayor volumen de la producción nacional.

Tabla 3 54. Costa Rica. Valor CIF anual de las importaciones de carne de ovina y subproductos, 2014-2017(en dólares)

	2014	2015	2016	2017
Carne	252.911,00	299.509,93	398.562,92	306.823,17

Fuente: Ministerio de Hacienda, 2018

Cabe resaltar, que, entre las principales empresas importadoras de carne de cordero en Costa Rica, corresponden a Mayca y Belca.

Por otra parte, en las diferentes regiones del país existen mataderos autorizados para el sacrificio de ovinos. Por otra parte, se conoce que la mayoría de afiliados de Asovico matan en Agua Caliente de Cartago en la Ciudad de los Niños, aprovechando un convenio entre dicha fundación y la cooperativa.

3.1.1.12.2 Demanda de carne Ovina

La demanda de carne ovina se está acelerando. Hasta hace algunos años, los clientes de los productos de cabras y ovejas eran personas originarias de Oriente Medio, en particular musulmanes. Recientemente, se ha logrado captar la población de clase media alta y alta y ahora se está trabajando con los segmentos de clase media.

El consumo de los costarricenses va en aumento y el número de fincas crece también, algunas de ellas tienen entre 75 y 500 ovejas. Coopeovinos, en Changuina de Buenos Aires de Puntarenas, posee un afiliado con una explotación de 1.000 animales.

El consumo a nivel nacional, va en aumento debido a factores, como la calidad del producto, anteriormente se mataban los animales de desecho, hoy se consume sólo cordero. También, se le ha informado a la población sobre las bondades de dicha carne lo cual ha generado que un mayor número de costarricenses consuman carne de cordero en restaurantes y en los hogares, así como la presencia de más pobladores y turistas europeos en el país.

Cabe comentar que, aunque oficialmente no existen registros de toda la matanza a nivel nacional, según lo reportado por el Automercado, están matando por mes alrededor de 269 animales de 45 kilogramos, los cuales presentan un rendimiento en promedio de 18 kilogramos por animal, dando como resultado una demanda de producto mensual de 4.842 kilogramos, si se toma como base la importación del año 2017, se puede indicar que el consumo aparente andaría alrededor de 8.000 kilogramos por mes.

3.1.1.12.3 Precio de la Carne Ovina

Se sabe que hay empresas muy importantes que por semana adquieren entre los 350 y 500 kilogramos de carne de cordero. Su precio varía mucho ya que es un producto gourmet que se vende entre los ₡8.000 y ₡12.500 por kilogramos. También se menciona a un productor que paga el kilogramo en pie a ₡1.800 y vende la carne de cordero empacada ₡9.500 el kilogramo.

3.2 Conceptualización del mercado

3.2.1 Estudio de la demanda

El análisis de la demanda está enfocado en buena medida en la forma de operar del futuro mercado mayorista regional al contemplar como demandantes potenciales

inmediatos de ese mercado los dueños de los establecimientos que distribuyen o preparan productos alimentarios. Algunos clientes potenciales son los dueños de las verdulerías, tramos en los mercados municipales, mini súper privados, pulperías, sodas, hoteles, restaurantes y los comedores institucionales. Estos clientes se espera que sean tanto de Guanacaste como de la península de Nicoya y el cantón de Upala, y podrán abastecerse en el mercado de productos en fresco o elaborados.

El análisis que a continuación se realiza contempla variables propias de la población, ya que, es esta la que toma la decisión de comprar en los establecimientos minoristas y lugares de elaboración de comidas, según las condiciones socioeconómicas que la rodean.

El sistema de producción más importante en la región Chorotega corresponde al agrícola, el cual contempla en su mayoría la producción de cultivos tradicionales como caña de azúcar y arroz. El segundo subsistema y más incipiente corresponde a la producción de frutas y hortalizas, este sistema contempla el cultivo de 12 frutas y 12 hortalizas, vislumbra además un área de aproximadamente el 18% de la destinada a la realización de actividades agrícolas. En este segundo subsistema destacan en el grupo de las hortalizas la cebolla, chile dulce y picante, tomate, pipián (zapallo), tiquisque, vainica y yuca (PIMA, 2013).

En el grupo de la fruta, se encuentra la papaya, maracuyá, sandía, mango, naranja, melón y piña; de los tres últimos, los mayores volúmenes de naranja se dedican a la agroindustria, el melón y piña a la exportación, quedando para el mercado nacional los frutos que no califican para la misma.

3.2.2 Segmentos de la demanda.

Se trata de la demanda concentrada y la demanda en hogares. La primera es la que estará atendida directamente por el futuro mercado mayorista regional y la segunda constituida por la sumatoria de la demanda de todos los habitantes del área de influencia del mercado.

3.2.3 Demanda concentrada

La demanda concentrada está representada por todos los establecimientos con potencial para realizar las compras en el mercado. Son establecimientos ubicados en las cabeceras o principales centros de población del área de influencia y que distribuyen y/o preparan, por lo menos la mitad de los 12 principales productos que se comercializan en el central mayorista. Lo anterior en virtud de considerar la variable volumen.

Con las características recién indicadas se estimó que 1.933 establecimientos representan el potencial de demandantes del futuro mercado. La información fue elaborada con base en la lista de patentados que suministro las municipalidades de los cantones de la provincia de Guanacaste, principal área de influencia del proyecto.

Como segmentos de la demanda concentrada sobresalen las pulperías, las sodas, restaurantes y mini súper privados.

Parte de la demanda concentrada, está la constituida por 634 instituciones distribuidas en los 11 cantones de la Provincia de Guanacaste; 455 comedores de escuelas públicas, 13 escuelas privadas, 50 colegios públicos, 5 colegios privados, 82 centros de educación, nutrición y atención integral, 3 hospitales, 9 hogares de ancianos, 2 centros penitenciarios, 11 instituciones de educación superior y 4 comedores institucionales (PIMA, 2013).

3.2.4 Demanda en Hogares

De acuerdo a las estadísticas del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) correspondiente al año 2011, en la provincia de Guanacaste está establecida una población de 326.953 habitantes; adicionalmente dentro del área de influencia se incluye la población de Lepanto, Paquera y Cóbano de 23.682 y la del cantón de Upala de 43.953 habitantes. En total se cuantificó una población de 394.588 habitantes en el área de influencia del nuevo mercado regional mayorista.

3.2.5 Distancias

El cantón de Upala de la provincia de Alajuela se ubica a una distancia aproximada de San José de 210 kilómetros y de Carrillo, lugar donde se establecerá el mercado, de 134 kilómetros. La ubicación del futuro mercado favorece a los dueños de los establecimientos ubicados en dicho cantón. A continuación, se describen las distancias según Google Maps entre algunos cantones y Sardinal de Carrillo lugar donde se va a construir el mercado regional.

Las comunidades de Lepanto, Cóbano y Paquera están ubicadas comparativamente más cercanas a la provincia de San José que de la ubicación del futuro mercado, sin embargo, poseen la condición de tener que cruzar el Golfo de Nicoya utilizando el ferri con horarios establecidos, por lo que convierte al futuro mercado en una alternativa de compra en los casos en los que existan inconvenientes con el transporte marítimo (Tabla 3 55).

Tabla 3 55. Distancias comprendidas entre cantones y distritos de Guanacaste y Puntarenas con Sardinal de Carrillo

Lugar	Distancia (Km)
Santa Cruz	44,2
Nicoya	66,3
Bagaces	54,4
Hojancha	94,5
Cañas	75,7
Liberia aeropuerto	19,3
La Cruz	93,2
Cóbano	162
Lepanto	124
Upala	134
Paquera	228

Fuente: PIMA

El proyecto de mercado regional pretende abastecerse de la producción de productores localizados en los lugares mencionados por cuanto en su mayoría se ubican a una distancia accesible de dicho mercado y donde el productor puede cosechar y traer el mismo día su producto a vender. Cabe indicar, que en todos estos centros de población se ubican agro servicios y agro veterinarias donde pueden acceder a herramientas e insumos para el desarrollo de las diferentes actividades agropecuarias y agroindustriales.

3.2.6 Canales de Comercialización

La comercialización de las frutas y verduras en la región Chorotega, se caracterizan por una alta participación de los intermediarios abasteciendo de productos la región. El 91,49% de los establecimientos se abastecen de un intermediario, el 6,90% se abastece directamente de las ferias del agricultor que se organizan en los cantones, el 4,37% se abastece de productores de la misma región y apenas un 1,49% visita la central mayorista Cenada para comprar sus productos (PIMA, 2013).

Es evidente la poca participación de los productores en el abastecimiento, lo anterior en virtud de la alta intermediación y de las prácticas de comercialización vigentes que dificultan el ingreso y participación de los productores. Se debe agregar la falta de vocación comercial de los productores, los bajos volúmenes de producción, la estacionalidad de la misma y la falta de información (PIMA, 2013).

Las organizaciones como cooperativas, asociaciones y centros agrícolas podrían participar como proveedores si estuvieran inscritos ante Hacienda y cotizan a la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS). Otra opción es insertarse como Pequeña y Mediana Empresa (Pymes) en el área de influencia. Y por último queda la opción de comercializadores y productores de otras regiones que tengan experiencia en este tipo

de actividad comercial. PIMA está trabajando con los tres grupos para que estén listos para la apertura del mercado regional.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS TÉCNICO

Con base en la información de los capítulos 2 y 3 se definió la magnitud del proyecto, aquella a través de la cual se espera satisfacer las necesidades de agua estimadas. Esta dimensión considera las alternativas técnicamente factibles que presenta el proyecto. En este capítulo, además del tamaño del proyecto y su localización, se presentan los componentes que abarcan el proyecto y los costos relacionados con la infraestructura del mismo.

4.1 Localización Geográfica del Paacume

El Proyecto de Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y comunidades costeras (Paacume) se encuentra ubicado en la región Chorotega, provincia de Guanacaste. Su área comprende los cantones de Liberia, Bagaces, Carrillo, Santa Cruz y Nicoya. En la Tabla 4 1 se presentan los distritos que se encuentran en dicha área.

Tabla 4 1. Localización del Paacume por cantón y distrito

Cantón	Distrito
Liberia	Liberia
Bagaces	Bagaces
Carrillo	Palmira
	Filadelfia
	Belén
	Sardinal
Santa Cruz	Santa Cruz
	Diriá
	Bolsón
	Cartagena
	Tempate
	Veintisiete de Abril
Nicoya	San Antonio

Fuente: ICE, 2016

4.2 Componentes de Paacume

Paacume contempla cuatro componentes, a saber: el Embalse río Piedras, el mejoramiento y ampliación de Canal Oeste (Tramos II y III), la construcción de la red de conducción y distribución en la margen derecha del río Tempisque y el plan de desarrollo.

4.2.1 Componente Embalse Río Piedras

Este componente contempla la construcción de la presa en el río Piedras propiamente dicho y la automatización del sistema de compuertas del Canal Oeste Tramo I (de la presa derivadora Miguel Pablo Dengo (PMPD) a la presa río Piedras). Así mismo

considera la construcción de la prevista para la incorporación eventual de una casa de máquinas para la generación eléctrica con potencia de 7MW.

La captación de agua para el Paacume se realizará en la PMPD, a partir de la cual el agua será conducida por un canal abierto existente denominado Canal Oeste Tramo I hasta el sitio del Embalse Río Piedras (21 Km). Este canal está construido y en operación para una capacidad máxima de 55 m³/s; sin embargo, para optimizar la captación de agua desde la presa derivadora hasta el Embalse Río Piedras será necesario automatizar el funcionamiento del Canal Oeste Tramo I. Con respecto a la automatización del Canal Oeste Tramo I, se requerirá:

- a. Modernizar el sistema de monitoreo y control de compuertas localizadas en la PMPD.
- b. Modernizar el sistema de operación (accionamiento) de compuertas sobre el Canal Oeste Tramo I.
- c. Modernización del sistema de monitoreo de niveles/flujo en el Canal Oeste Tramo I.
- d. Diseño de un sistema remoto de control, monitoreo y operación de todo el Canal.

Es importante destacar que el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (Senara) construyó una obra de captación y otras obras de conducción necesarias para inyectar hasta 5 m³/s de agua provenientes del río Corobicí al Canal Oeste Tramo I con el fin contar con una mayor cantidad de agua y así complementar los caudales entregados al Senara por el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) en la PMPD, principalmente durante la época lluviosa.

Ahora bien, con el Paacume se propone la construcción de la obra de captación y conducción desde el río Tenorio hasta el Canal Oeste Tramo I y complementar el agua disponible para atender la demanda del Distrito de Riego Arenal Tempisque (DRAT) y para el almacenamiento en el Embalse Río Piedras con el fin de mantener el flujo constante de 20 m³/s para la margen derecha del río Tempisque. Esta obra podría aportar al sistema aproximadamente 5 m³/s durante la época lluviosa.

La Ilustración 4 1, muestra esquemáticamente el Embalse Río Piedras, desde la PMPD hasta la presa río Piedras. Además, muestra los componentes del proyecto Paacume desde el sitio de origen del agua en el lago arenal, la captación por parte del DRAT en los canales del Sur y Oeste, la trayectoria del canal Oeste tramo I Miguel Pablo Dengo hasta el Embalse Río Piedras, la trayectoria del Canal Oeste Tramo II y Tramo III hasta el cruce del río Tempisque y la red de distribución en la margen derecha hasta las fincas impactadas por el proyecto incluida la red presurizada a las zonas costeras.



Ilustración 4 1. Esquema del proyecto Paacume desde la PMPD hasta la red de distribución en la margen derecha del río Tempisque

La construcción del Embalse en el río Piedras permitirá almacenar cerca de 90 millones de metros cúbicos provenientes del Sistema Hidroeléctrico Arenal, Dengo, Sandillal (Ardesa) para ser utilizados aguas abajo, aprovechando la diferencia de nivel entre la cota 50 ms.n.m., o sea, la llegada del Canal Oeste Tramo I; y la cota 27 ms.n.m., considerando la salida del Canal Oeste Tramo II.

Es el elemento principal de almacenamiento y regulación del agua que llega al Paacume, específicamente del Sistema Hidroeléctrico Ardesa y de los trasvases de los ríos Corobicí (ya construido) y Tenorio (por construir). Sus funciones principales serán el almacenamiento y la regulación del agua, a efecto de ser utilizada en las áreas de riego del DRAT aguas abajo y para distintos usos en la margen derecha del río Tempisque.

Se estima un espejo de agua cercano a las 850 hectáreas y un área total necesaria para el mismo de alrededor de 1.350 hectáreas, considerando un anillo de protección entre 50 y 100 metros de ancho. Dentro del área del Embalse Río Piedras se han identificado 23 propiedades que deben ser adquiridas para la ejecución del Paacume.

Una de las propiedades dentro del área del Embalse pertenece a la Reserva Biológica Lomas Barbudal (RBLB), con un área aproximada a las 113 hectáreas. Esta área deberá de ser compensada con un área aledaña de similares características ecológicas, para lo cual se requirió de un estudio de línea base de biodiversidad que demostrara la equivalencia de las áreas de compensación. Este estudio fue elaborado por parte de la Organización de Estudios Tropicales (OET) a través de un convenio suscrito con el Senara, el cual finalizó en diciembre de 2016.

En el mes de julio del 2017 se presentó el proyecto de Ley 20465 **Ley para la modificación de límites de la reserva biológico Lomas Barbudal para el desarrollo del proyecto de abastecimiento de agua para la cuenca media del río Tempisque y comunidades costeras.**

4.2.2 Componente Mejoramiento y Ampliación de Canal Oeste

4.2.2.1 Canal Oeste Tramo II

Corresponde al tramo del canal que conduce el agua desde el Embalse Piedras hasta el río Cabuyo con una longitud de aproximadamente 20 kilómetros. Este tramo está construido con una sección transversal en tierra y con una capacidad de conducción de aproximadamente 15 m³/s.

La capacidad del canal construido es menor a la requerida una vez puesto en funcionamiento el Embalse Piedras; por tanto, se requiere la ampliación y revestimiento del Canal Oeste Tramo II con una sección transversal capaz de conducir 45 m³/s, los cuales, consideran los 20 m³/s se llevarán a la margen derecha del río Tempisque y 25 m³/s para suplir las necesidades de las áreas puestas bajo riego en el marco del DRAT.

4.2.2.2 Canal Oeste Tramo III

Se refiere al tramo del canal que va desde el río Cabuyo hasta el río Tempisque con una longitud aproximada de 35 kilómetros y una sección transversal con capacidad de conducir los 20 m³/s para ser utilizados en la margen derecha del río Tempisque. Se estima que el agua podrá ser colocada en la margen derecha del río Tempisque a una elevación aproximada a los 21,5 ms.n.m. en las cercanías de la comunidad de Palmira, cantón Carrillo.

4.2.3 Componente Red de Conducción y Distribución en la Margen Derecha del río Tempisque

Con el Canal Oeste Tramo III se llevará el agua (20 m³/s) a la margen derecha del río Tempisque. A partir de aquí se establecerá la red de conducción y distribución del agua hasta las propiedades de los usuarios de riego, los sitios de entrega para agua potable y para los desarrollos turísticos conforme con la asignación de agua definida en los mecanismos de distribución.

La red de distribución considera la construcción de canales abiertos, tuberías a baja presión por gravedad, sistemas de bombeo y redes presurizadas de conducción y distribución, conforme con las condiciones topográficas y sitios de entrega establecidos. En total esta red tiene una longitud de aproximadamente 271 kilómetros. Las siguientes son las propuestas que se valoran para llevar el agua a los usuarios:

A. La planicie aledaña al río Tempisque en su margen derecha parte de una elevación máxima de 30 ms.n.m.; razón por la cual se propone:

- i. La ubicación de una red de distribución por gravedad a partir de la cota 21,50 a la cota 30 ms.n.m. cubriendo la mayor cantidad de área posible.
- ii. La ubicación de una estación de bombeo que eleven el agua a la cota 30 ms.n.m. a partir de la cual, se ubicará una red de distribución para cubrir el resto del área regable (estación 3+410 del canal MD) - Chalaco.
- iii. La ubicación de una estación de bombeo que eleven el agua a la cota 27,50 a la 30 ms.n.m. a partir de la cual se ubicará una red de distribución para cubrir el resto del área regable (26+170 del canal MD) - Bernabela.

B. Los terrenos a los cuales se les ha asignado una dotación de agua para riego ubicados en el sector de Sardinal de Carrillo y en el sector de las comunidades de Portegolpe, Cartagena, Huacas, Lorena, el Llano, entre otras, que tienen una elevación mayor, serán dominados con una red de distribución a presión, para lo cual se valoran a su vez dos posibilidades:

- i. Bombeo a uno o varios sitios altos donde se construya un Embalse, a partir del cual se construya una red de distribución de agua por gravedad hasta los usuarios
- ii. Bombeo directo hasta las propiedades de los usuarios

C. Los desarrollos turísticos que se extienden desde Papagayo hasta el sector de Tamarindo y requieren agua para riego y además se ubican dentro del área de cobertura del Paacume, serán atendidos con redes de distribución de agua a presión, dado que se requiere llegar hasta la cordillera costera. La propuesta consiste en construir reservorios o sitios de entrega en la parte alta de la cordillera, de tal forma que, a partir de ahí con inversión privada de los mismos usuarios, el agua sea distribuida a cada uno conforme con la asignación definida de acuerdo con sus requerimientos técnicamente definidos y las posibilidades del Paacume, a partir de la reutilización para riego de sus aguas residuales.

D. Para suministrar los 2 m³/s para agua potable, el Paacume construirá las obras de toma correspondientes, para que a partir de ahí el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA) construya las obras de tratamiento, conducción y distribución del agua potable, conforme con las necesidades que a lo largo de un período de 50 años requiera. Los puntos de entrega y los caudales definidos por el ICAA son:

Derivación zona Papagayo - El Coco - Filadelfia para un caudal de 600 l/s

- i. Derivación zona Belén - Tamarindo - Brasilito para un caudal de 800 l/s
- ii. Derivación zona Santa Cruz para un caudal de 300 l/s
- iii. Derivación zona Nicoya para un caudal de 300 l/s

4.2.4 Componente Plan de Desarrollo

El componente social del Plan de Desarrollo involucra la elaboración de una estrategia con carácter inclusivo, de manera tal que los distintos sectores se incluyan en todo tipo de acciones productivas, mediante el fortalecimiento de capacidades y con esto se mejoren las condiciones de empleabilidad y por ende la economía de toda la población. Además, busca concatenar acciones institucionales, de gobiernos locales y organizaciones para fomentar la asociatividad productiva y comercial que conlleve una gestión integral del Paacume en beneficio de la región y del país.

4.3 Tamaño

Con la estimación de la demanda actual, la demanda insatisfecha y la capacidad que tiene el Paacume de suplir un caudal de 20 m³/s para la margen derecha del río Tempisque, se puede establecer el tamaño del proyecto desde varias perspectivas, las cuales son consecuentes con los usos que se plantean. Es así como se puede definir el tamaño desde el punto de vista de riego por su capacidad de abastecer 18.639 hectáreas. Desde el punto de vista de agua potable para el abastecimiento de 500.000 personas a un horizonte de 50 años, la generación de 7 MW por año y el riego de 1.213 hectáreas en el sector turístico.

4.4 Tecnologías y procesos

En cuanto a las tecnologías y procesos, estos se centran principalmente en dos campos, uno a nivel de la presa que comprende la tecnología para la generación eléctrica, la cual se logra a través del aprovechamiento de la diferencia de nivel producto de la construcción de la presa. Esta diferencia genera un potencial hidráulico, que al accionar una turbina la energía potencial se convierte en energía eléctrica.

Como se ha mencionado, otro de los usos del agua es el riego agropecuario para llegar con el agua a cada una de las fincas. Para esto se requerirá de la construcción de canales y/o instalación de tuberías, estaciones de bombeo, red de conducción y distribución. También se requiere de una serie de elementos como pasos de sifones, alcantarillas, tomas de parcela, sistemas de compuerta, entre otros.

4.5 Ingeniería

La infraestructura planteada en el Paacume contempla tres componentes principales: el Embalse Piedras compuesto por el Embalse propiamente dicho, la presa, el vertedor de excedencias y la obra de toma. El segundo componente es la red de principal conducción, que va del Embalse al río Tempisque y está compuesta por Canal Oeste

Tramo II y Canal Oeste Tramo III, la red distribución compuesta por la red de canales en la margen derecha del río Tempisque y que cubren un área estimada de 18.639 hectáreas, y una red presurizada para abastecer la demanda del sector turismo.

4.5.1 Embalse Río Piedras y sitio de presa

El diseño de la presa fue elaborado por el ICE con la participación de los Centros de Servicio de Diseño, Estudios Básicos, Exploración Subterránea y Gestión Ambiental, todos del Negocio de Ingeniería y Construcción como parte de la venta de servicios realizada por el ICE, mediante el contrato interadministrativo de prestación de servicios N° 201600011 y sus adendas, al Senara.

El alcance de la contratación en lo que respecta a la presa, ha permitido lograr el diseño detallado de las obras, conforme con las condiciones geológico-geotécnicas del macizo rocoso en los sitios de fundación.

El río Piedras posee condiciones ideales para la construcción de un Embalse de gran capacidad. Algunas características como la topografía del área, la elevación del primer tramo del Canal Oeste y de las tierras que serán regadas con el segundo tramo del canal, son las que referencian la idoneidad de este sitio para la creación de un Embalse con capacidad máxima útil del orden de 83 km³ y nivel máximo de operación a la cota 50,00 ms.n.m.

Una de las primeras propuestas de la presa consistió en una cortina de enrocamiento con cara de concreto de 717 metros de longitud de cresta y una altura máxima de 40.00 metros (Tahal Consulting Engineers LTD & Bel Ingeniería S.A., 1984).

Para 2010, el consorcio SETECOOP-SOCOIN elaboró el Estudio de Factibilidad, Diseño Preliminar y documentos de Licitación del proyecto Embalse Río Piedras. Este contiene un diseño preliminar de las obras del proyecto, con unas características de la presa similares a las del estudio de Tahal Consulting Engineers LTD & Bel Ingeniería S.A. de 1984. A diferencia del estudio anterior, el proyecto se planteaba como un Embalse multipropósito. Además de los requerimientos por riego del distrito, se dotaba un caudal para agua potable de 1,8 m³/s, agua para riego de zonas costeras y se incluía una previsión futura para el aprovechamiento hidroeléctrico mediante una central a pie de presa de 7 MW de potencia instalada. El proyecto se esquematizó con una presa de 29,50 metros de altura y sus obras asociadas (vertedero, descarga de fondo y desvío), forma un Embalse de 71 hm³ de volumen útil.

En 2014, el Gobierno de Costa Rica publicó el Plan Nacional de Desarrollo 2015 - 2018 “Alberto Cañas Escalante” y como parte de la propuesta estratégica para el sector Ambiente, Energía, Mares y Ordenamiento Territorial se propuso como objetivo prioritario el Programa Integral de Abastecimiento de Agua para Guanacaste (Pacífico Norte) denominado PIAAG, (MIDEPLAN, 2014). Este programa “integra una serie de acciones estratégicas para el desarrollo de infraestructura hidráulica, promoción y desarrollo de alternativas tecnológicamente novedosas, así como actividades de

conservación y uso eficiente del agua, todo con el fin de atender y mejorar el acceso de este recurso en el inmediato, corto, mediano y largo plazo” (Minae, 2015). El objetivo del PIAAG es **asegurar el aprovechamiento óptimo del recurso hídrico en la Vertiente Pacífico Norte, para satisfacer las demandas de agua por parte de las comunidades y las distintas actividades productivas, así como el mejoramiento del acceso al agua en cantidad y calidad adecuada** (Minae, 2015).

Dentro del PIAAG, instituciones como Senara, ICAA y la Dirección de Agua del Ministerio de Ambiente y Energía (Minae) incorporaron los proyectos específicos conforme con sus competencias. En el eje correspondiente a Seguridad Alimentaria, el Senara incorporó el Proyecto de Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del Río Tempisque y Comunidades Costeras, anteriormente conocido como Agua para Guanacaste o Embalse río Piedras,

La Universidad de Costa Rica desarrolló para el Senara en el año 2015 el Estudio de Evaluación del Rendimiento del Embalse Regulatorio del Canal Oeste ubicado en el Río Piedras, Bagaces, Guanacaste. El propósito fue realizar un balance de agua para el Embalse, considerando el enfoque multipropósito del proyecto según los ejes estratégicos del PIAAG.

Se valoró la disponibilidad de agua que pudiera ser utilizada para otros usos en la margen derecha del río Tempisque, adicional a las demandas de riego futuras del DRAT. El estudio concluye que para un escenario de producción eléctrica normal en el centro de generación Ardesa y condiciones climáticas normales en las cuencas podrían obtenerse del Embalse un caudal de 20 m³/s constante a lo largo del año con una probabilidad de ocurrencia del 93,6%. Este caudal se utilizaría en la margen derecha del río Tempisque para riego agropecuario, agua potable y riego en el sector turístico (UCR, 2015).

En términos generales las características del proyecto resultantes de la revisión son muy similares a las definidas en el estudio de factibilidad de SOCOIN SETECOOP (2010). Únicamente se muestra mayor diferencia en la generación eléctrica que se analizó con base en criterios ICE y de acuerdo con los requerimientos de agua definidos por Senara (2016).

El Embalse del río Piedras tiene un volumen útil de 71 hm³ comprendido entre las cotas 35,0 ms.n.m. y 48,5 ms.n.m. con potencial de generación hidroeléctrica. Esto garantiza el suministro de agua definido por Senara (2016) para riego agropecuario, agua potable y riego del sector turístico. La probabilidad anual de falla en el suministro es de 3,47%. Se aprovecha el máximo volumen disponible para el sitio, evitando el ahogamiento del Canal Oeste Tramo I.

La operación del Embalse de acuerdo a los requerimientos de Senara (2016) para riego agropecuario, agua potable y riego del sector turístico, presenta una variación estacional. Durante la época seca, de diciembre a abril, se abate el nivel del Embalse ya que las demandas de riego superan los caudales de ingreso. A partir del mes de

mayo el Embalse recupera su nivel operativo ya que las demandas disminuyen considerablemente en comparación con el caudal de ingreso. El Embalse es pequeño en comparación con los volúmenes de ingreso por lo que su llenado ocurre rápidamente. En lo que resta de la época lluviosa el Embalse permanece en su nivel máximo de operación, ya que las demandas de riego son menores al caudal de ingreso y el agua en exceso es vertida por el vertedero del Embalse. Se vierte aproximadamente el 16% del volumen total disponible en el año.

Para gestionar de mejor forma los excedentes y el agua embalsada durante la época lluviosa se plantea la oportunidad de instalar una casa de máquinas al pie de presa donde el agua extraída del Embalse pudiera primero turbinarse y posteriormente, restituirse al canal de riego para los usos previstos aguas abajo. Durante la época seca los caudales de riego son importantes por lo que también se podrían aprovechar para la generación eléctrica. Un bypass en la casa de máquinas permitiría conducir las aguas hacia el canal de riego en caso de que no sea posible turbinarlas. La generación de energía estaría sujeta al cumplimiento de las demandas de riego y otros usos aguas abajo de la presa, manteniendo el potencial de un beneficio adicional para el DRAT.

El proyecto así definido, consiste en una obra presa del tipo CRFD y sus obras hidráulicas de operación asociadas (vertedero de excedencias, descarga de fondo y obras de desvío), una única toma de aguas, seguida de una conducción blindada hasta un canal bypass al pie de la presa, con una restitución al Canal Oeste tramo II. Es en las cercanías de este bypass, que en el futuro podría incluirse una sección de tubería blindada adicional hacia una minicentral hidroeléctrica de 7MW, con la capacidad de aprovechar el potencial hidráulico que permite el embalse Río Piedras.

El aprovechamiento de las aguas de riego para la generación hidroeléctrica puede producir una energía anual de 36 GWh; sin embargo, si además de las demandas por riego se considera un esquema de generación de acuerdo con las políticas del ICE y aprovechando los excedentes durante la época lluviosa la generación aumenta a 44 GWh, un 22% más, manteniendo la posibilidad de aumentar el beneficio evaluado con el recurso disponible en caso de implementarse esta infraestructura.

Un análisis de la operación del proyecto considerando la variabilidad hidrológica del periodo 2002 – 2013 muestra que el suministro de agua para los usos previstos es muy vulnerable ante un escenario hidrológico seco de ambas fuentes de agua. En términos de la generación eléctrica, la rentabilidad de la casa de máquinas no se ve afectada. El valor mínimo de energía requerido para que la casa de máquinas resulte rentable es de 8 GWh. Este valor es ampliamente superado, incluso considerando el año más seco del registro.

4.5.1.1 Generalidades

El Embalse Río Piedras consiste en el represamiento de las aguas turbinadas en el complejo Ardesa y conducidas por el Canal Oeste Tramo I. El sitio de presa se localiza aguas abajo del sifón que cruza el río Piedras, en estación 20+000. En este sitio hay

una diferencia de nivel entre la cota 50 ms.n.m. (Llegada del Canal Oeste Tramo I) y la cota 27 ms.n.m. (Salida del Canal Oeste Tramo II) lo que permite el almacenamiento.

Para aprovechar la diferencia de nivel entre la cota de entrada y la cota de salida, se propone que el agua extraída del Embalse sea primero turbinada en una casa de máquinas al pie de presa y posteriormente restituida al canal de riego para los usos previstos aguas abajo, alcanzando un máximo potencial de aprovechamiento. Por lo tanto, la propuesta de diseño tiene dentro de su alcance la evaluación de los siguientes componentes: sitio de presa, embalse y casa de máquinas.

4.5.1.2 Esquema general para las obras del Embalse de Paacume

En el sitio de presa se agrupan las obras para el Embalse del Proyecto de Riego Paacume (Presa, Descarga de Fondo, Toma de Aguas, Túnel de Conducción, Tubería Forzada, Casa de Máquinas, Canal Bypass, Cámara Disipadora, Canal de Entrega y Tubería para Caudal de Compensación Ambiental). El Embalse captará las aguas del río Piedras más el Canal Oeste Tramo I del DRAT de Senara. El principal aporte es el canal de riego que lleva un máximo de 50 m³/s, más el aporte del río Piedras.

El vertedor de excedencias se encuentra fuera de la presa en una depresión en la margen derecha donde se colocará una estructura de control con compuertas y una rápida sobre la ladera que restituye las aguas al río Piedras. En la Ilustración 4 2 se observa la distribución de obras en el sitio de presa siguiendo el diseño de factibilidad con las adaptaciones del sitio según los requerimientos de fundación de las diferentes obras.

En ese esquema se puede ver el vertedero de excedencias fuera del cuerpo de presa. La obra de toma, la descarga de fondo y el control del desvío se desplazaron fuera del cuerpo de presa porque su fundación es incompatible con la losa de concreto del tipo de presa. El conducto de la tubería forzada como las alcantarillas de desvío y la descarga de fondo cruzan la presa en forma transversal.

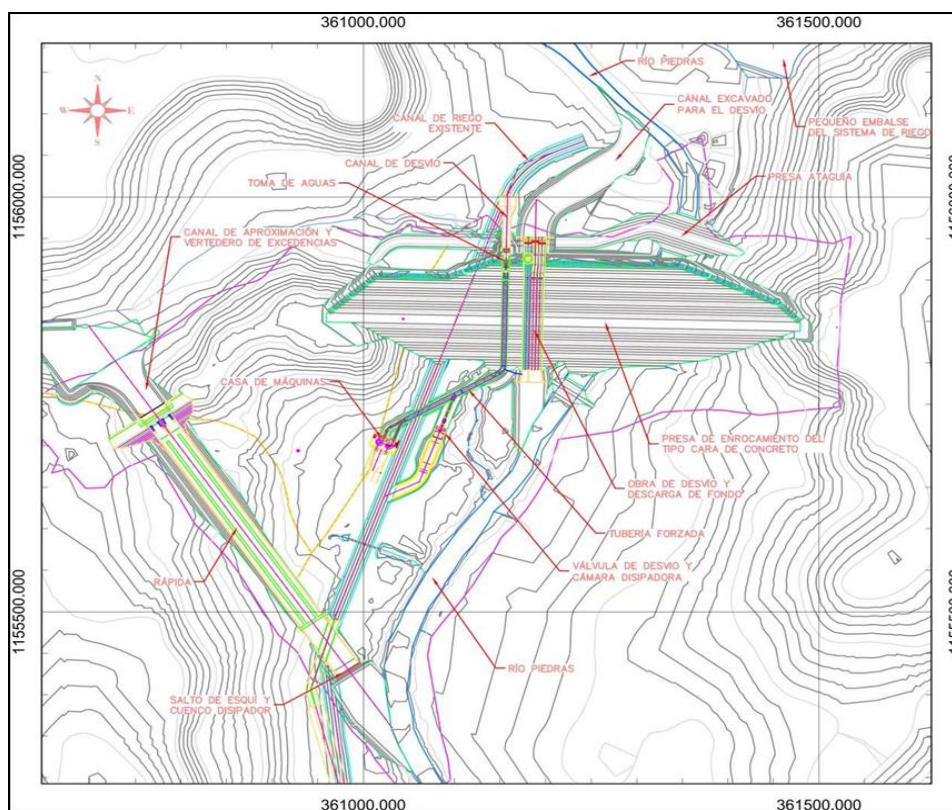


Ilustración 4 2. Esquema del sitio de presa según factibilidad

Se propuso mover la toma de aguas y la conducción fuera de la presa por ser una obra que funciona siempre a presión, disminuyendo de esta manera la posibilidad de riesgo de falla por fugas, agrietamiento o asentamiento. La posición más conveniente para ubicar la toma de aguas es en la margen derecha, ubicando la toma en el macizo de apoyo de la presa a una distancia prudente para ubicar la torre y que el túnel de conducción estuviese lejos de la presa. La Ilustración 4 3 muestra el esquema con la toma fuera de la presa. También se muestra un canal temporal para desviar el riego durante la construcción más largo que el primer esquema.

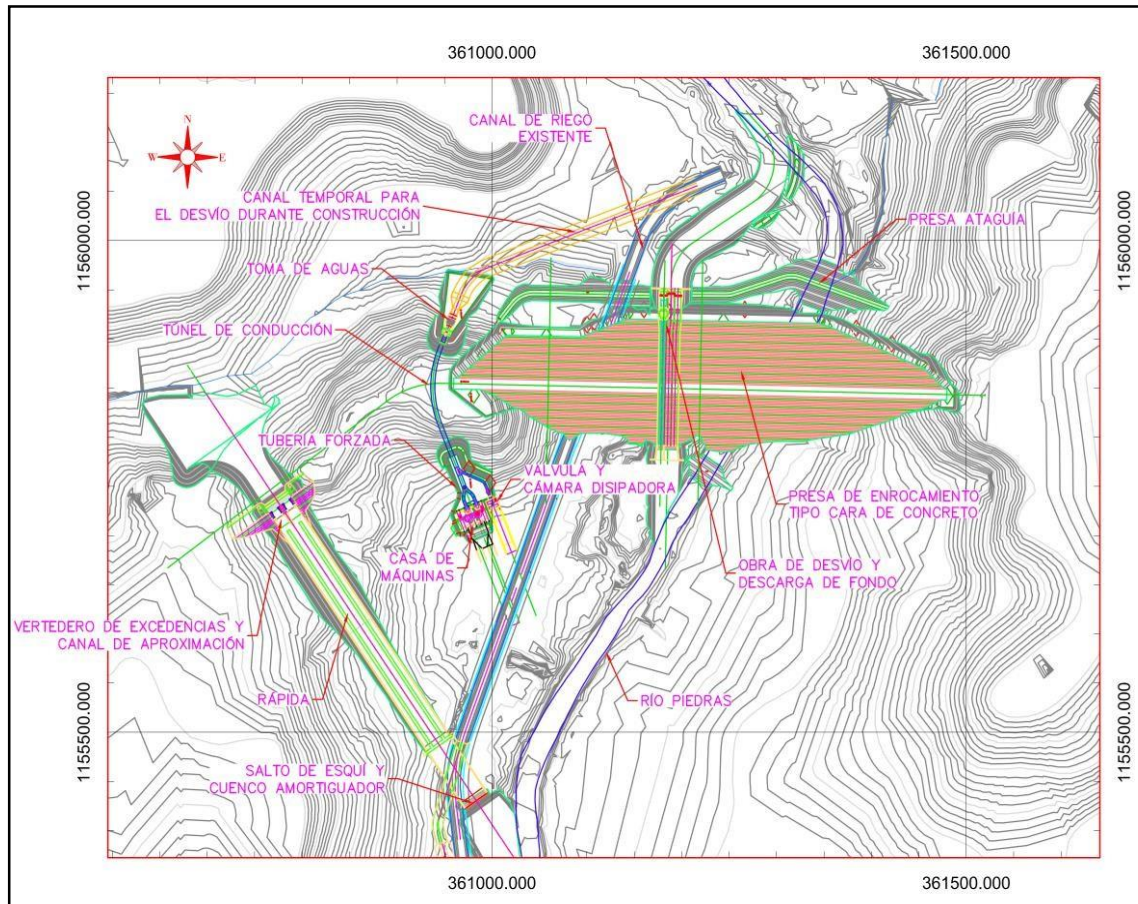


Ilustración 4 3. Esquema con toma fuera de la presa

A continuación, se describe brevemente cada uno de los componentes.

4.5.1.3 Presa

4.5.1.3.1 Ubicación

El estudio de factibilidad de Tahal Consulting Engineers LTD & Bel Ingeniería S.A. (1984) definió la ubicación del sitio de presa y este presenta características topográficas de valle, y existe solamente una ubicación factible, con dos alternativas de localización para el eje de presa. La alternativa seleccionada tiene una menor longitud de cresta y una ubicación más favorable para el vertedero de excedencias. Esta es la misma localización utilizada en el estudio de factibilidad de SOCOIN-SETECOOP (2010) y se mantiene para los diseños elaborados por el ICE.

4.5.1.3.2 Altura de presa

De acuerdo con el estudio de factibilidad de SOCOIN- SETECOOP (2010) la presa tendrá una altura de 29,5 metros, comprendida entre la cimentación a la cota 24

ms.n.m. y el nivel superior del parapeto a la cota 53,50 ms.n.m. La cota de cimentación podrá variar de acuerdo con los resultados de la investigación geotécnica del ICE. El nivel superior del parapeto se mantiene a la cota 53,50 ms.n.m. Esto cumple con un borde libre adecuado para el nivel máximo extraordinario (Senturk, 1994).

4.5.1.3.3 Tipo de presa

En estudios anteriores el tipo de presa indicado es de enrocamiento con cara de concreto (CFRD). Como parte de la evaluación de alternativas se valoró la posibilidad de implementar una presa de gravedad; sin embargo; las características de la fundación obtenidas en las investigaciones geotécnicas del ICE, no son adecuadas para este tipo de presa (Cortés, 2016). Por lo tanto, el tipo de presa se mantiene.

La construcción de las obras presa se divide en las siguientes actividades: obras de desvío, rellenos y obras civiles de presa, toma de aguas. La Tabla 4 2 presenta a continuación las características generales de la presa y en la Ilustración 4 4 se presenta un esquema de las obras de sitio de la Presa del Proyecto Paacume.

Tabla 4 2. Características de la presa de Paacume

Tipo de presa	Enrocamiento con cara de concreto	
Altura	40	m
Longitud de cresta	485	m
Nivel de cresta	53,5	ms.n.m.
Volumen de rellenos	895.000	m ³
Volumen de concreto reforzado	12.000	m ³
Volumen de concreto masivo	26.214	m ³

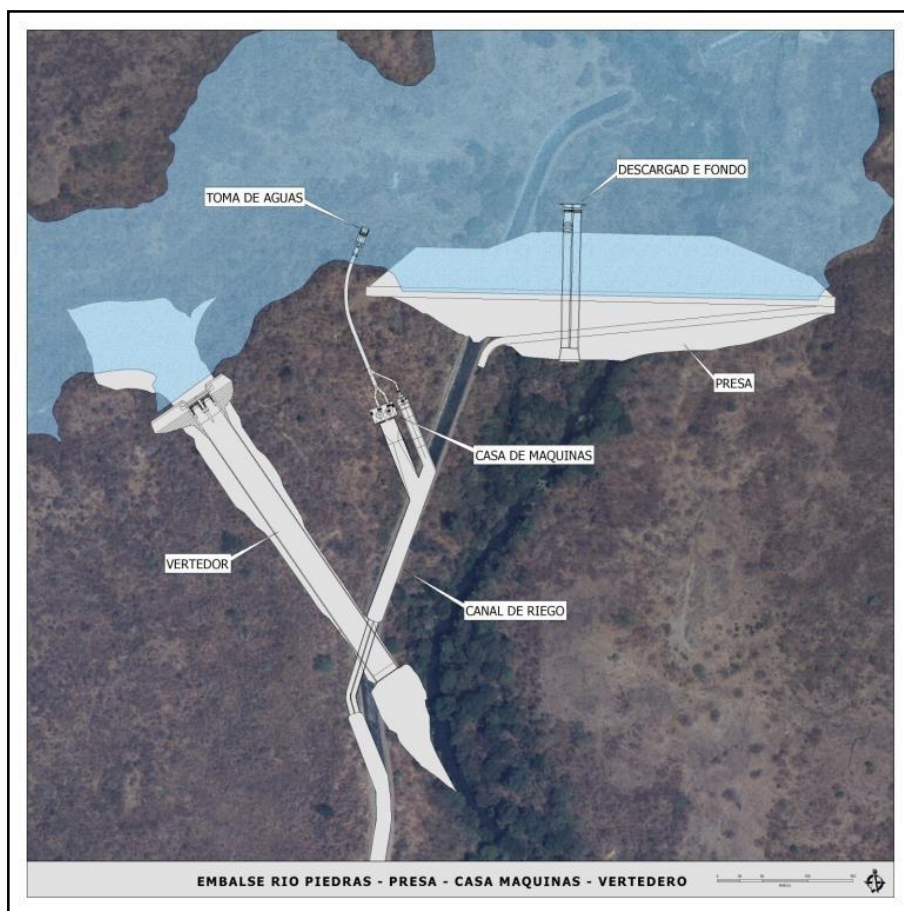


Ilustración 4 4. Obras de Sitio de Presa Paacume

4.5.1.3.4 Obras de desvío

Las obras de desvío contemplan todas las estructuras necesarias para la derivación del río Piedras durante el proceso constructivo y a continuación se detallan:

4.5.1.3.4.1 Descarga de Fondo

La propuesta de diseño del sistema de desvío consiste en la construcción de una alcantarilla rectangular en el fondo de la presa, la cual funcionará posteriormente como descarga de fondo. El río será desviado con la construcción de un relleno de ataguía y encausado hacia la estructura de desvío por medio de un canal, aguas abajo de la presa se construirá un relleno de contra-ataguía para evitar que durante una eventual avenida del río se inunde la zona de excavación de la presa. La Ilustración 4 5 muestra el sistema de desvío del Proyecto Paacume.

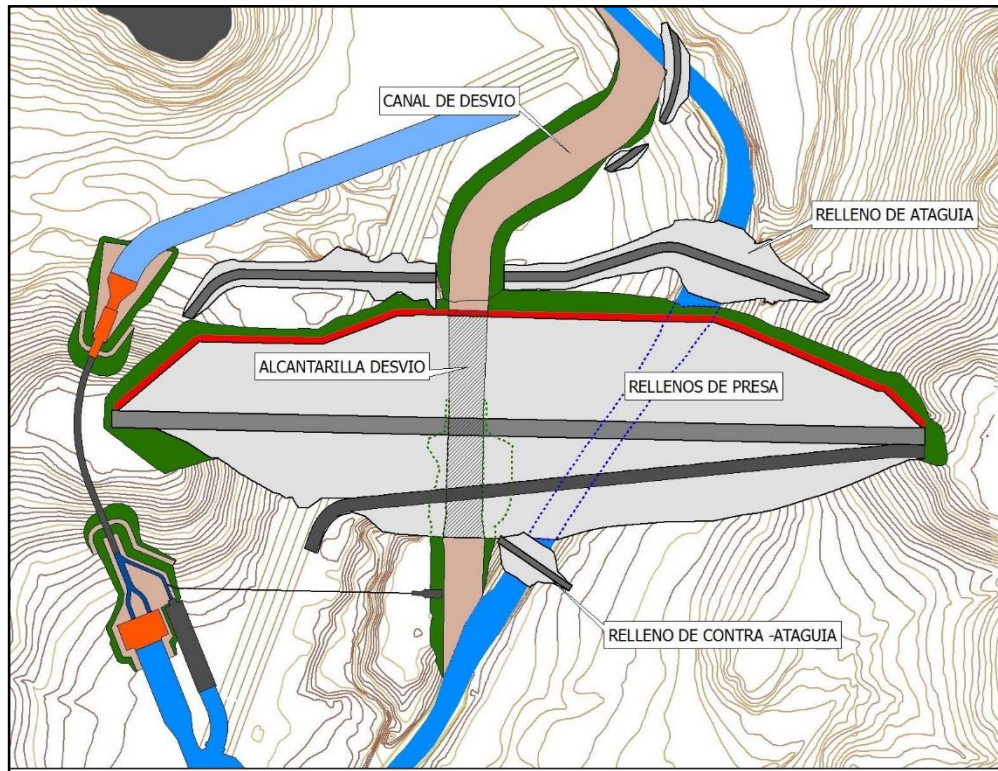


Ilustración 4 5. Sistema desvío Proyecto Paacume

En la maniobra de desvío, el río cambia su dirección por lo cual existe un tramo de aproximadamente 225 metros del río Piedras, entre la ataguía y la contra-ataguía, en donde las aguas serán afectadas por la disminución de caudal, por lo cual debe realizarse un programa antes, durante y posterior a la maniobra de desvío para el rescate de las especies en este tramo del río.

Otras estructuras y procesos constructivos asociadas al desvío son el relleno de la ataguía y contra-ataguía. Tal y como se muestra en la Ilustración 4 6.

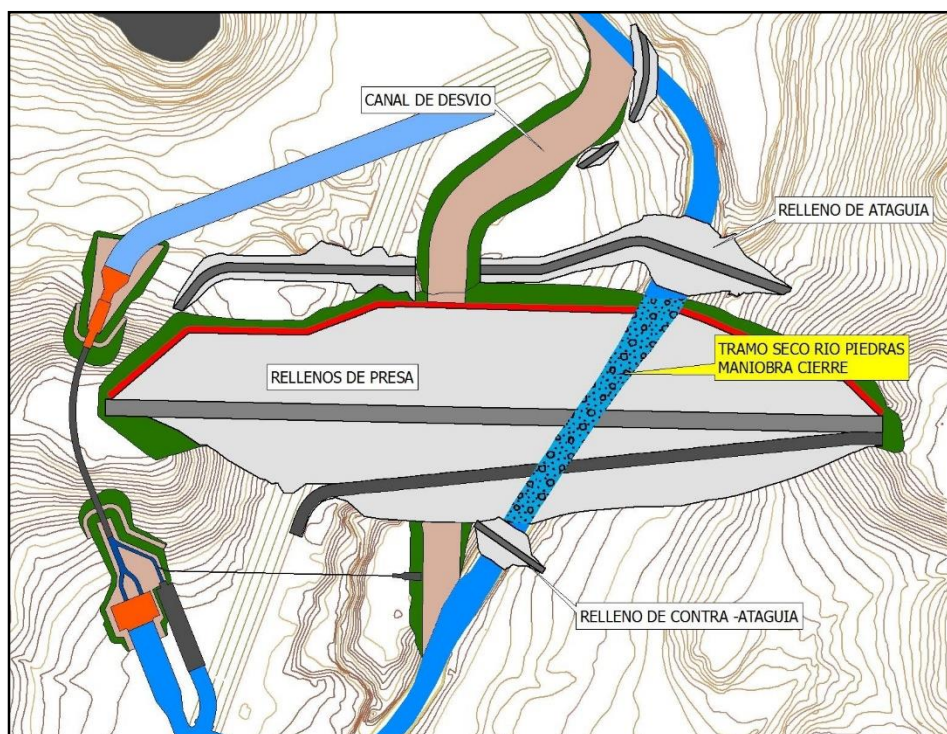


Ilustración 4 6. Tramo seco río Piedras tras maniobra de cierre

4.5.1.3.5 Construcción de rellenos de presa

La construcción de los rellenos de presa del proyecto Paacume es una de las obras de mayor volumen que demanda la colocación de 830.000 m³ de materiales de rellenos compactados en distintas zonas.

La construcción de rellenos de presa requiere preliminarmente un proceso de excavación, que se debe realizar tanto en la fundación como de las márgenes, en el cual el material extraído deberá ser acarreado a las escombreras definidas para su tratamiento o posible recolocación en los rellenos de presa, esta excavación tendrá un volumen aproximado de 295.000 m³ en banco. La Ilustración 4 7 presenta la propuesta de presa enrocado con cara de concreto.

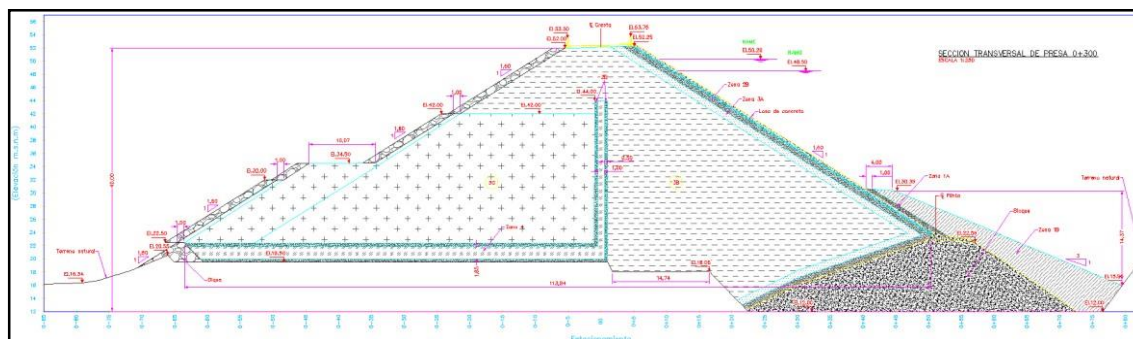


Ilustración 4 7. Propuesta Presa enrocado con Cara de Concreto Paacume

También se requiere la estabilización de las márgenes, que consiste en ir colocando concreto lanzado y acero de refuerzo según especifique el diseño de cada zona, además de ser necesario se debe colocar drenajes y pernos de anclaje.

Propiamente el proceso de rellenos de presa, se lleva a cabo por medio de acarreo de materiales de los sitios de explotación a través de caminos internos a la presa, los materiales ya en sitio son colocados en capas uniformes, este es un proceso progresivo que además de ir subiendo el nivel de relleno, se utiliza un elemento de concreto llamado bordillo el cual se coloca capa a capa a lo largo del talud de la presa para confinar y darle protección de erosión a esta superficie, además de funcionar como superficie de trabajo para la construcción de la cara de concreto.

4.5.1.3.6 Obras civiles

Las principales obras civiles de la presa de Paacume se dividen en plinto, cara de concreto, parapetos y estructura de toma de aguas.

Plinto: La estructura de plinto cumple la función como elemento de unión entre el macizo rocoso y la cara en concreto y funge como base de la cara de concreto y para ejecutar los tratamientos de perforación e inyección para impermeabilizar la zona aguas arriba de la presa.

La primera etapa es la construcción de la losa de nivelación o sello de concreto pobre, conforme se avanza con la excavación del plinto se coloca el concreto de sello o nivelación para garantizar una superficie adecuada para la colocación de los pernos pasivos que soportan el plinto al macizo rocoso. Una vez que el sello está colocado se continúa con el proceso de colocación de pernos pasivos en acero mediante la utilización de perforadoras móviles.

La colocación de acero en el plinto se realiza de una manera manual, el acero se coloca en su totalidad en cada uno de los plintos para poder iniciar con las labores de colocación de concreto por medio de un encofrado deslizante. El proceso de deslizado que se utilizará en el plinto, una vez el acero está colocado se realiza la instalación del encofrado deslizante por medio de rieles y gatos hidráulicos para su desplazamiento.

Cara de concreto: La presa de Paacume es del tipo enrocado con cara de concreto, en el lado húmedo, que es el que le da la impermeabilidad. Esta cara de concreto está constituida por acero de refuerzo y concreto con aproximadamente 29.500 m² de superficie. El detalle constructivo se muestra en el Anexo 4.1.1.

Parapetos: La Ilustración 4 8 muestra los parapetos de la presa de Paacume son muros de espesor y altura variable que permiten proteger a la presa de un evento extraordinario y además proporcionan el acceso de margen a margen de la presa, estos muros están constituidos en concreto reforzado, tendrán un volumen aproximado de concreto de 1.650 m³.

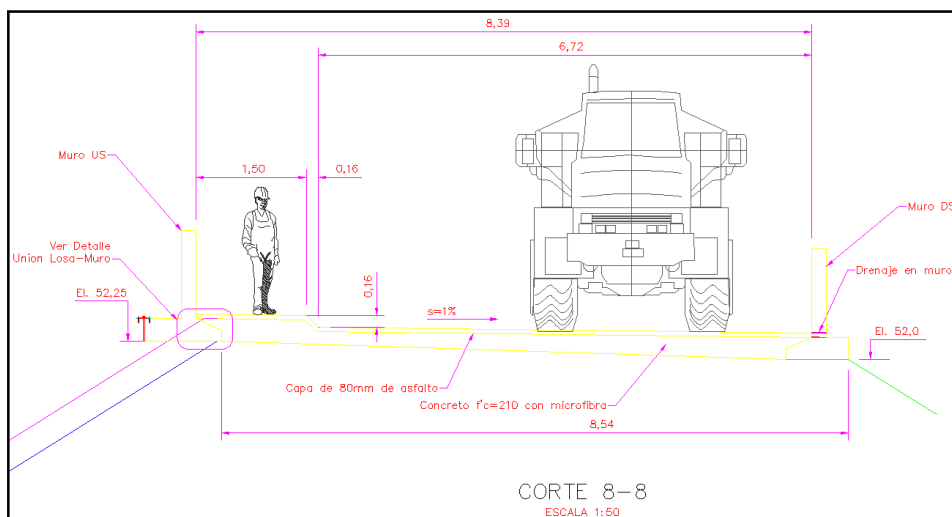


Ilustración 4 8. Detalle de los parapetos de la presa Paacume

4.5.1.3.6.1 Toma de aguas

La estructura de toma de aguas es un elemento en concreto el cual se ubica al pie de presa, la cual capta el agua proveniente del Embalse para conducirla en con una tubería de acero hasta la casa máquinas y al canal principal. La Ilustración 4 9 presenta la sección de la toma de aguas de Paacume.

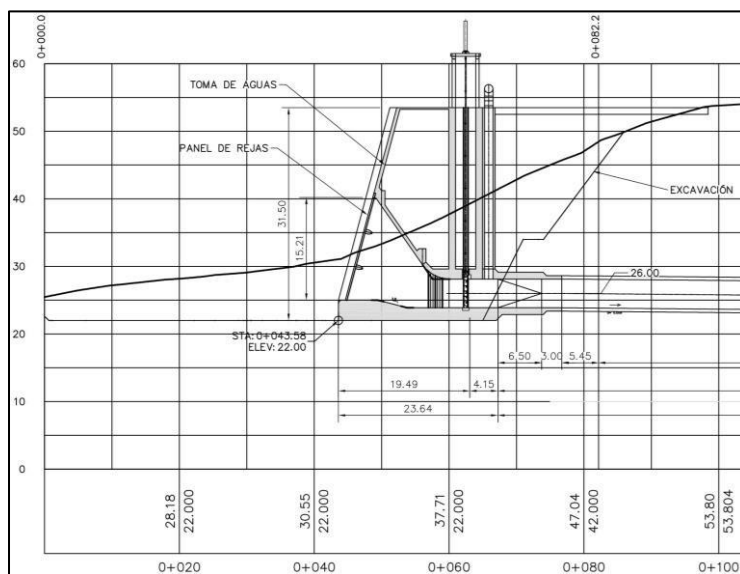


Ilustración 4 9. Sección de la toma de aguas de presa

4.5.1.3.6.2 Casa de máquinas

El edificio de la casa de máquinas es el lugar donde potencialmente se generaría la electricidad por medio del giro de 2 turbinas tipo Francis de 3,5 MW de capacidad cada una. La Tabla 4 3 presenta las características de la casa de máquina.

Tabla 4 3. Características principales de la casa de máquinas

Tipo	Superficial	
Número y tipo de unidades	2 und Kaplan eje vertical, 3,5 MW c/u	
Velocidad de Rotación	300,0	rpm
Nivel nominal de Embalse	44,0	ms.n.m.
Nivel de Restitución	27,5	ms.n.m.
Caída bruta de diseño	16,5	m
Caudal de diseño	50,0	m ³ /s
Capacidad instalada	7,0	MW
Generación media anual	44,0	GWh
Ancho de Casa de Máquinas	14,0	m
Longitud	23	m

4.5.1.3.7 Embalse

El Embalse se ubica en la cuenca media-baja del río Piedras, en el cantón de Bagaces, Guanacaste; cercana a los poblados de Llanos del Cortés al noreste y Falconiana al suroeste, específicamente entre las coordenadas CRTM05: 356000–363000 y 1154000–1163000 (Ilustración 4 10). Abarca un área de 9 km² en los cuadrantes noroeste de la hoja topográfica Tempisque y sureste de la hoja Topográfica Monteverde (escala 1:50.000 del IGN).

Sus características principales son las siguientes:

- Cota máxima de operación = 48,5 m
- Oscilación del nivel del agua = 13,5 m
- Volumen total = 88,10 hm³
- Extensión del espejo de agua al nivel máximo de operación = 9 km²

En general la zona donde se ubicará el Embalse posee una topografía plano- ondulada, con laderas estables de baja pendiente; el cauce del río Piedras posee un gradiente topográfico bajo y se encuentra encajado en depósitos volcánicos ignimbríticos, con un cauce encajado y profundo de hasta 15,00 metros. El caudal del río Piedras varía ampliamente en dependencia con los cambios estacionales, en verano el caudal es de muy bajo a nulo, mientras que en invierno el caudal es mayor. Sin embargo, no existen registros históricos de inundaciones o deslizamientos en los alrededores.

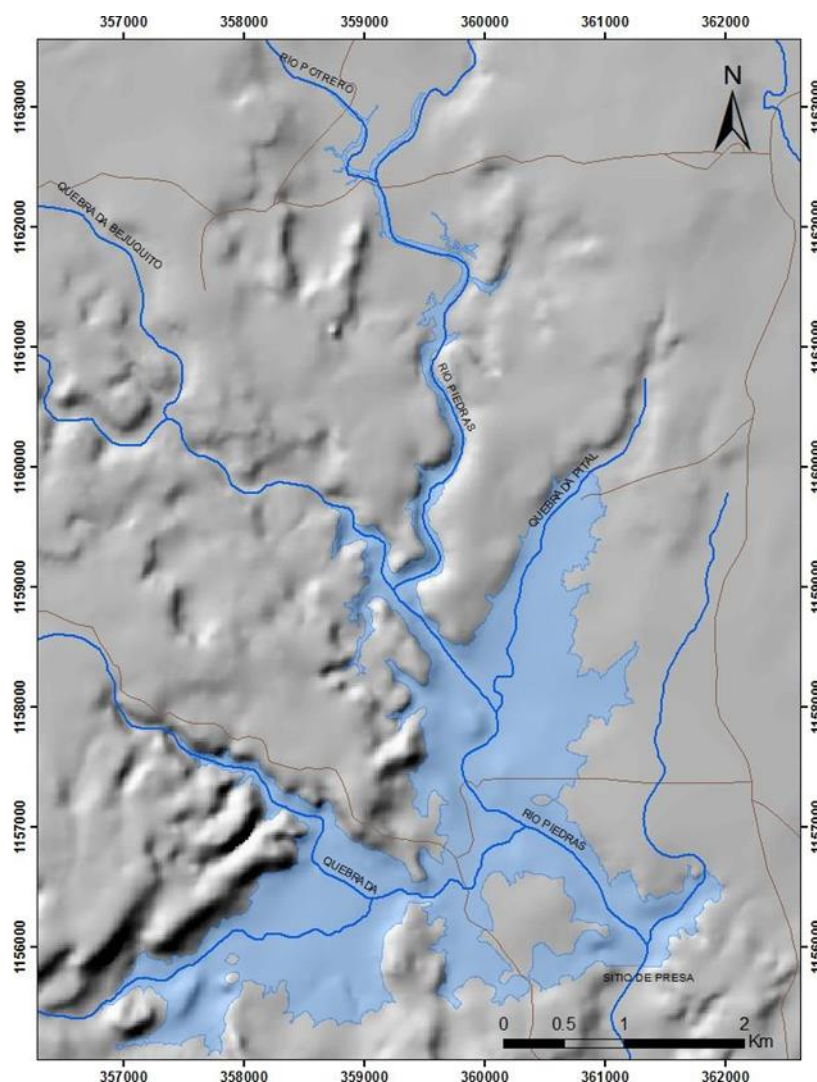


Ilustración 4 10. Ubicación del Embalse

En total se estima un caudal máximo de extracción del Embalse es de 47,83 m³/s, considerando un caudal de compensación ecológico de 1,5 m³/s, constante a lo largo del año.

4.5.1.3.7.1 Caudal de ingreso al Embalse

El Embalse cuenta principalmente como fuente de abastecimiento el Canal Oeste Tramo I y en una menor escala el río Piedras. Para la revisión se consideró una hidrología promedio de ambas fuentes a partir de un año promedio sintético elaborado con base en las estimaciones hidrológicas del ICE. Los caudales del río Piedras en el sitio de presa para este año promedio sintético se muestran en la Ilustración 4 11. Esta información fue obtenida a partir del traslado del registro de caudales promedio diario de la estación hidrológica del ICE Rancho Rey en el río Tenorio. Se generó una serie de caudales promedio diario para el sitio de presa entre los años 1970 y 2014.

Los caudales que ingresan al Embalse por el Canal Oeste Tramo I son función del balance de los siguientes caudales:

- Caudales del centro de generación Ardesa
- Demanda del Canal del Sur
- Trasvase Corobicí
- Demanda del Subdistrito Piedras

El resultado de este balance brinda los caudales de ingreso al Embalse río Piedras por el Canal Oeste Tramo I.

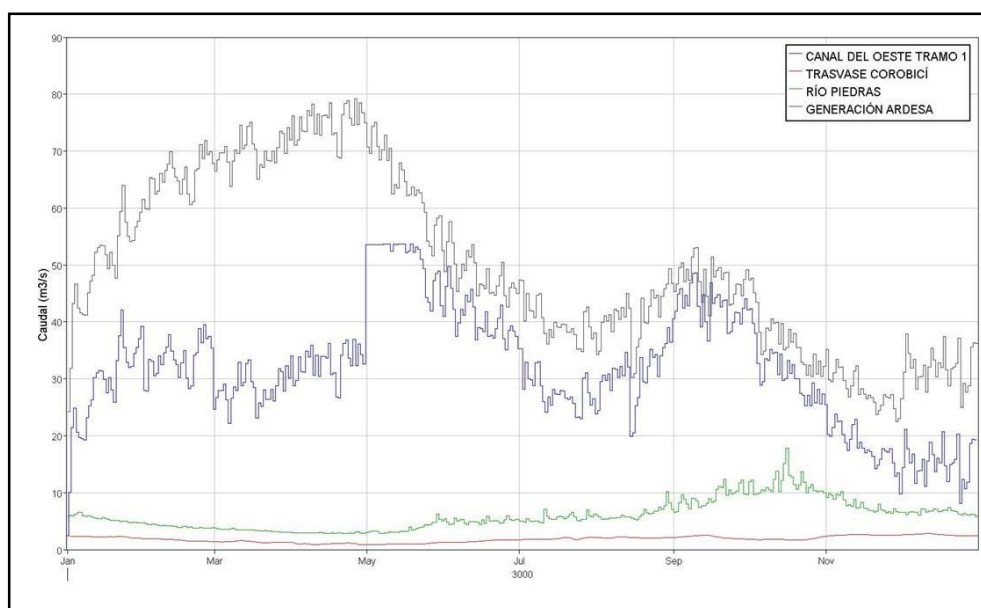


Ilustración 4 11. Gráfico de caudales promedio diario de las principales fuentes de ingreso de agua al Embalse río Piedras para el año promedio sintético

4.5.1.3.7.1.1 Nivel mínimo de operación

En estudios anteriores se ha definido el nivel mínimo de operación para la generación a la cota 35 ms.n.m. Este debe cumplir con tres requerimientos:

- Volumen muerto
- Nivel mínimo de operación de turbinas
- Sumergencia mínima en la toma

Tomando en consideración estos parámetros se ha definido como nivel mínimo de operación para generación eléctrica del proyecto la cota 35,00 ms.n.m. Sin embargo, Senara podría aprovechar adicionalmente para riego el volumen comprendido entre la cota 35,00 ms.n.m. y el umbral de la toma (19% más del volumen útil), mediante el

uso de un “bypass” en la casa de máquinas. De esta forma podría garantizarse el suministro de la demanda con una probabilidad de falla anual de 2,53%.

4.5.1.3.7.1.2 Nivel máximo de operación

El nivel máximo de operación debe garantizar un volumen útil suficiente para satisfacer las demandas de agua descritas anteriormente. El Canal Oeste Tramo I establece una limitación, este no puede ser tan alto pues la elevación del canal Oeste Tramo I es de 50,28 ms.n.m. De acuerdo con la revisión hidráulica un nivel máximo de operación a la cota 48,50 ms.n.m. garantiza el suministro de agua, con una probabilidad de falla anual de 3,47%, equivalente a 13 días de falla, lo cual es aceptable para Senara. Si se quisiera una probabilidad de falla anual nula, el Embalse tendría que tener un volumen de 124 hm³, lo que daría un nivel máximo de operación a la cota 53,5 ms.n.m. inundando por completo el Canal Oeste.

4.5.1.3.7.1.3 Nivel máximo extraordinario

El nivel máximo extraordinario no debe superar la elevación de ingreso del Canal Oeste al Embalse para evitar su remanso. Este se define en la cota 50,28 ms.n.m.

4.5.1.3.7.2 Volumen útil

El volumen útil comprendido entre el nivel mínimo de operación y el nivel máximo de operación es de 71 hm³. La Ilustración 4 12 muestra una curva de área y volumen versus elevación para el Embalse.

En el mes de mayo el Embalse se llena ya que las demandas disminuyen considerablemente en comparación con el caudal de ingreso. El Embalse es pequeño en comparación con los volúmenes de ingreso por lo que su llenado ocurre rápidamente. En lo que resta de la época lluviosa el Embalse permanece en su nivel máximo de operación, ya que las demandas de riego son menores al caudal de ingreso y el agua en exceso es esparcida por el vertedero del Embalse. Se observa que se vierte aproximadamente el 16% del volumen total disponible en el año.

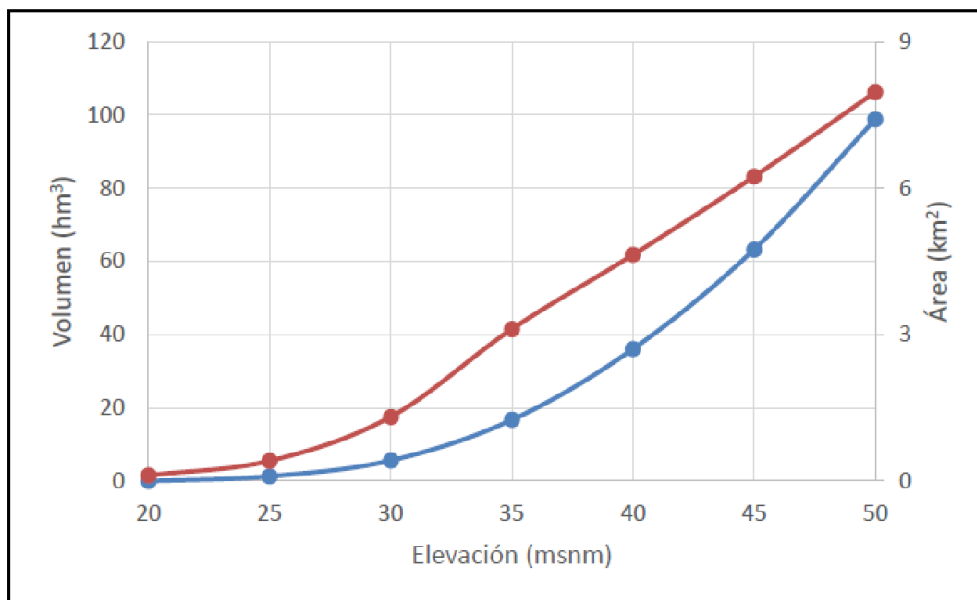


Ilustración 4 12. Gráfico de curva área y volumen vs elevación del Embalse Río Piedras

La Ilustración 4 13 muestra la variación anual del nivel del Embalse considerando los datos hidrológicos del año promedio sintético y las demandas de agua definidas anteriormente. El Embalse presenta una variación estacional, durante la época seca de diciembre a abril se abate el nivel del Embalse ya que las demandas de riego superan los caudales de ingreso.

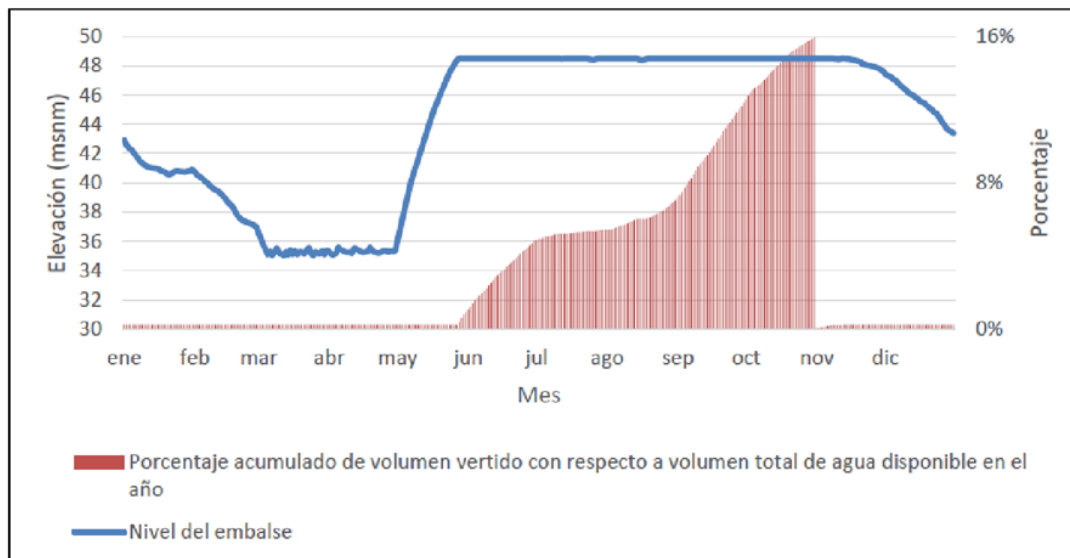


Ilustración 4 13. Gráfico del nivel de agua en el Embalse río Piedras considerando los datos hidrológicos del año promedio sintético, las demandas de agua definidas y porcentajes de volúmenes vertidos con respecto al volumen total disponible en el año

4.5.1.3.7.3 Llenado de Embalse

El llenado del Embalse inicia una vez que se baja la compuerta de la descarga de fondo y el agua se empieza a acumular aguas arriba de la presa, el Embalse del río Piedras tienen un área de 7,45 km², por lo cual para esta maniobra es necesario la coordinación del rescate animal y vegetal de la zona. Se estima que el proceso de actividades previas para rescate y ejecución del llenado tarde alrededor de 3 meses.

4.5.1.3.8 Vertedor de excedencias

El vertedero se localiza en la margen derecha del río Piedras y el flujo se controla mediante 2 compuertas radiales de 12,0 metros de ancho y 10,5 metros de alto ubicadas en el cimacio y con un pilar central, con sus respectivas ataguías. El canal de aproximación es de forma trapezoidal, con un ancho de base de 30 metros y una longitud de 50 metros. El canal de descarga es un canal rectangular de 27 metros de ancho y 390 metros de longitud, concluyendo con una estructura disipadora que incorpora el agua nuevamente al río. La Ilustración 4 14 presenta un esquema del vertedor de excedencias. Las características del vertedor de excedencia son las que se muestran en la Tabla 4 4.

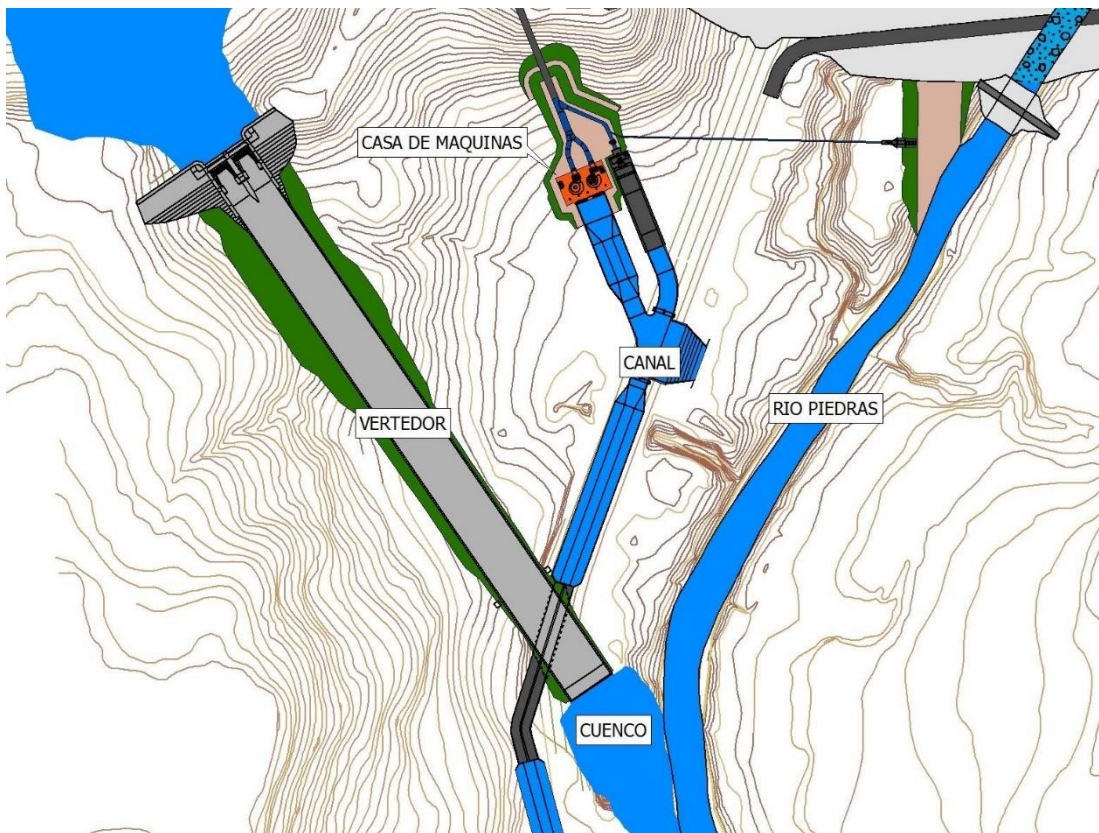


Ilustración 4 14. Vertedor de excedencias

Tabla 4 4. Características generales obras de excedencia Paacume

Tipo de compuertas	Radiales	Unidades
Número de compuertas	2,0	und
Ancho de cada compuerta	12,0	m
Altura de cada compuerta	10,5	m
Radio de curvatura de cada compuerta	10,0	m
Elevación del umbral de cada compuerta	38,5	ms.n.m.
Caudal máximo extraordinario en el vertido	1.876,0	m ³ /s
Nivel de agua máximo extraordinario del Embalse	50,3	msnm
Nivel de energía de aproximación máximo extraordinario	50,3	ms.n.m.
Elevación de cresta	39,0	ms.n.m.
Longitud de la cresta bruta	27,0	m
Número de pilares	1,0	pilar
Espesor de pilar	3,0	m
Longitud de la cresta neta	24,0	m
Pendiente de la cara aguas arriba del cimacio	1V: 2/3H	admin
Carga máxima extraordinaria CV	11,28	m
Carga de diseño del perfil WES con "CV"	10,11	m
Carga de diseño del perfil WES sin "CV"	9,50	m
Carga máxima normal con "CV"	10,11	m
Coeficiente del perfil WES	1,94	admin
Exponente del perfil WES	1,81	admin
Radio de curvatura al pie del cimacio	33,00	m
Profundidad inicial de diseño de la curva	5,41	m
Velocidad inicial de diseño de la curva	14,44	m/s
Profundidad final de diseño de la curva	4,37	m
Velocidad final de diseño de la curva	17,87	m/s
Ancho de la rápida	27,00	m
Elevación inicial de la rápida	30,93	ms.n.m.
Profundidad inicial de diseño de la rápida	4,37	m
Velocidad inicial de diseño de la rápida	17,87	m/s
Pendiente de la rápida	1V: 139.664H	

4.5.1.3.9 Compuerta y ataguías

En el sector de control se deben instalar 2 compuertas de tipo radial y 2 ataguías. Durante la construcción del pilar central debe dejarse las placas de apoyo, que permiten la instalación de las guías y sellos, para su funcionamiento.

4.5.1.3.10 Estructura disipadora

Para disipar la energía que sale por el vertedero de excedencias, se debe construir una estructura en concreto para disipar la energía del agua y reincorporarla al río Piedras. La Ilustración 4 15 presenta un diagrama de dicho disipador de energía.

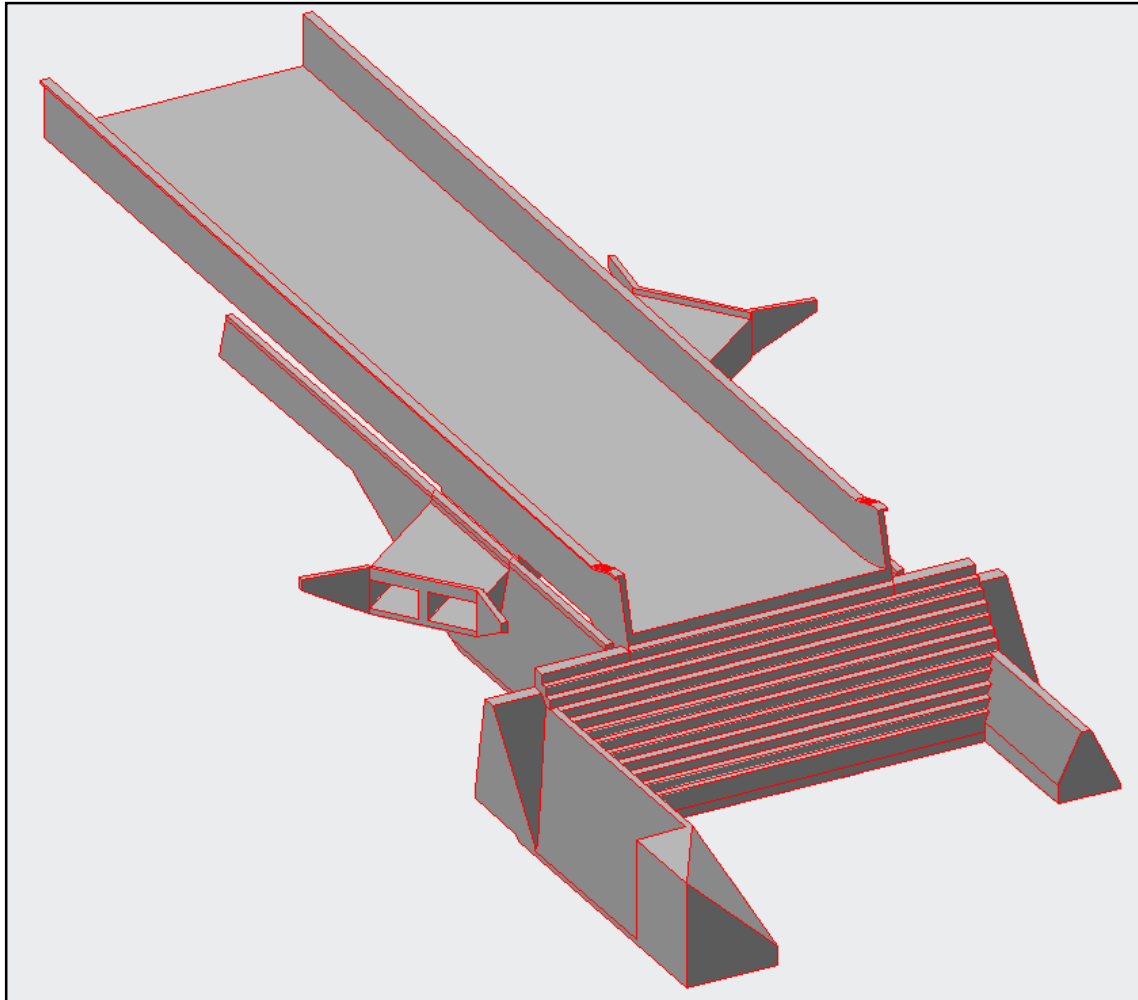


Ilustración 4 15. Estructura disipadora vertedero

4.5.1.3.11 Casa de máquinas y restitución

Se propone una casa de máquinas con las siguientes características:

Ubicación: La casa de máquinas se localizaría al pie de presa con la finalidad de aprovechar su caída y restituir en el canal de restitución, que constituye el arranque del Canal Oeste Tramo II.

Nivel de restitución: El nivel de restitución se ha definido en función del requerimiento riego y se define a la cota 27 ms.n.m.

Número y tipo de unidades: La casa de máquinas estaría equipada con dos turbinas tipo Kaplan y contaría con un bypass para permitir la extracción de agua del Embalse para riego, en caso de que no se pueda turbinar.

Caudal de diseño: El caudal máximo de extracción del Embalse es de 47,83 m³/s lo que constituye el límite mínimo para el caudal de diseño de la casa de máquinas. Para la selección del caudal de diseño se realizó una estimación de los beneficios y costos de casa de máquinas de varias opciones, desde los 50 m³/s a los 60 m³/s. La Ilustración 4 16 muestra los resultados obtenidos. Se seleccionó un caudal de diseño de 50 m³/s por tener una mejor relación beneficio/costo índice. Este valor es igual al indicado en el informe de factibilidad de SOCOIN-SETECOOP (2010).

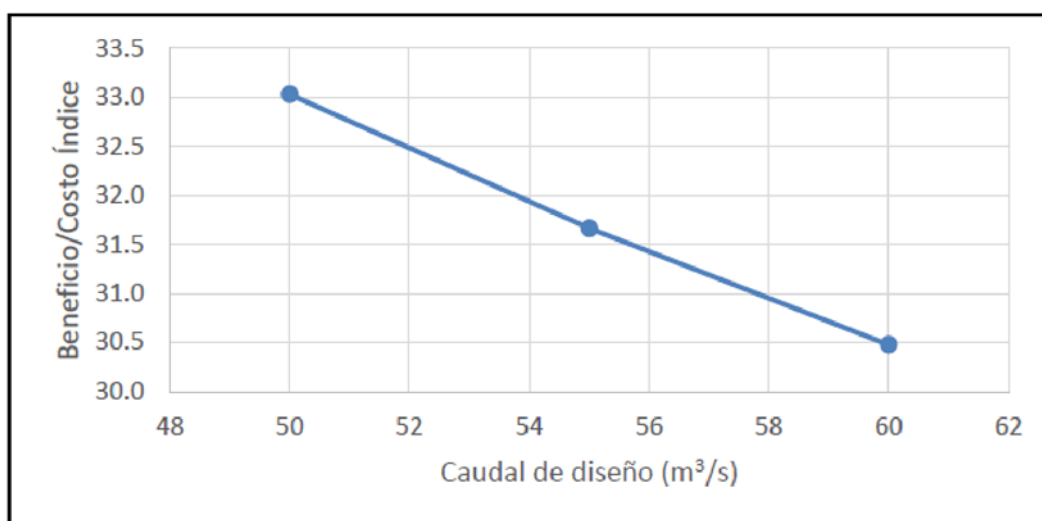


Ilustración 4 16. Gráfico de beneficio /Costo índice vs caudal de diseño

El beneficio/costo índice es solamente un indicador para valorar las alternativas en estudio y no constituye un indicador de la rentabilidad total del proyecto.

Capacidad de las obras de restitución: Las obras de restitución iniciarían en la casa de máquinas y se conectarán al Canal Oeste Tramo II. Estas deberán tener capacidad para el caudal de diseño. Como las demandas de riego en ciertas épocas son menores al caudal de diseño de la casa de máquinas, se tendría que disponer de una obra de control para evacuar los excedentes hacia el río Piedras y proporcionar el caudal requerido al Canal Oeste Tramo II. En este sitio se dispondrá un medio para proporcionar el caudal de compensación para el río Piedras.

Capacidad instalada: El caudal de diseño y la caída del proyecto definen una capacidad instalada del orden de 7,00 MW. Este valor se precisará posteriormente, con el diseño electromecánico de la casa de máquinas y sus componentes especificados en la prestación de servicios. La capacidad instalada es igual a la indicada en el informe de factibilidad de SOCOIN- SETECOOP (2010).

Generación media anual: La utilización de las aguas de riego para el aprovechamiento hidroeléctrico puede generar una energía anual de 36 GWh; sin embargo, al utilizar los excedentes durante la época lluviosa la generación aumenta a 44 GWh, un 22% más. La Ilustración 4 17 muestra la variación del nivel del Embalse considerando esta forma de operación, en comparación con una operación con solamente riego. Los vertidos son nulos en esta condición.

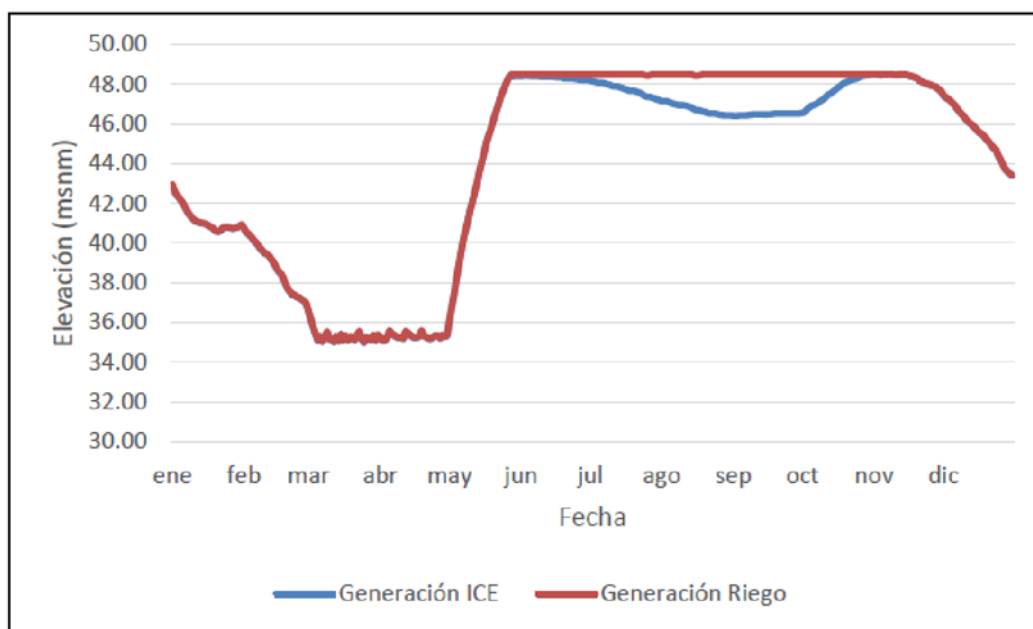


Ilustración 4 17. Gráfico de nivel del agua en el Embalse río Piedras considerando las dos formas de operación

4.5.1.4 Parámetros físicos para diseño de la presa y estructuras

Para la propuesta de diseño estructural e hidráulica se consideraron una serie de parámetros de diseño, estos se detallan brevemente en el Anexo 4.2.1

4.5.1.4.1 Geología regional

La geología es la ciencia que estudia el origen, estructura y evolución de la tierra y los materiales que la componen, es por esto que conocer la geología de una zona previo a la realización de cualquier proyecto es muy importante. La geología suministra información de las características del suelo y las rocas subyacentes, así como del fallamiento y otros procesos geológicos que podrían comprometer las obras. Como parte de la descripción de la geología regional se describen las características geológicas del proyecto y sus alrededores desde un contexto regional.

4.5.1.4.2 Marco geológico regional

Este trabajo se ubica específicamente en las hojas cartográficas Tempisque y Monteverde del Instituto Geográfico Nacional (IGN) Escala 1:50.000, al suroeste de la Cordillera Volcánica de Guanacaste (CVG). Geotectónicamente se encuentra aproximadamente a 150 kilómetros de la fosa Mesoamericana y 50 kilómetros sobre la zona de subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe; y al pie de la CVG. Las rocas aflorantes son en su mayoría de origen volcánico, en el informe de diseño planos y especificaciones (Anexo 4.2.1) se puede observar la descripción detallada de la estratigrafía regional, un análisis de la geomorfología regional y de contexto geotectónico regional.

4.5.1.4.3 Sismo-tectónica, amenaza sísmica y volcánica

Como parte de los estudios realizados para la elaboración de los diseños del Embalse de Paacume, el Área de Amenazas y Auscultación Sismológica y Volcánica del ICE, desarrolló un informe donde se presentan las características regionales y locales relacionadas con la tectónica y sismicidad de la región noroeste de Costa Rica, en donde se localiza el Embalse de Paacume, así como un análisis de las principales fuentes sísmicas y su posible impacto sobre las obras del proyecto. Los resultados de este análisis se pueden observar en el Anexo 4.2.1.

El Embalse de Paacume involucra el diseño y construcción de importantes obras civiles, las cuales estarán localizadas en una región con condiciones sismo - tectónicas caracterizadas por la ocurrencia periódica de eventos sísmicos importantes ($MW \geq 6,5$), relacionados tanto al fallamiento superficial como a la fuente de la subducción. Por ello, el diseño y desarrollo de las obras ameritan un adecuado y riguroso diseño sismo - resistente. Los resultados de este estudio de amenaza sísmica servirán de base para caracterizar la demanda sísmica en el sitio de proyecto y definir su uso en el diseño sísmico de las obras, ante la ocurrencia de sismos fuertes. La selección de los parámetros para el diseño final deberá estar regida por un adecuado balance costo-seguridad de las obras de este gran proyecto.

4.5.1.4.4 Geología, hidrogeología y geotecnia del sitio de obras

La generación del modelo geológico se ha apoyado sobre tres ejes principales: sondeos exploratorios, prospección geofísica y levantamiento geológico de superficie.

Los datos extraídos, litológicos y de permeabilidad, fueron almacenados metódicamente para la modelación numérica y la gestión geoespacial de éstos. El resultado es un modelo sólido del macizo rocoso, con una resolución de $2 \times 2 \times 2$ metros. El área de modelación es de alrededor de $1,35 \text{ km}^2$. Conformada por un polígono casi cuadrangular de 1.198 metros por 1.130 metros de lado.

El rango de elevación del modelo va desde la cota 50 ms.n.m. hasta la cota 100 ms.n.m. Este modelo del macizo incluye: la caracterización litológica a detalle y la

representación de las principales estructuras, la distribución de la permeabilidad a través de éste y una interpretación básica de las zonas más permeables asociadas al contexto litológico. El análisis de los resultados de los hallazgos y su influencia en los diseños de excavación y de obras civiles, se describen detalladamente en el informe de diseño elaborado por el ICE, incluido en el Anexo 4.2.1.

4.5.1.4.5 Materiales de construcción y escombreras

Para la construcción de las obras de Paacume, se requiere de fuentes de material que cumplan con características fisicoquímicas adecuadas, con volumen suficiente para cumplir con los factores de seguridad recomendados, relativamente cercana a las obras y con facilidades para el acceso y la extracción. Sin embargo, las condiciones sedimentológicas de los cauces aledaños al proyecto hacen inviable la extracción de reservas fluviales, por lo que estas demandas deberán ser solventadas con sitios de extracción tipo cantera. Los sitios seleccionados se han denominado como Tajo La Isla y Tajo Lavas.

En lo que respecta a los materiales de construcción, en el Anexo 4.2.1 se puede observar detalladamente los temas relacionados con:

- Metodología e investigación realizada
- Fuentes de material
- Evaluación de la calidad de los materiales
- Diseño de explotación de las canteras propuestas

Referente al material de construcción se rescatan las siguientes conclusiones y recomendaciones.

4.5.1.4.6 Conclusiones

- Las condiciones sedimentológicas de los cauces aledaños al proyecto hacen inviable la extracción de reservas fluviales.
- Las demandas de materiales para la construcción del proyecto deberán ser solventadas con sitios de extracción tipo cantera.
- Los materiales de préstamo investigados con mayor detalle en el sitio de tajos corresponden a dos litologías: ignimbritas soldadas y lavas afíticas masivas.
- Las ignimbritas, serán utilizadas como material de enrocado para la construcción de la presa de enrocamiento. Las lavas masivas serán empleadas como agregados de concreto y para la conformación el dren vertical dentro del cuerpo de la presa.
- El espesor máximo medido para la unidad de ignimbritas en el sitio “La Isla” es de 12,00 m.
- El espesor máximo de las lavas en el sitio seleccionado para la conformación de la cantera no ha sido medido con métodos directos. Se desconoce el contacto inferior y/o lateral, sin embargo, el espesor parece ser mayor a 25,00 m.
- El volumen extraído de lavas para agregados de construcción será de aproximadamente 510.000 m³.

- Para el tajo La Isla (ignimbritas), el destape será mínimo debido al pobre desarrollo local del horizonte de suelo/regolita.
- El volumen extraído de ignimbritas para el enrocado de la presa será de aproximadamente 1.800.000 m³.

4.5.1.4.7 Recomendaciones

- La extracción de materiales en banco, debe enfocarse en el aprovechamiento óptimo del macizo con condiciones explotables.
- Se debe iniciar con la ampliación de caminos existentes y conformación de nuevos caminos internos para tener acceso a los sitios de extracción.
- Será necesario la conformación de algunos vados.
- La cantera La Isla, se deberá desarrollarse en 2 bloques: Tajo Lavas y Tajo Ignimbritas.
- En primera instancia, se deberá retirar la capa de suelo y regolita para ambos tajos.
- Para el tajo de lavas se deberá realizar la conformación y nivelación de terrazas para la extracción.
- Para el tajo de Ignimbritas, se ha proyectado la conformación de ocho terrazas. Entre las cotas 69,00 y 45,00 ms.n.m.
- La configuración residual del tajo de lavas contará con dos niveles de terrazas. Una en la cota 49,00 ms.n.m., con un área de 41 hectáreas; y la otra en la cota 40,00 ms.n.m., con un área cercana a las 26 hectáreas.
- La extracción planeada para la cantera La Isla, dejará un total de nueve terrazas residuales de geometría irregular. Con elevaciones entre los 37,00 ms.n.m. y los 69,00 ms.n.m., con diferencias no mayores a dos metros entre cada nivel de extracción. Con un área total de explotación de 951,500 m². No será necesario la conformación de terrazas iniciales.

4.5.1.5 Diseño de obras

El diseño de las distintas obras a nivel de presa, casa de máquinas, y Embalse, se hace tanto desde la perspectiva hidráulica como del componente estructural.

Con la información recolectada hasta esta etapa y en función del alcance de la contratación N° 201600011, se presentó el resultado en el informe de Diseño planos y especificaciones de las obras del Proyecto, en él se describe detalladamente todos los criterios de diseño considerados, esta información se puede ver en el Anexo 4.3.1. Estimación de cantidades de obra y presupuesto.

4.5.1.6 Operación y mantenimiento del sitio de presa y embalse.

El uso de la presa y el embalse para el abastecimiento de riego requieren de la realización de una serie de labores para su correcta operación y mantenimiento. Dentro de los procesos principales para la presa están: La auscultación geológica, metrología, limpieza de flotantes, uso del limpia rejillas, monitoreo geotécnico, monitoreo topográfico, entre otras. Para el embalse se contemplan operaciones como:

limpieza de sedimentos, evaluación periódica de los taludes, manejo de flotantes y el seguimiento ambiental de medidas compensatorias.

4.5.1.7 Premisas para el planeamiento y estimación de costos de la presa y embalse

Las premisas que se presentan a continuación establecen la base para la estimación de costos y el plazo de ejecución.

Premisas Generales:

1. Los costos están basados en el diseño descrito anteriormente.
2. El costo de las obras se da en US\$ al año 2018.
3. El planeamiento se realizó de acuerdo a la experiencia y experticia del ICE, basándose en sus prácticas constructivas y base de datos de costos propios y de mercado.
4. Se supone que la totalidad de terrenos de obras y áreas de protección serán adquiridos por Senara y que se contará con éstos en las condiciones legales y de acceso que no interrumpan el desarrollo de las obras.
5. La tramitación y puesta en vigencia de las pólizas y permisos, es responsabilidad de Senara, y deben gestionarse de tal manera que no interfieran con el cronograma de las obras.
6. Todos los agregados serán producidos por el proyecto a través de concesión para explotación. Los sitios de préstamo identificados cuentan con la cantidad de material adecuada para suplir las necesidades de todo el proyecto, en cantidad y oportunidad.
7. Por el tamaño y ubicación de las obras del sitio de presa se supone que es necesaria la instalación de una sola planta de concreto, que suplirá las necesidades en cantidad y tiempo necesarias para el desarrollo ininterrumpido de las obras.
8. El costo de los equipos electromecánicos (turbinas, válvulas y compuertas) incluye tanto el costo de adquisición como de instalación y montaje. En los casos en los que el contrato de adquisición incluye la instalación, se supone el costo asociado a la supervisión.
9. Las obras de transmisión asociadas a las obras de generación eléctrica, quedan por fuera del alcance del proyecto.
10. El costo contempla costos de obra (directos) así como costos indirectos y administrativos.

4.5.1.7.1 Metodología de estimación de costos para sitio de presa y embalse.

En este Apartado se describe de manera general, los pasos que se siguen en el área de Gestión de Costos de Ingeniería y Construcción (IC) del ICE para la elaboración de los cronogramas y presupuestos de los proyectos en etapa de factibilidad.

- Elaboración de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) del proyecto

- Cuantificación de las actividades y obras del proyecto
- Definición de los recursos del proyecto

4.5.2 Costos Embalse Río Piedras y sitio de presa

Tabla 4 6, Tabla 4 7, Tabla 4 8; se indican los costos asociados a las obras asociadas al Embalse y sitio de presa. Estos costos incluyen los costos directos de ejecución por parte del contratista, así como los costos indirectos y de administración.

El desglose de los costos por el tipo de erogación muestra que el mayor costo se da por el uso de maquinaria y la adquisición de materiales; esto es esperable dado que la conformación del relleno de presa y las obras de concreto, representan los componentes mayores del proyecto.

Tabla 4 5. Costo del proyecto desglosado por obras

Obra/Actividad/Rubro	Cantidad	Unidad	Costo (US\$)
Embalse Río Piedras			142.920.000
Pago de póliza de obras	1	global	1.074.060
Facilidades	1	global	5.957.530
Líneas de alimentación eléctrica para obras	8.520	m	695.414
Instalaciones provisionales	7.650	m ²	1.355.440
Vías de acceso	7.075	Km	3.906.670
Obras de desvío	1	global	16.706.900
Canal temporal de riego	290	m	1.491.940
Alcantarilla y Diques	1	global	15.215.000
Obras de captación	1	global	100.873.000
Tratamiento Cerro	10.000	m ²	1.855.510
Presa principal	873.101	m ³	54.084.600
Vertedero	39.359	m ³	34.850.100
Embalse	459	ha	2.282.200
Toma de aguas	3.536	m ³	3.482.430
Túnel de conducción	130	m	2.604.200
Tubería Forzada	110	t	1.714.140
Obras de generación eléctrica	7	MW	18.308.500
Tubería Forzada	41	t	561.779
Casa de máquinas	7	MW	13.484.200
Canal de restitución	2.998	m ³	4.262.510

Tabla 4 6. Desglose del costo por tipo

Tipo	Costo (US\$)	%
Seguros de obra y garantías	1.074.060	0,8
Mano de obra	12.788.662	8,9
Materiales	46.632.020	32,6
Servicios y alquileres	1.012.555	0,7
Uso de Maquinaria	55.866.343	39,1
Leyes Sociales	6.506.720	4,6
Equipo Electromecánico	19.039.796	13,3
Total	142.920.000	100,0

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se observa que los costos mayores se encuentran en los concretos y las excavaciones tal como se muestra a continuación:

Tabla 4 7. Desglose del costo del proyecto por tipo de actividad

Clase de Actividad	Costo (US\$)	%
Acarreo	2.893.821	2,0%
Anclajes	342.249	0,2%
Caminos	775.593	0,5%
Concreto	49.518.095	34,6%
Equipamiento EM	25.942.423	18,2%
Escombrera	2.434.261	1,7%
Estabilización	5.198.481	3,6%
Estructuras de acero	352.906	0,2%
Exc. Subterránea	2.077.605	1,5%
Excavación y Relleno	21.655.392	15,2%
Instalaciones	1.390.202	1,0%
Inyección	10.464.497	7,3%
Limpieza del Embalse	2.282.199	1,6%
Líneas eléctricas	695.415	0,5%
Póliza Todo Riesgo	1.074.060	0,8%
Relleno	15.182.239	10,6%
Tubería	640.718	0,4%
Total general	142.920.157	100%

En este presupuesto se incluye la totalidad de la inversión en presa y embalse, sin embargo, en la evaluación financiera no se considera el monto correspondiente al montaje electromecánico del equipamiento de la Casa de Máquinas, de aquí que el monto considerado en el financiamiento de presa y embalse es de US\$ 131.126.300.

Si se separa el costo, por el origen de los insumos, se observa que la mayor cantidad de estos son de origen local. El componente de importación, se da sobre todo por la adquisición del equipamiento electromecánico, aceros y los combustibles. En la Tabla 4 8 muestra a continuación la separación de los costos por componentes de importación y de compra local.

Tabla 4 8. Desglose del costo del proyecto por tipo de actividad

Obra/Actividad/Rubro	Local	% Local	Importación	% Importación
Pago de póliza de obras	1.074.060	100	-	0
Facilidades	5.523.320	93	434.205	7
Líneas de alimentación eléctrica para obras	555.058	80	140.357	20
Instalaciones provisionales	1.187.220	88	168.221	12
Vías de acceso	3.781.040	97	125.627	3
Obras de desvío	14.445.000	86	2.261.950	14
Canal temporal de riego	1.486.560	100	5.389	0
Alcantarilla y Diques	12.958.400	85	2.256.560	15
Obras de captación	89.385.904	89	11.487.300	11
Tratamiento Cerro	1.573.260	85	282.251	15
Presa principal	51.337.500	95	2.747.050	5
Vertedero	28.446.900	82	6.403.260	18
Embalse	2.282.200	100	-	0
Toma de aguas	2.870.030	82	612.399	18
Túnel de conducción	1.940.120	74	664.086	26
Tubería Forzada	935.880	55	778.263	45
Obras de generación eléctrica	6.739.150	37	11.569.300	63
Tubería Forzada	509.069	91	52.710	9
Casa de máquinas	2.774.530	21	10.709.600	79
Canal de restitución	3.455.550	81	806.962	19
Costo Total	117.167.000	82	25.752.800	18

4.5.2.1.1 Cronograma de ejecución

Para la estimación del cronograma, se usó como referencia los rendimientos asociados al costo unitario del presupuesto y las cantidades de obra medidas en cada una de las actividades. El tiempo estimado para la construcción es de 44 meses. Este plazo considera sólo la ejecución de obra y no los períodos previos requeridos para trámites, permisos y procesos licitatorios. En la Ilustración 4 18 se muestra un cronograma de la ejecución del proyecto.

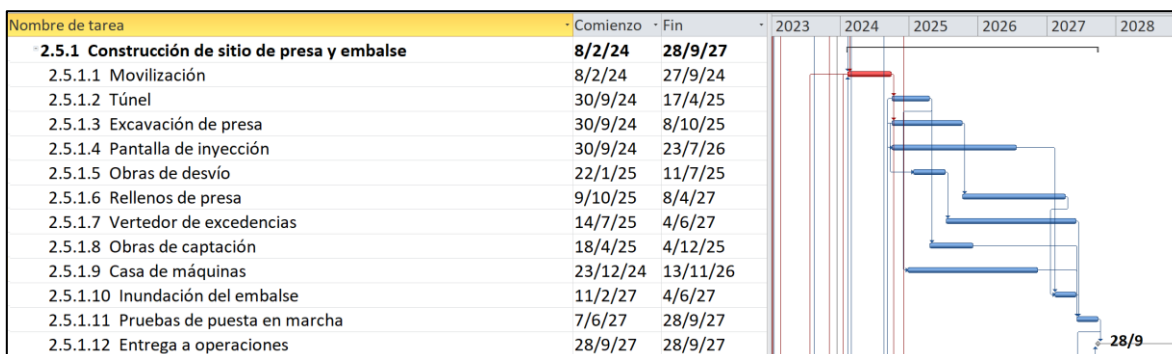


Ilustración 4 18. Cronograma resumido para ejecución del proyecto del sitio de presa y embalse.

4.5.2.1.2 Flujo de inversiones

Conforme al cronograma mostrado en la sección anterior, se procedió a distribuir los costos (de forma lineal) en el tiempo constructivo. El resultado se muestra a continuación en la Ilustración 4 19.

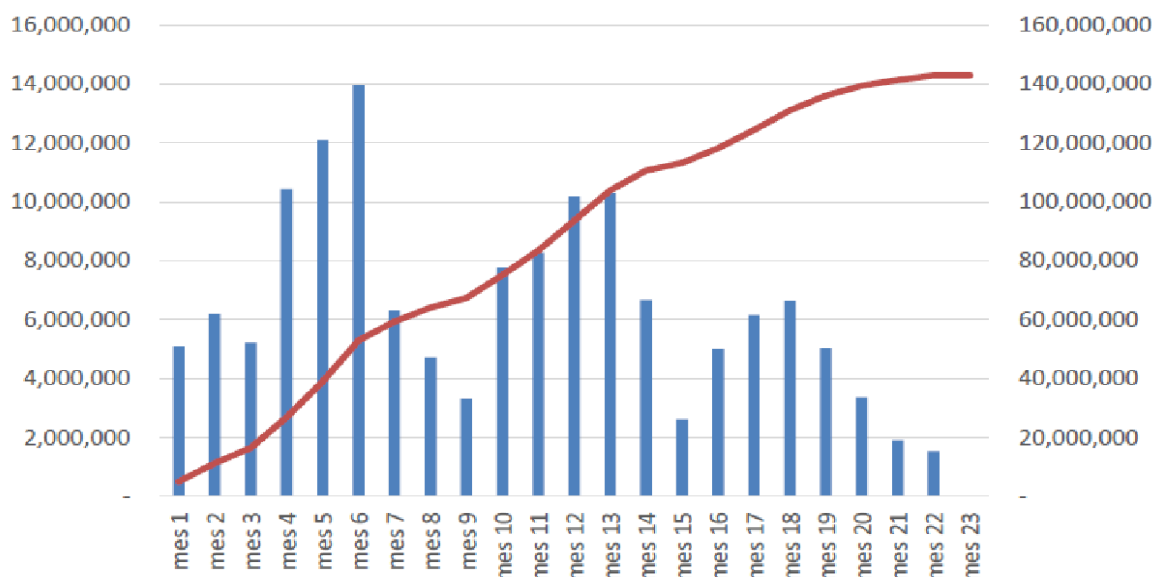


Ilustración 4 19. Flujo mensual de costos en el tiempo del sitio de presa y embalse.

4.5.3 Canal Oeste, Tramos II y III

4.5.3.1.1 Planeamiento físico

El Paacume inicia con la entrega de las aguas por el complejo Hidroeléctrico Ardesa, en la PMPD, de este punto se deriva el Canal Oeste Tramo I, construido en el año 1994, con una longitud de 21 kilómetros hasta el río Piedras. Del río Piedras al río Cabuyo se denomina Canal Oeste Tramo II. Este fue construido en el 2002, construido en tierra con una capacidad promedio de 15 m³/s y con una longitud de 19.96 kilómetros; y, por último, se construirá el Canal Oeste Tramo III, que va del río Cabuyo a río Las Palmas en el sector de Palmira, donde iniciará la red de distribución de agua del Paacume. A continuación, se describe el estado actual de cada uno de los tramos y los trabajos a desarrollar a través de Paacume.

4.5.3.1.2 Canal Oeste Tramo I

Este canal es el que conecta la PMPD con el Embalse Río Piedras. Fue puesto en operación en el año 1994, tiene una longitud de 21 kilómetros, capacidad de conducción de 55 m³/s y está revestido en toba cemento. Para tener una mayor eficiencia en la conducción de agua hacia el Embalse y aprovechar de los picos de generación por parte del complejo Ardesa, se plantea automatizar todas las estructuras de represa a lo largo del mismo, con el objetivo de operar de manera remota el sistema desde un centro de control.

Los componentes del Canal Oeste Tramo I son la presa PMPD y los tramos iniciales de los canales principales del Canal Oeste (CO) y del Canal del Sur (CS). En la PMPD se deben considerar la compuerta radial de derivación al Canal del Sur y al Canal Oeste, las tres compuertas radiales de derivación, la principal y las dos anexas.

En la PMPD y las compuertas instaladas en el Tramo I del Canal Oeste se incluye el mantenimiento, la modernización del sistema de alimentación eléctrica de la presa, el mantenimiento y sustitución de las compuertas de las tomas secundarias, diseño del sistema de alimentación eléctrica de los sitios de compuertas del Canal Oeste y el requerimiento para la implementación de un sistema de Supervisión, Medición y Operación (control local y remoto) para la presa y el Canal Oeste Tramo I.

Se deben considerar para el Canal Oeste las compuertas radiales de represa en los sifones río Tenorito (2), río Blanco (2) y río Villa Vieja (2) y las compuertas en las tomas en los canales secundarios CO-1 (4), CO-5 (6), CO-7 (6), CO-9 (2) y CO-11 (4).

4.5.3.1.3 Canal Oeste Tramo II

El Canal Oeste Tramo II inicia en el Embalse río Piedras y va hasta el río Cabuyo con una longitud total de 19.96 kilómetros. Actualmente el canal es conectado por medio de un sifón que cruza el río Piedras, el primer tramo que inicia después del sifón tiene una longitud 2,50 kilómetros, con una capacidad de 50 m³/s, es revestido en toba

cemento y el nivel de está en la elevación 25,50 ms.n.m., con este tramo se derivan los canales que alimentan los Asentamientos de Falconiana y Tamarindo. A partir de la estación 2+500 inicia el canal en tierra que fue construido en el año 2002, tiene una longitud de 17.40 kilómetros y una capacidad de sólo 15 m³/s, con potencial de cubrir un área regable de 10.000 hectáreas.

En este canal, Paacume pretende ampliar y reconstruir totalmente su sección para llevar el agua requerida para regar en la margen derecha del río Tempisque y suplir las demandas actuales de los usuarios del DRAT, en este tramo. Para esto se requiere elevar en 2,00 metros la cota de salida actual, la cual quedaría en la elevación 27,50 ms.n.m. Para ello, se disminuirá de la pendiente para así tener mayor área de dominio, aumento de la sección por medio de incremento de la base, el talud, el bordo y disminución del coeficiente de rugosidad al revestirlo en concreto reforzado y aumentar la vida útil. Al igual que el Tramo I se pretende automatizar todas las compuertas de represa para una mayor eficiencia en la operación.

4.5.3.1.4 Canal Oeste Tramo III

Este será un tramo de canal totalmente nuevo y va a estar ubicado desde el río Cabuyo al río Las Palmas cerca de la comunidad de Palmira, con una longitud de 33.04 kilómetros. Su sección transversal varía en forma telescópica para transportar desde 35,00 m³/s en su inicio hasta 25,00 m³/s en su tramo final. De igual manera se propone que sea un canal revestido en concreto reforzado y con las estructuras de represa automatizadas. En la Ilustración 4 20, se presenta un plano con la ubicación de cada uno de los tramos del canal.

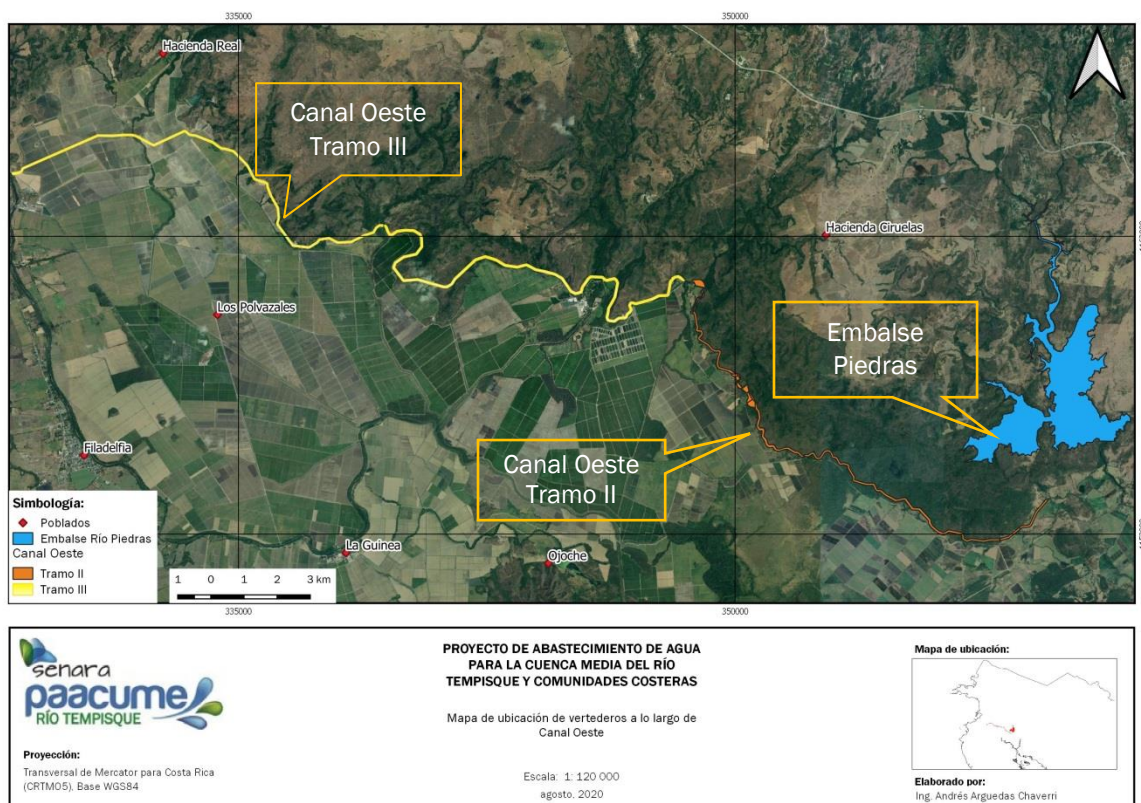


Ilustración 4 20. Ubicación Canal Oeste, Tramos II y III

4.5.3.1.5 Tenencia de la tierra

4.5.3.1.5.1 Tramo II

Los terrenos en los que se ubica el Tramo II corresponden a una franja de 60 metros de ancho a todo lo largo de su recorrido. En la Tabla 4 9 se muestra el listado de propietarios y el área adquirir para las obras de ingeniería del Canal Oeste tramo II. En la Ilustración 4 21 se presenta la tenencia de la tierra de acuerdo a dicha Tabla.

Tabla 4 9. Propiedades por adquirir en el Canal Oeste, Tramo II

N°	Propietario	Área por adquirir (m ²)
1	Carlos Humberto Quirós Soto y Elsimey Silva Baltodano	88.105,00
2	René Rodríguez Araya y Rozana Chaves Sandino	18.900,00
3	3-101-675852 S.A	47.133,00
4	Oscar W. Aguilar Vargas	42.055,00

5	Víctor Miguel Calvo Calvo	27.229,00
6	Jorge A Aguilar Víquez y Flor de Liz Víquez Alvarado	28.877,00
7	Víctor Miguel Calvo Calvo e Idali rosales Villalobos	2.713,00
8	Flor de Liz Víquez Alvarado	17.272,00
9	Víctor Miguel Calvo Calvo e Idali Rosales Villalobos	13.027,00
10	Víctor Miguel Calvo Calvo e Idali Rosales Villalobos	14.197,00
11	María de los Ángeles Salguera, Juan José Rodríguez Salguera, Gabriela Rodríguez Salguera	15.773,00
12	Baudilio Morales Morales	7.131,00

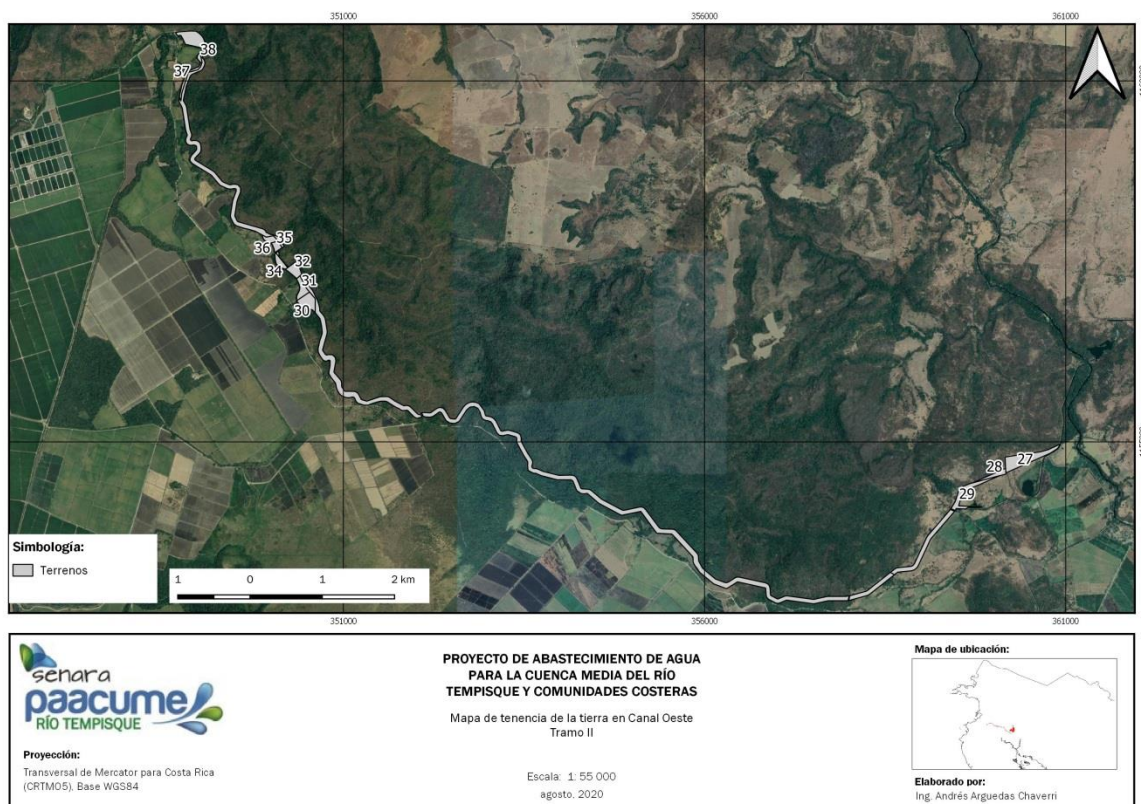


Ilustración 4 21. Tenencia de la tierra Canal Oeste Tramo II

4.5.3.1.5.2 Tramo III

Se realizaron diferentes actividades entre estudios registrales, catastrales y topográficos. En la Tabla 4 10 se muestra el listado de propietarios y el área adquirir para las obras de ingeniería del Canal Oeste Tramo III. En la Ilustración 4 22 se presenta la tenencia de la tierra correspondiente a dicha Tabla.

Tabla 4 10. Propiedades por adquirir en el Canal Oeste, Tramo III

	Lista de Propietarios	Área adquirir (ha)
1	Instituto de Desarrollo Agrario Egerico Delgado	19.678,00
2	CORPORACION TODOS EN FAMILIA S. A	13.930,00
3	Daniel Morales Morales (fallecido) Egerico Delgado	18.264,00
4	BANCO IMPROSA SOCIEDAD ANONIMA	3.141,00
5	El Pelón de la Bajura S.A.	93.680,00
6	INTERMANAGEMENT COSTA RICA LTDA	142.459,00
8	Hacienda El Pelón S.A.	214.656,00
7	BANCO IMPROSA SA	38.653,00
9	Hacienda el Asientillo S.A.	116.400,00
10	BANCO IMPROSA SA	248.162,00
11	CATSA	19.996,00
12	CATSA	118.494,00
13	CATSA	148.881,00
14	CATSA	85.811,00
15	CATSA	66.969,00
16	CATSA	53.649,00
17	CATSA	99.545,00
18	CATSA	85.177,00
19	BANCO IMPROSA SA	16.338,00

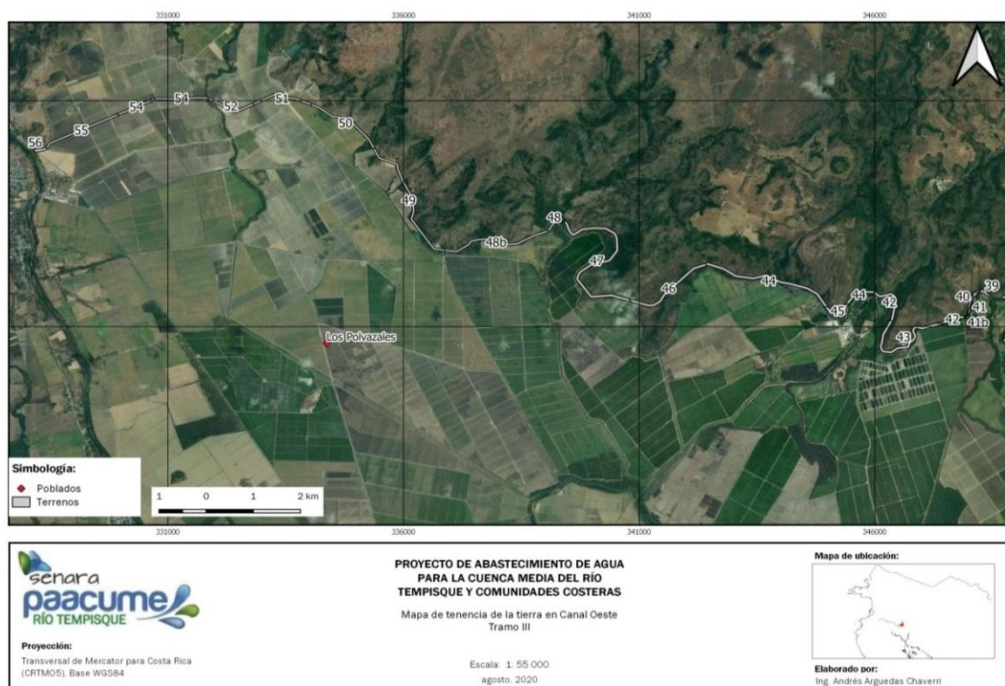


Ilustración 4 22. Tenencia de la tierra Canal Oeste Tramo III

El costo de la adquisición de los terrenos en el Tramo II y Tramo III de Canal Oeste es de US\$ 1.575.760,25 que corresponden a un área de 177,4 hectáreas.

4.5.3.1.6 Estudios básicos de ingeniería Canal Oeste Tramo II y Tramo III

A continuación, se detallan los estudios básicos realizados para el diseño de los canales tramo II y tramo III.

4.5.3.1.6.1 Topografía

Como se indicó en los puntos anteriores, entre la presa del Embalse y el río Tempisque se construirán los dos tramos del Canal Oeste, Tramo II y Tramo III. La ruta del canal Tramo II y III se definió por un trazo deducido de pendientes de acuerdo a las curvas de nivel de los Planos Topográficos digitales del Paacume *Programa de Regularización de Catastro y Registro del Gobierno de Costa Rica*.

De acuerdo a esas rutas definidas y con un ancho de 200 metros, se realizó un levantamiento topográfico utilizando la tecnología LIDAR aérea (*Light Detection and Ranging* o *Laser Imaging Detection and Ranging*) con puntos de control GPS (Sistema de Posicionamiento Global) en campo, que permitió obtener planos en formato digital con detalles existentes básicos y curvas de nivel cada 0,25 metros. Como complemento al levantamiento LIDAR se realizó el levantamiento topográfico batimétrico, para obtener detalles de niveles en el fondo de cauces.

Todo este conjunto de información topográfica en tres dimensiones (X, Y, Z), permitió generar un plano digital básico, para diseñar las obras de Ingeniería del Canal, así como los cálculos topográficos de movimiento de tierra.

4.5.3.1.6.2 Estudio de geotecnia

Se realizó una investigación a lo largo del trazado del Canal Oeste Tramo II y Tramo III entre los ríos Piedras y Tempisque el cual tendrá una longitud aproximada de 51,63 kilómetros. Con la valoración geotécnica de sitios a lo largo del canal se buscó determinar las condiciones presentes en el sitio.

Como resultado de la valoración, se generó un modelo geotécnico que permitió referenciar los parámetros y características de los suelos investigados. Este estudio se realizó en tres etapas que comprenden:

- **Valoración y exploración geotécnica:** La exploración realizada permitió definir el perfil estratigráfico de diferentes sectores, se encontraron ocho capas de materiales con espesores variables. Suelo orgánico con un espesor máximo de 2,3 metros, relleno con un espesor máximo de 3,7 metros, limo café con un espesor máximo de 2,5 metros, arcilla densa, limo elástico con un espesor máximo de 4 metros, limo con arena con un espesor máximo de 4,8 metros, arena limpia con un espesor máximo de 3,3 metros y toba densa amarilla donde no se extrajeron muestras representativas.
- **Ensayos de campo y laboratorio:** La investigación se compuso de 31 perforaciones tipo SPT (ensayo de penetración estándar, del inglés Standard Penetration Test) que se situaron desde la intersección con la ruta 1 hasta el sector de Palmira. En todas las perforaciones se tomaron muestras para ensayos de clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) y determinación de la humedad natural en laboratorio.

En la Ilustración 4 23 se aprecia la ubicación de las pruebas realizadas SPT y en el Anexo 4.2.2.1 se adjunta informe completo del estudio geotécnico del ICE realizado en 2016.

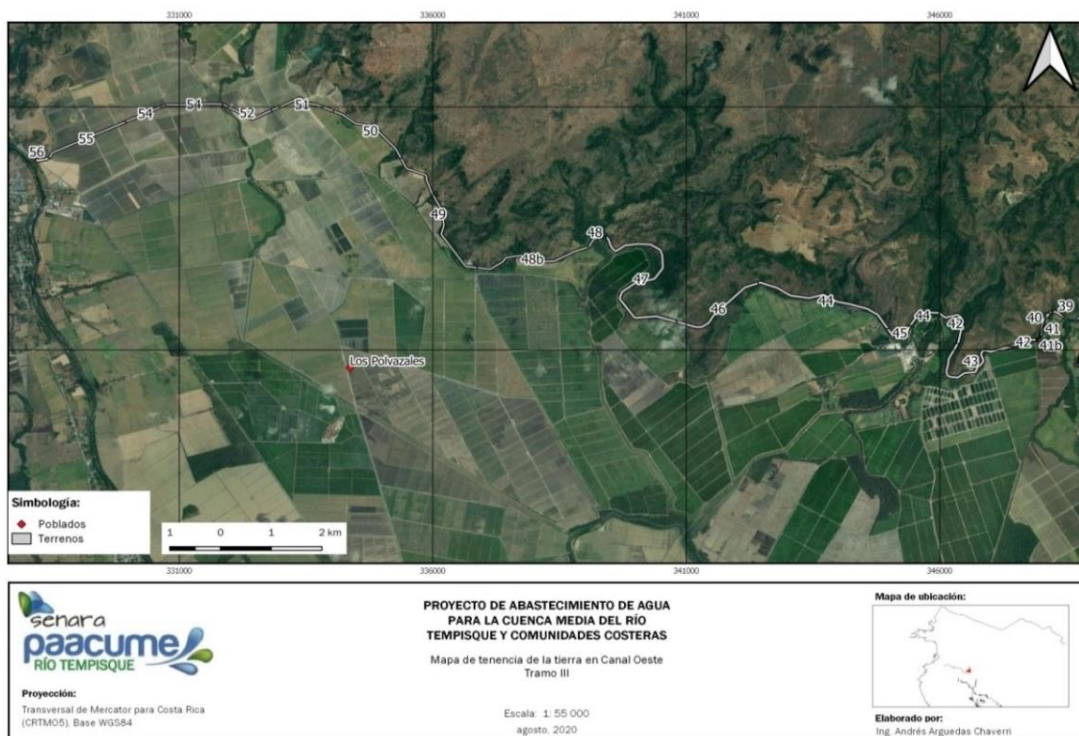


Ilustración 4 23. Vista de los sitios perforados tipo SPT en el Canal Oeste Tramo II y Tramo III

A partir de las pruebas realizadas se identifica:

- Presencia de nivel freático somero en seis de las 31 perforaciones realizadas, lo cual se asocia a dos sectores del trazo del canal. Para estos sectores las propiedades de los materiales se ven alteradas, lo cual puede afectar el proceso de excavación y el desempeño de la obra. La Tabla 4 11 muestra los siguientes resultados:

Tabla 4 11. Profundidad del nivel freático en las diferentes perforaciones

Perforaciones	Profundidad (m)
SPT 13	4,60
SPT 14	2,80
SPT 15	2,00
SPT 21	1,00
SPT 22	2,00
SPT 25	4,15

Fuente: Estudio Geotécnico del ICE, 2016

- La capacidad de soporte admisible para cada estrato se presenta en la Tabla 4 12, esta capacidad de soporte admisible considera un factor de seguridad de 3,0 valor recomendado por el Código de Cimentaciones de Costa Rica.

Tabla 4 12. Resultados de capacidad soporte para cada material

Material	Capacidad admisible q_{adm} (kPa)	
	Rango	Valor diseño
Suelo	65 - 90	80
Relleno	65 - 90	100
Limo café	65 - 90	150
Arcilla densa (CH)	120 - 200	150 50 condición saturada
Limo Elástico (MH)	100 - 240	160
Limo con Arena (ML)	100 - 150	120 50 condición saturada
Arena Limpia (SM-SW)	100 - 230	150 condición saturada
Toba Densa Amarilla	280	280

Fuente: Estudio Geotécnico del ICE, 2016

A partir de los resultados obtenidos, durante el proceso de construcción de la obra se recomienda:

- Se debe realizar una adecuada supervisión geotécnica para verificar que el material existente producto de las excavaciones, corresponda con las características y propiedades establecidas en el informe; cualquier variación debe informarse al profesional responsable para tomar la decisión correspondiente.
- Realizar pruebas de consolidación o expansión en el estrato de Arcilla Densa (CH), para identificar problemas asociados con suelos expansivos o suelos extremadamente blandos y saturados.
- Evitar cimentación directa sobre los estratos con potencial licuefacción, de ser necesario se debe efectuar una sustitución de material adecuada a la magnitud de la cimentación.
- Dar un seguimiento riguroso a la excavación, en los sitios donde se han detectado anomalías geo eléctricas pues podrían representar zonas de debilidad que generen infiltraciones no deseadas para el canal. También debe contemplarse la posibilidad de que representen pequeñas fallas, en cuyo caso se debe guardar las previsiones de diseño necesarias.

4.5.3.1.7 Esquema hidráulico actual de Canal Oeste Tramo II

De acuerdo al planeamiento físico del DRAT aguas abajo donde construirá el Embalse Piedras se cuenta con una red de canales que se derivan actualmente del Canal Oeste Tramo II, lo cual debe seguir operando de la misma forma al momento que construido el nuevo canal, para ello se hizo un esquema hidráulico de la red de conducción primaria que va del Embalse hasta el río Tempisque. En la Ilustración 4 24 se muestra la ubicación de todas las derivaciones del Canal Oeste.

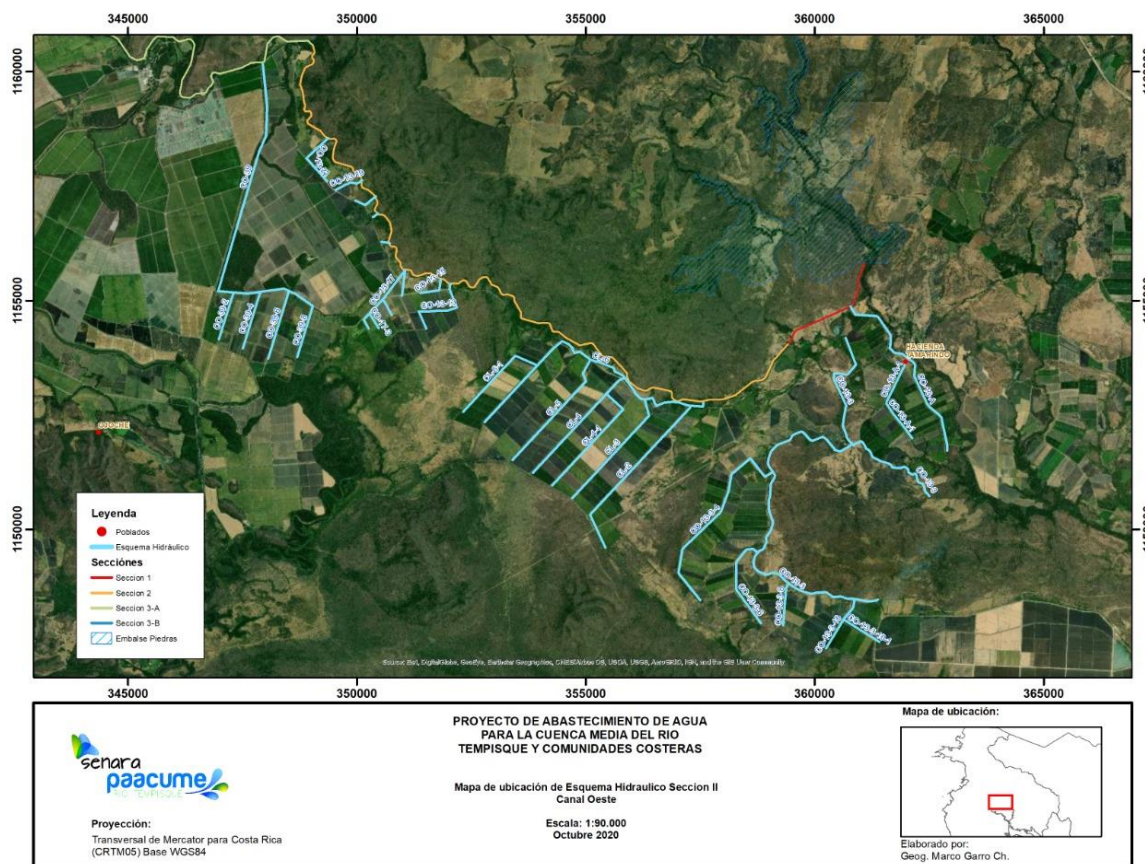


Ilustración 4 24. Derivaciones del Canal Oeste

4.5.3.1.8 Esquema hidráulico canal Oeste Tramo II y Tramo III

4.5.3.1.8.1 Caudales de diseño

De acuerdo con lo indicado en la Tabla 4 13 los caudales de diseño para los diferentes tramos del canal varían desde 50 m³/s en la obra de toma al pie de presa hasta 25 m³/s en la estación 51+630 en la margen derecha del río Tempisque, específicamente en la intersección con la ruta nacional 21, en el sector de Palmira.

Si bien es cierto que el caudal estimado por la Universidad de Costa Rica (UCR) para conducir hasta Palmira es de 20 m³/s, se ha estimado pertinente hacer el diseño del Canal Oeste Tramos II y III, con capacidad suficiente para conducir un caudal de 25 m³/s, previendo una posibilidad futura de contar con mayor disponibilidad de agua para la margen derecha del río Tempisque, de tal manera que la infraestructura no sea una limitante.

Tabla 4 13. Distribución de caudales del Canal Oeste, Tramos II y III

Nombre canal	Caudal de diseño m³/s	Caudal remanente m³/s	Caudal diseño Canal Oeste m³/s
Toma principal	50,00	50,00	50,00
Canal CO-13-1	1,23	48,77	
Canal CO-13-3-A	9,70	39,07	
Canal CO-13-3-A-1	0,20	38,87	40,00
Canal del anillo	0,15	38,72	
Canal CL-2	0,40	38,32	
Canal CL-3	0,25	38,07	
Canal CL-4	0,50	37,57	
Canal CL-5	0,25	37,32	
Canal CL-6	0,40	36,92	38,00
Asentamiento San Ramón	1,00	35,92	
Asentamiento Reajuste	0,30	35,62	
Asentamiento El Canje	0,10	35,52	
Asentamiento El Golfo	0,15	35,37	
Canal CO-39	0,85	34,52	
COMELCO	1,50	33,02	35,00
Toma Pelón De La Bajura	3,00	30,02	32,00
Toma Ingenio el Viejo	3,00	27,02	28,00
Toma Ingenio Catsa	3,00	24,02	25,00
Toma PAACUME	25,00		

4.5.3.1.8.2 Secciones transversales

Las características geométricas son la forma de la sección transversal de los canales, sus dimensiones y la pendiente longitudinal del fondo del canal (Ilustración 4 25).

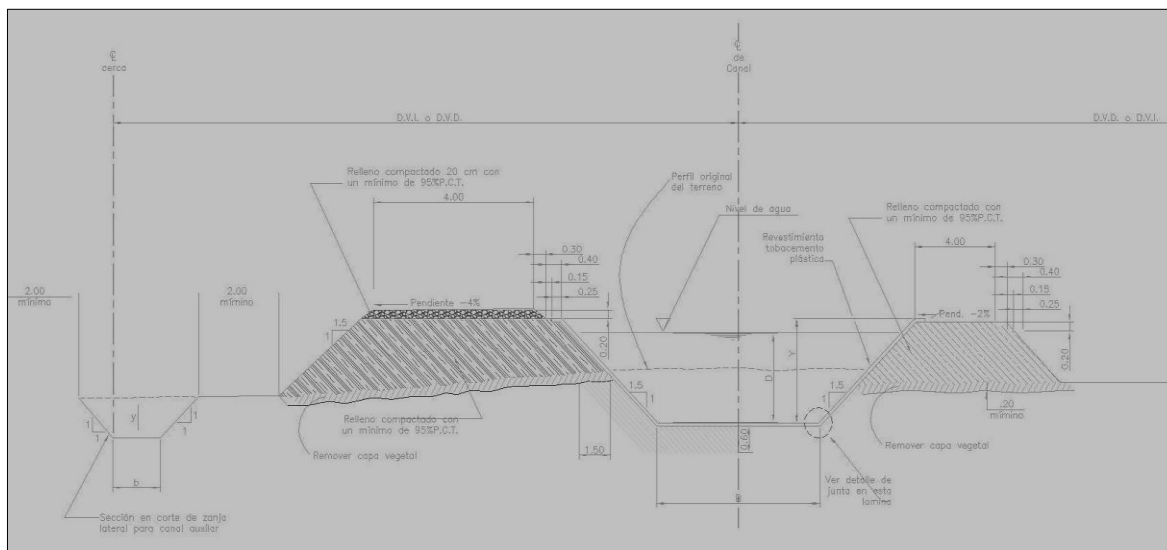


Ilustración 4 25. Esquema general de la sección típica del Canal Oeste, Tramos II y III

Las características hidráulicas son la profundidad del agua (h , en metros), el perímetro mojado (P , en metros), el área mojada (A , en m^2) y el radio hidráulico (R , en metros), dependen de la forma del canal. También es relevante la rugosidad de las paredes del canal, que es función del material en que se construirán. Para el canal Oeste tramo II se definieron cuatro tipos de sección con base en los caudales de diseño definidos anteriormente. En la Tabla 4 14 se detallan las características hidráulicas de cada tramo. Además, en el Anexo 4.1.2 se adjuntan los planos de planta y perfil desde el sitio de presa hasta la ruta 21.

Tabla 4 14. Características hidráulicas del Canal Oeste, Tramos II y III

Estacionamiento	Caudal (m^3/s)	Talud (Z)	Rugosidad (coeficiente de Manning)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Tirante y (m)	Altura H (m)
Canal Oeste Tramo II							
0+000 - 2+600	50,00	1,50	0,014	0,00005	8,00	3,92	4,40
2+610 - 8+876	40,00	1,50	0,014	0,00005	7,50	3,58	4,10
8+901 - 19+800	38,00	1,50	0,014	0,00005	7,00	3,57	4,10
Canal Oeste Tramo III							
19+965 - 24+790	35	1,50	0,014	0,00005	7,00	3,43	3,95
24+860 - 45+839	32,00	1,50	0,014	0,00005	6,50	3,36	3,85
45+912 - 49+780	28,00	1,50	0,014	0,00005	6,00	3,23	3,70
50+030 - 53+000	25,00	1,50	0,014	0,00005	5,00	3,25	3,75

Ver detalle de cálculos en Anexo 4.2.2

4.5.3.1.9 Estructuras mayores

Para la conducción, medición, regulación y manejo del agua, es necesaria la construcción de una serie de estructuras que permitan una operación adecuada del sistema, así como las estructuras que cedan el paso a los animales y personas, principalmente a lo largo del canal principal. De acuerdo con las características del sistema y las limitaciones topográficas, es necesario construir sifones, presas y embalses, caídas, cruces de camino, vertedores y puentes.

4.5.3.1.10 Sifón invertido

Es la estructura que se utiliza para salvar obstáculos en el trazo del canal especialmente ríos. Un sifón consta de uno o varios conductos cuya longitud queda determinada por las características del obstáculo a superar, de acuerdo con el perfil del terreno. Posee dos transiciones, una de entrada y otra de salida, siendo generalmente de sección trapezoidal o rectangular en la cual se encuentran anclados los tubos.

En el cruce de un canal con una quebrada, el sifón se proyecta para conducir el caudal con el menor gasto de energía. La tubería debe ser colocada lo suficientemente profundo para no ser socavado.

Los criterios de diseño utilizado son los siguientes:

- Las dimensiones del tubo se determinaron satisfaciendo los requerimientos de caudal, pérdida de energía, cambios de dirección y sumergencia de entrada.
- El cambio de dirección en las tuberías de entrada y salida no debe ser mayor a una relación 2:1 (H: V) y la pendiente mínima del tubo horizontal debe ser 0.5%. Se utilizará una transición de concreto a la entrada y salida, la velocidad de diseño mínima es de 1 m/s y máxima de 2,5 m/s.
- Con la finalidad de evitar desbordes aguas arriba del sifón debido a la ocurrencia fortuita de caudales mayores al de diseño, se aumentará en un 50% el bordo libre o 0,50 metros a lo largo de la transición.
- A fin de evitar remansos aguas arriba, las pérdidas totales computadas se incrementan en 10%.
- En el diseño de la transición de entrada se considera que la parte superior de la abertura del sifón, esté ligeramente debajo de la superficie normal del agua, esta profundidad de sumergencia es conocida como sello de agua y en el diseño se toma 1,5 veces la carga de velocidad del sifón.
- Para el cálculo de las pérdidas de energía generadas por fricción, se usará un coeficiente $C = 0,009$ para GRP y de $n = 0,014$ para concreto.

Para el Canal Oeste Tramo II y Tramo III se hace necesaria la construcción de 9 sifones invertidos, en la Tabla 4 15 se muestra el estacionamiento y en la Ilustración 4 26 ubicación de cada uno de ellos. En el Anexo 4.1.2 se adjuntan los planos constructivos y el Anexo 4.2.2 la memoria de cálculo.

Tabla 4 15. Ubicación de sifones en el Canal Oeste, Tramos II y III

Estación Inicial	Estación Final	Río	Caudal de diseño (m³/s)	Diámetro del tubo (m)	Cantidad de ductos	Perdidas de carga (m)	Longitud (m)
Canal Oeste Tramo II							
11+104	11+166	Barbudal	38,00	3,00	3	0,25	42,13
19+756	19+851	Cabuyo	35,00	2,90	3	0,22	74,80
Canal Oeste Tramo III							
24+790	24+860	Pijije	32,00	2,80	3	0,24	48,40
25+700	25+774	Salto	32,00	2,80	3	0,25	53,69
35+918	35+988	Zopilota	32,00	2,80	3	0,25	50,09
41+860	41+910	Moral	32,00	2,80	3	0,22	30,23
45+840	45+913	Liberia	28,00	2,60	3	0,26	52,34
49+782	50+030	Tempisque	25,00	3,00	2	0,33	234,78
51+626	51+753	Cruce ruta Nacional 21	25,00	3,00	2	0,33	234,78

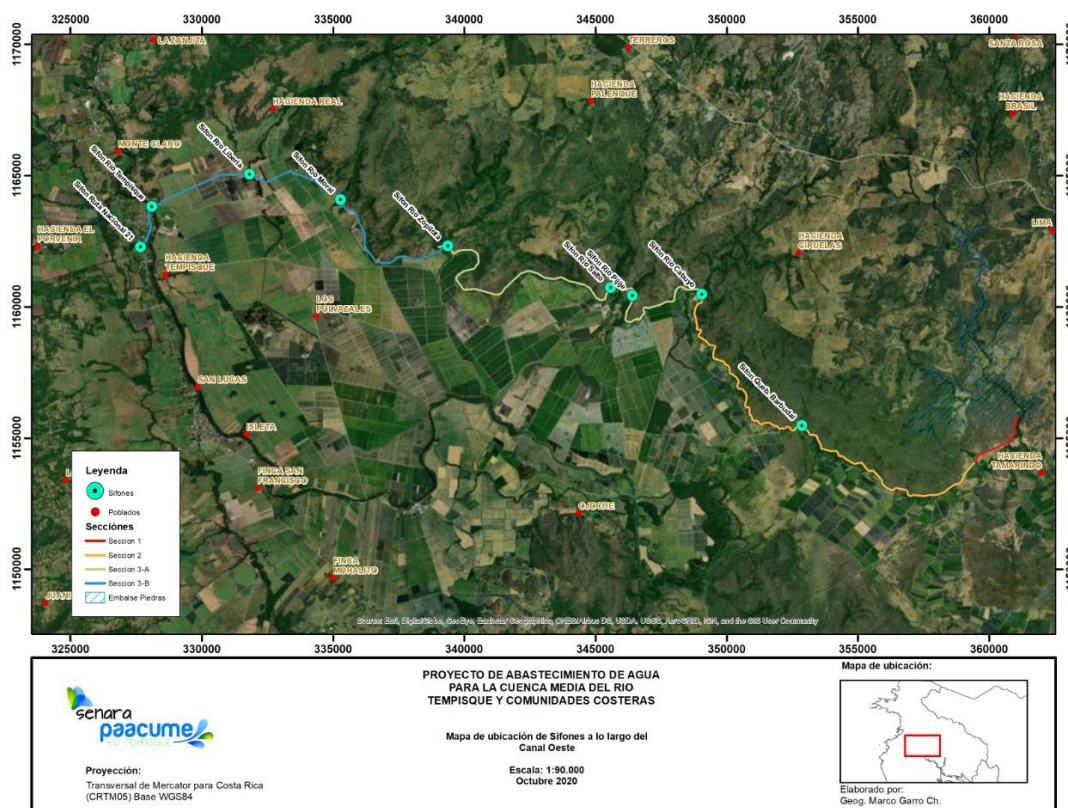


Ilustración 4 26. Ubicación de sifones en el Canal Oeste, Tramos II y III

4.5.3.1.11 Represas

Las represas son obras que se utilizan para mantener por tramos el nivel operativo del canal de acuerdo a la necesidad de entrega, principalmente en momentos que se conduce un caudal menor al de diseño. En la Tabla 4 16 se muestra la ubicación de cada una de ellas. En el Anexo 4.1.2 se adjuntan los planos constructivos y el Anexo 4.2.2 la memoria de cálculo.

Tabla 4 16. Ubicación de las represas en el Canal Oeste, Tramos II y III

Estación	Estación	Caudal derivado (m ³ /s).
Canal Oeste Tramo II		
2+617.04	2+617.04	40.00
8+915.08	8+915.08	38.00
19+727.17	19+727.17	35.00
Canal Oeste Tramo III		
25+655.00	25+280.00	32.00
35+877.28	35+902.28	32.00
41+710.00	41+735.00	32.00
45+806.540	45+831.549	28.00
49+731.557	49+756.552	25,00

4.5.3.1.12 Tomas de canal principal a canal secundario

En los puntos donde el canal deberá de abastecer a canales secundarios se construirá una estructura de concreto reforzado con su respectiva compuerta de paso para regular el caudal. En la Tabla 4 17 se muestra la ubicación y el tipo de obra a construir. En el Anexo 4.1.2 se adjuntan los planos constructivos y el Anexo 4.2.2 la memoria de cálculo respectiva.

Tabla 4 17. Ubicación de tomas de canales secundarios en el Canal Oeste, Tramos II y III

Toma	Estacionamiento	Tipo
Canal Oeste tramo II		
Toma CO-13-1	1+423	Concreto
Toma CO-13-3-A	2+035	Concreto
Toma CO-13-3-A-1	2+020	Concreto
Toma Bagatzí-01-COII	5+702	Concreto
Toma CL-2	5+670	Tubería
Toma CL-3	6+640	Tubería
Toma CL-4	7+280	Tubería
Toma CL-5	7+280	Tubería
Toma CL-6	8+760	Tubería
Toma CO-15	12+220	Tubería
Toma CO-17	13+400	Tubería
Toma CO-19	13+400	Tubería
Toma CO-21	13+890	Tubería
Toma CO-23	15+090	Tubería
Toma CO-25	15+920	Tubería
Toma CO-27	16+700	Tubería
Toma CO-29	17+410	Tubería
Toma CO-31	19+360	Tubería
Toma CO-39-COII	A definir	Tubería

4.5.3.1.13 Sistemas de evacuación de aguas pluviales

El canal a construir se ubica al borde de laderas y corta una serie de depresiones, a las que hay que darles continuidad por medio de pasos alcantarillas por debajo del canal en los casos que el nivel del canal lo permita, de lo contrario se incorporan al canal mediante un vado de concreto o se conduce por una zanja lateral al cauce más cercano. Para el diseño de este se deben calcular el caudal aportado por cada subcuenca mediante el Método Racional, para diseñar la capacidad del tipo de estructura a utilizar en cada uno de los casos.

4.5.3.1.13.1 Alcantarillas

Las alcantarillas son conductos que pueden ser de sección circulares o de marco (cuadradas o rectangulares) usualmente enterradas, utilizadas en desagües o en cruces con carreteras, pueden fluir llenas o parcialmente llenas dependiendo de

ciertos factores tales como: diámetro, longitud, rugosidad y principalmente los niveles de agua, tanto a la entrada como a la salida.

i- Criterios de diseño

- El diseño hidráulico calcula el diámetro de manera que resulte una velocidad promedio de 1,25 m/s, sólo en casos especiales la velocidad será mayor.
- La cota de fondo de la alcantarilla en la transición de entrada, se obtiene restando a la superficie normal del agua, el diámetro del tubo más 1,5 veces la carga de velocidad del tubo cuando éste fluye lleno o una relación Y/D de 80 %.
- El relleno encima de la alcantarilla es de 0,80 metros mínimo.
- Se debe de construir una transición de entrada y salida que consiste en una rampa con una inclinación máxima de 4:1.
- El talud máximo del relleno sobre la alcantarilla será de 1.5:1.
- Se construirán collarines de concreto en la alcantarilla según se indica en los planos constructivos.

En la Tabla 4 18 se muestra la ubicación y las características de cada una de las alcantarillas para el Canal Oeste Tramo II.

Tabla 4 18. Ubicación de alcantarillas en el Canal Oeste, Tramo II

Estación	Tipo	Área (ha)	Q (m³/s)
3+590	Alcantarilla	8,0	2,9
3+970	Alcantarilla	27,1	5,8
4+550	Alcantarilla	10,4	2,4
4+660	Alcantarilla	4,2	1,6
4+920	Alcantarilla	47,0	3,0
5+020	Alcantarilla	6,6	1,0
5+140	Alcantarilla	2,1	0,5
5+300	Alcantarilla	0,8	1,4
5+370	Alcantarilla	8,3	3,1
5+890	Alcantarilla	60,4	11,2
6+300	Alcantarilla	71,8	10,7
7+150	Alcantarilla	4,7	1,8
8+320	Alcantarilla	1,0	1,2
8+920	Alcantarilla	24,0	5,7
9+370	Alcantarilla	40,6	6,0
9+670	Alcantarilla	7,4	1,6
9+800	Alcantarilla	4,6	2,0
10+400	Alcantarilla	36,6	3,2
10+960	Alcantarilla	5,0	1,4
11+880	Alcantarilla	45,3	8,5
12+560	Alcantarilla	5,5	1,0
12+810	Alcantarilla	15,1	2,3
13+260	Alcantarilla	21,5	4,4
13+960	Alcantarilla	4,7	1,0
14+838	Alcantarilla	2,5	0,4

Estación	Tipo	Área (ha)	Q (m³/s)
15+040	Alcantarilla	1,0	0,5
15+370	Alcantarilla	9,2	3,7
15+440	Alcantarilla	32,2	8,8
15+740	Alcantarilla	0,9	0,3
16+00	Alcantarilla	4,3	1,0
16+30	Alcantarilla	66,2	11,6
16+280	Alcantarilla	3,8	1,6
16+450	Alcantarilla	37,0	13,2
16+900	Alcantarilla	33,5	13,5
17+250	Alcantarilla	1,7	0,4
17+480	Alcantarilla	10,3	3,8
18+400	Alcantarilla	0,1	0,0
18+540	Alcantarilla	1,7	0,4
18+600	Alcantarilla	1,0	0,3
18+800	Alcantarilla	4,4	1,1
19+480	Alcantarilla	0,4	0,1
19+550	Alcantarilla	11,5	2,4
19+630	Alcantarilla	3,0	0,6

4.5.3.1.13.2 Cunetas y zanjas laterales

Se construirán cunetas a lo largo del Canal Oeste Tramo II y Tramo III, para intersectar y desviar las aguas de escorrentía provenientes de las laderas para evitar la erosión de los taludes y el camino.

El criterio de diseño considera el área del aporte de la subcuenca, la pendiente promedio del área, el período de retorno, el tipo de vegetación, entre otros. Con el sistema se espera una evacuación pronta y precisa de los excesos de agua principalmente en aquellos puntos en donde puedan crearse acúmulos debido a la topografía natural del terreno o por efecto de la construcción de las obras.

Las cunetas serán elaboradas después de construir la red de caminos, inicialmente se efectuarán las marcas topográficas para realizar la excavación de las zanjas y se ejecutará la construcción según especificaciones técnicas.

El agua recogida por las cunetas se evacuará hacia los cauces naturales (vados).

En la Tabla 4 19 se presenta la ubicación de los vados y en la Tabla 4 20 se muestra la ubicación de las zanjas, de acuerdo con el estacionamiento del Canal. En el Anexo 4.1.2, se adjuntan los planos constructivos y el Anexo 4.2.2 la memoria de cálculo.

Tabla 4 19. Ubicación de vados en Canal Oeste, Tramos II y III

Estación	Tipo	Área (ha)	Q (m³/s)
Canal Oeste Tramo II			
6+800	Vado	2,4	1,1
7+280	Vado	5,0	0,9
7+350	Vado	1,3	1,49
7+520	Vado	5,1	1,73
10+110	Vado	10,4	2,32
11+490	Vado	5,3	0,93
11+760	Vado	0,7	0,2
11+970	Vado	4,3	0,65
12+156	Vado	0,8	0,2
12+300	Vado	0,6	0,17
12+420	Vado	5,1	0,99
12+660	Vado	26,6	5,28
12+900	Vado	4,4	2,94
13+576	Vado	11,6	1,62
14+430	Vado	28,0	3,58
14+593	Vado	23,6	3,4
17+910	Vado	0,9	5,45
18+060	Vado	4,2	0,94
18+240	Vado	15,9	4,46
19+040	Vado	1,2	0,29
19+290	Vado	0,3	0,051

Tabla 4 20. Ubicación de zanjas laterales en Canal Oeste, Tramos II y III

Estación	Tipo	Área (ha)	Q (m³/s)
2+720	Zanja	5,6	1,45
3+060	Zanja	17,5	2,78
3+310	Zanja	5,7	1,2
3+490	Zanja	3,0	0,71
3+690	Zanja	1,6	0,63
4+280	Zanja	4,7	1,77
6+390	Zanja	3,3	0,97

4.5.3.1.14 Vertedores de excedencia

Las obras de control y excedencia son estructuras que forman parte intrínseca de un canal, su función evacuar el caudal excedente. Tabla 4 21 presenta la ubicación de los vertedores de excedencias.

Tabla 4 21. Ubicación de vertedores de excedencias en el Canal Oeste, Tramos II y III

Represa			Vertedores			
Estación inicial	Estación inicial	Caudal Total del canal	Caudal a derivar	Longitud Total	Carga hidráulica de operación	Río de descarga
		m³/s	m³/s	m	m	
11+061	11+104	40,00	10,13	25,00	0,37	Quebrada Barbudal
19+659	19+702	38,00	9,72	25,00	0,36	Río Cabuyo
35+834	35+877	32,00	8,00	25,00	0,32	Río Zopilota
45+763	45+806	28,00	7,14	20,00	0,34	Río Liberia

En el Anexo 4.1.2 se adjuntan los planos constructivos y el Anexo 4.2.2 la memoria de cálculo.

4.5.3.1.15 Puentes

En un sistema de riego donde la conducción y distribución del agua se realiza a través de canales abiertos, estos se constituyen en una barrera física para el paso de humanos, animales y vehículos. En estos casos se prevé la construcción de puentes que permitan el acceso a las áreas de cultivo, donde se hace necesario el ingreso de maquinaria para las diferentes labores de labranza, tanto de preparación como de cosecha. Estos puentes se ubican principalmente a la entrada de fincas que se hayan visto afectadas por las obras, cruces de caminos existentes, así como en la red de caminos que servirá para la operación y mantenimiento del sistema.

En la Tabla 4 22, se presentan la ubicación y características de los puentes para el Canal Oeste tramos II y III y en el Anexo 4.1.2 se adjuntan los planos constructivos.

Tabla 4 22. Ubicación de puentes en los tramos II y III

Puentes	Estación	Longitud (m)	Elev. Losa	Coord X	Coord Y	Ancho(m)	Tipo
Canal Oeste Tramo II							
1	2+400	23.20	29.300	359428,13	1154064,71	4.50	una vía
2	4+354	21.80	28.814	358202,67	1152910,27	4.50	una vía
3	5+884	21.80	28.738	356842,51	1153025,67	4.50	una vía
4	6+934	21.80	28.686	355919,27	1153290,68	4.50	una vía
5	12+146	21.30	28.079	352087,21	1155374,24	4.50	una vía
6	14+979	21.30	27.935	350420,58	1156936,01	4.50	una vía
7	15+862	25.90	27.890	350092,33	1157641,84	4.50	una vía
Canal Oeste Tramo III							
	Estación	Longitud(m)	Elev. Losa	Coord X	Coord Y	Ancho(m)	Tipo
8	20+440	20.85	27.106	348664,34	1160672,49	8,00	dos vías
9	23+340	20.85	27.001	346596,82	1159534,16	4.50	una vía
10	25+470	20.05	26.679	346062,41	1160697,32	4.50	una vía
11	27+880	20.05	26.214	344228,47	1160940,85	4.50	dos vías
12	29+800	20.05	26.118	342422,39	1161375,31	4.50	una vía
13	35+600	35.00	25.828	339571,51	1162053,72	4.50	una vía
14	38+820	20.05	25.486	336787,93	1161702,93	4.50	una vía
15	41+430	20.05	25.354	335526,68	1163716,13	4.50	una vía
16	43+785	35.00	24.925	333709,62	1165040,33	4.50	una vía
17	44+750	20.05	24.877	332838,8	1164934,65	4.50	una vía
18	46+950	20.05	21.394	330754,74	1165044,22	4.50	una vía
19	48+015	19.10	24.339	329776,11	1164617,65	4.50	una vía
20	48+537	19.10	24.412	329298,17	1164407,99	4.50	una vía
21	49+380	19.10	24.268	328526,1	1164069,29	4.50	una vía
22	50+293	18.25	23.796	327974,6	1163503,66	8,00	dos vías
23	50+647	18.25	23.778	328042	1163157,22	8,00	dos vías
24	51+020	18.25	23.760	327981,25	1162800,66	8,00	dos vías
25	52+138	19.10	23.451	327255,31	1162124,74	4.50	una vía
26	52+885	18.25	23.375	327105,99	1161396,01	8,00	dos vías

4.5.3.1.16 Red de caminos

Para la operación y mantenimiento de todas las obras, tanto el Canal Oeste Tramos II y III, contarán con un camino de servicio.

El ancho de calzada será de 4,50 metros, revestido con una subbase expuesta de un espesor de 0,20 metros, esto previendo el tránsito de maquinaria pesada. Se propone una red de caminos que cubra toda el área de riego y de esta forma asegurar el acceso a toda la infraestructura de riego para una eficiente operación y mantenimiento del sistema.

4.5.3.1.17 Estructuras menores

Para la conducción, medición, regulación y manejo del agua, es necesaria la construcción de una serie de estructuras que permitan una operación adecuada del sistema como derivaciones, tomas de parcela y cunetas. También se requieren estructuras que cedan el paso a los animales a lo largo del canal principal.

4.5.3.1.18 Obras de toma parcela

Es una estructura especial que permite entregar y medir el agua a utilizar por el usuario del servicio de riego.

Las áreas de dominio de riego serán abastecidas a través de una toma a puerta de finca, esta toma se diseña de acuerdo con el caudal a entregar, con la premisa de que a nivel parcelario se utilizará el método de riego por gravedad.

La Tabla 4 23 se ubican las tomas de parcela existente en el Canal Oeste tramo II que deben reubicarse con la construcción del nuevo canal, además se incluyen las tomas nuevas en el Tramo III y en el Anexo 4.1.2 se adjuntan los planos constructivos y el Anexo 4.2.2 la memoria de cálculo.

Tabla 4 23. Ubicación de tomas de parcela en el Canal Oeste, Tramos II y III

Estacionamiento	Caudal (m ³ /s)	Tipo
Canal Oeste Tramo II		
2+900	0,04	Tubería
4+340	0,04	Tubería
5+670	0,15	Tubería
6+400	0,04	Tubería
6+640	0,30	Tubería
6+860	0,40	Tubería
7+830	0,04	Tubería
8+410	0,04	Tubería

13+660	0,04	Tubería
14+260	0,04	Tubería
15+480	0,04	Tubería
15+950	0,04	Tubería
18+440	0,04	Tubería
18+790	0,04	Tubería
18+890	0,04	Tubería
19+690	0,50	Tubería
19+720	0,04	Tubería
Canal Oeste Tramo III		
Finca Pelón de la Bajura	3,00	Concreto
Ingenio Catsa	1,50	Concreto
Ingenio Azucarera el Viejo	3,00	Concreto
Ingenio Catsa	1,50	Concreto
Finca Cerritos	0,50	Concreto

4.5.3.1.19 Pasos de fauna

Para evitar la fragmentación y pérdida de conectividad entre las áreas aledañas al canal se debe colocar pasos de fauna tanto terrestres como aéreos.

En el caso de los pasos terrestres, se recomienda estructuras tipo puente de concreto de 4 metros de ancho y preferiblemente con una capa de sustrato natural (tierra) sobre la losa.

Los pasos aéreos se deben colocar en sitios con cobertura vegetal a ambos lados de manera que las especies se mantengan dentro de su ambiente natural, se recomienda pasos tipo escalera de mecate, las cuales son elaboradas con mecate sintético verde de 25 mm grosor. Las estructuras de soporte de cada puente deberán ser postes y las escaleras deben de estar ancladas a los árboles (Tabla 4 24).

Se deben de incluir al menos 4 puentes en el Canal Oeste Tramo III entre el río Salto y el Río Liberia. La ubicación específica de cada uno queda a criterio del biólogo de planta.

Respecto al Canal Oeste tramo II, se deben mantener y mejorar los pasos actuales y se debe construir uno nuevo aproximadamente a 600 metros aguas abajo de la presa, ya que comunicaría el bosque ripario de río Piedras con la zona de reforestación aledaña al Embalse en la franja de conectividad propuesta. Los demás pasos tipo puente quedan sujetos a criterio del biólogo de planta. En el Anexo 4.1.2 se adjuntan los planos constructivos.

Tabla 4 24. Ubicación de pasos de fauna en el Canal Oeste, Tramos II y III

Pasos de fauna Canal Oeste Tramo II	
Estación	Tipo de paso de fauna
4+800	Aéreo
4+340	Terrestre
6+950	Aéreo
6+920	Terrestre
15+800	Aéreo
15+600	Terrestre
Pasos de fauna Canal Oeste Tramo III	
21+100	Aéreo
21+200	Terrestre
25+460	Aéreo
25+480	Terrestre
31+960	Aéreo
31+800	Terrestre

4.5.3.1.20 Estructuras de medición

4.5.2.6.20.1 Medición en Canales abiertos

Es necesario construir estaciones de aforo a lo largo del canal en sitios de interés técnico-operativo para cuantificar la oferta hídrica. Serán estaciones hidrométricas con instrumentación automatizada que permitirá registrar caudales según las variaciones del flujo en tiempo real.

Cada estación deberá contar con una fuente de poder (panel solar y batería recargable), unidad operativa (almacenador de datos y sensores de profundidad-velocidad) y dispositivo de comunicación (módem de transmisión).

La batería recargable será alimentada por el panel solar, la cual suministrará electricidad al almacenador de datos y al módem de transmisión, el primero, es capaz de procesar los datos obtenidos por los sensores y realizar los cálculos necesarios, mientras que el segundo, enviara la información vía red celular hasta un servidor. Las estaciones hidrométricas automatizadas estimarán el caudal midiendo la velocidad y el nivel del agua en una sección transversal definida.

La automatización de las estaciones permitirá tener continuidad y trazabilidad de los datos, reduciendo el tiempo y los errores por factores humanos, en caso, de realizarse los aforos de la forma convencional, sin embargo, requieren de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para atender fallas mecánicas y electrónicas.

En la Tabla 4 25 se muestra la ubicación de las estaciones de aforo a lo largo del Canal Oeste desde la PMPD hasta la margen derecha del río Tempisque en la localidad de Palmira donde inicia la red de distribución. La ubicación de las estaciones hidrométricas, está en función de los sitios en los que se requiere disponer de información y control del caudal. En el Anexo 4.1.2 se muestra en detalle las características técnicas de los equipos propuestos para la instalación.

Tabla 4 25. Ubicación de estaciones de aforo Canal Oeste Tramos I, II y III

Ubicación	Estación	Tipo
Canal Oeste Tramo I		
Inicio canal del Sur	-	Canal abierto
Inicio Canal Oeste I	-	Canal abierto
Sifón tenorio	-	Canal abierto
Sifón Río Blanco	-	Canal abierto
Sifón Villa Vieja	-	Canal abierto
Entrada Embalse Río Piedras	-	Canal abierto
Canal Oeste Tramo II		
Salida Embalse Río Piedras	0+000	Canal abierto
Toma Falconiana	1+500	Canal abierto
Toma Tamarindo	2+100	Canal abierto
Canal Oeste Tramo III		
Toma Pelón	23+825	Canal abierto
Toma Catsa	31+525	Canal abierto
Toma El Viejo	43+425	Canal abierto
Zopilota	35+850	Canal abierto
Liberia	45+625	Canal abierto
Tempisque (Palmira)	50+100	Canal abierto
Finca Cerritos	48+440	Canal abierto

4.5.2.6.20.2 Medición en tuberías

Es necesario instalar hidrómetros electromagnéticos en los canales secundarios que han sido entubados con el fin de estimar los caudales derivados en tiempo real.

Cada hidrómetro deberá contar con una batería de alimentación, unidad operativa (almacenador de datos, electrodos, pantalla) y módulo de comunicación (transmisión vía GSM/GPRS con antena remota o descarga a PC).

Los diámetros nominales de la tubería varían de los 250 y 600 mm, por lo que el cuerpo del hidrómetro debe adaptarse a las dimensiones descritas. El hidrómetro estima el caudal activando el campo magnético del sensor, el cual evalúa las señales de los impulsos recibidos por la velocidad de las partículas presentes en el flujo que pasan por una sección previamente definida.

En la Tabla 4 26 se muestra la ubicación de aforo en tubería para el Canal Oeste, Tramos II y III.

Tabla 4 26. Ubicación de las estaciones de aforo en tubería Canal Oeste Tramo II

Estacionamiento	Caudal (m ³ /s)	Tipo
Canal Oeste Tramo II		
2+900	0,04	Tubería
4+340	0,04	Tubería
5+670	0,15	Tubería
6+400	0,04	Tubería
6+640	0,30	Tubería
6+860	0,40	Tubería
7+830	0,04	Tubería
8+410	0,04	Tubería
13+660	0,04	Tubería
14+260	0,04	Tubería
15+480	0,04	Tubería
15+950	0,04	Tubería
18+440	0,04	Tubería
18+790	0,04	Tubería
18+890	0,04	Tubería
19+690	0,50	Tubería
19+720	0,04	Tubería
Canal Oeste Tramo III		
Finca Pelón de la Bajura	3,00	Concreto
Ingenio Catsa	1,50	Concreto
Ingenio Azucarera el Viejo	3,00	Concreto
Ingenio Catsa	1,50	Concreto
Finca Cerritos	0,50	Concreto

4.5.3.1.21 Método constructivo

El método constructivo a seguir para un canal abierto de concreto está descrito con la experiencia generada por Senara en los últimos 33 años, con la que se ha logrado una eficacia en el uso de materiales y mano de obra.

Deberá contar con los siguientes procesos y recomendaciones:

- Limpieza del área de trabajo, removiendo la capa vegetal y los obstáculos naturales que dificulten el proceso constructivo.

- Descapote y conformación de terrazas, verificando el alineamiento vertical y horizontal según lo establecido en los planos.
- Posterior al descapote se construirá el canal auxiliar para proporcionar el suministro de agua a los actuales usuarios durante el proceso constructivo en el canal Oeste tramo II, evitando filtración para controlar la humedad hacia el canal nuevo a construir.
- Ya disponiendo de un canal auxiliar se procederá con el trazo del canal nuevo verificando las características geométricas, trazando el eje del canal, la base inferior y superior.
- La excavación se empezará por la parte central manteniendo durante la excavación el ancho de la base del canal hasta la profundidad especificada en planos, luego se excavan los taludes desde la base inferior.
- Se procede a ubicar las estructuras como puentes, sifones, vertedores de excedencias, derivaciones y alcantarillas para comenzar con el proceso constructivos de cada de ellas en conjunto con la construcción del Canal Oeste Tramo II.
- Se deberá emplantillar cada 10 metros en tramos rectos y cada 5 metros en tramos curvos, teniendo en cuenta la pendiente del terreno, las maestras se colocarán en cada plantilla, estas deben de ser alineadas, escuadradas con respecto al eje del canal y aplomadas. Posteriormente se colocarán maestras intermedias cada 2,5 metros chequeado niveles. Las maestras y el emplatinado se deberá remover después de 24 horas a partir de la colocación del revestimiento.
- El revestimiento consiste en colocar una capa de concreto Fc: 210 kg/cm², al piso y paredes laterales del canal, formando un espesor uniforme y pulido.
- Se deberá curar el concreto controlando la perdida de humedad. Se dejarán juntas de concreto en los lugares donde se removieron las maestras.

4.5.3.1.21.1 Alcantarillas

- Una vez localizado el sitio, se realiza el replanteo y se demarca la ubicación según planos.
- Se realiza el descapote y limpieza, se excava la capa de tierra vegetal y el retiro de material inadecuado hasta el espesor indicado por los diseños.
- Se realiza la excavación necesaria hasta alcanzar los niveles indicados en los planos constructivos.
- Luego se procede a la construcción de una cama en concreto simple con el objeto de emparejar las superficies sobre las cuales se cimentarán las estructuras. La extensión y el espesor del sello de concreto se indican en los planos constructivos.
- Instalación de tubería circular de concreto reforzado, debe respetar los alineamientos, cotas y pendientes indicados en los planos. La tubería se colocará mientras el concreto esté fresco, en forma ascendente, comenzando por el lado de salida y con los extremos acampanados o de ranura, dirigidos hacia aguas arriba.
- Las juntas de los tubos deberán ser humedecidas completamente antes de hacer la unión con mortero. El mortero para las juntas de la tubería deberá estar constituido por una (1) parte de cemento Portland y tres (3) partes de arena,

medidas por peso en estado seco. El interior de la junta deberá ser limpiado y alisado.

- Luego se realiza el atraque para la tubería en concreto simple con mezcla de cemento – cascajo, en proporción de 1:5. El atraque se debe realizar hasta nivel de corona de tubo.
- Una vez el atraque haya curado suficientemente se efectuará el relleno de la zanja de acuerdo con los diseños y con las recomendaciones de la interventoría.
- Los cabezales y/o cajas de entrada y salida de agua, se construirán según diseño y se pagarán con los ítems de concreto, acero de refuerzo y excavaciones estructurales.

4.5.3.1.21.2 Puentes

- Para construir los puentes, se marcan en el sitio y los niveles de excavación requerido para colar las placas de fundación, y luego se inicia la construcción de las columnas y la viga pedestal. Se construyen las vigas sobre la obra falsa, la losa se construye apoyando las formaletas en las propias vigas, finalmente se detallan las barandas.

4.5.3.1.21.3 Sifones Invertidos

- Se realiza el replanteo, se demarca la ubicación donde se construirá por medio de estacas o piquetes, las cuales son instaladas por la cuadrilla de topografía.
- Se ejecutan las obras de desvíos de aguas del cauce procurando hacer el trabajo en época seca.
- Se realiza el descapote y limpieza, eliminando la capa de tierra vegetal y se retira el material inadecuado hasta el espesor indicado en los diseños.
- Ejecución de los trabajos de excavación necesarios alcanzando los niveles de profundidad máximos indicados en los planos constructivos.
- Se colocan los ductos según el alineamiento de diseño y se verifican los puntos donde se deben de colar los soportes.
- Relleno de tuberías hasta el nivel de planta terminado.
- Se construyen las estructuras de transición hasta el nivel establecido en planos y se instalan las rejillas de entrada y salida y afinando detalles.

4.5.3.1.21.4 Represas

- Se realiza la localización y replanteo identificando el sitio y se demarca la ubicación donde se construirá por medio de estacas o piquetes, las cuales son instaladas por la comisión de topografía.
- Comienzan los trabajos de corte y rellenos estructurales donde se va a ubicar.
- Con siguiente se trabaja en el armado de los dientes que evitan un socavado por debajo de la presa.
- Se realiza el armado de la losa superior para posteriormente seguir con el colado de los dientes y losa.

- Posterior mente se trabaja en armado, colado de los muros laterales, como en la estructura de los vertedores de excedencia.
- Se instalan las compuertas radiales y sistema de visaje mecánico compuertas y barandas.

4.5.3.1.21.5 Tomas de parcela

- Se realiza la localización y replanteo identificando el sitio y se demarca la ubicación por medio de estacas o piquetes, las cuales son instaladas por la cuadrilla de topografía.
- Se realiza el descapote y limpieza, donde se elimina la capa de tierra vegetal y retiro de material inadecuado hasta la profundidad indicado en los planos constructivos.
- Ejecución de los trabajos de excavación necesarios alcanzando el nivel indicado en los planos constructivos.
- Luego se procede a la construcción de una cama en concreto pobre con el objeto de emparejar las superficies sobre las cuales se va a cimentar la estructura y obtener el piso adecuado para el trabajo de construcción. La extensión y el espesor de los rellenos o sellos de concreto pobre serán indicados en los planos.
- Armado y encofrado de la estructura según se establece en los planos.
- Instalación de tubería circular de acuerdo con los alineamientos, cotas y pendientes indicados en los planos. La tubería se colocará después de compactada la cama de material granular a sustituir.
- Se procede al colado de la obra de toma siguiendo las recomendaciones propuestas en especificaciones técnicas para el colado del concreto en sitio.
- Instalación de las compuertas radiales y el mecanismo de medición propuesto.

4.5.3.1.21.6 Red de caminos

- Se hace el replanteo de los caminos utilizando estacas o piquetes, las cuales son instaladas por la cuadrilla de topografía.
- Transporte y colocación de material selecto, se colocan en capas uniformes de máximo 0,20 metros a lo largo del camino hasta obtener los espesores y anchos establecidos en planos y en las especificaciones técnicas.
- El material selecto se compacta en condiciones de humedad óptima empleando un rodillo liso vibratorio hasta lograr un 95% de la densidad máxima dada por el ensayo Proctor Modificado o hasta una densidad relativa mínima de 80 %. Generalmente es necesario aplicar riego para lograr la humedad óptima del material. El rodillado se hace partiendo por los bordes y siguiendo hacia el centro de la calzada, traslapando las franjas un mínimo de 30 centímetros.
- Se prepara la subrasante. Antes de colocar el material, se perfila la subrasante con motoniveladora dejando un perfil transversal bombeado y luego se compacta con rodillo pata de cabra o liso de peso estático no inferior a 5,5 toneladas. La compactación se efectúa a humedad óptima, procediendo a regar si fuere necesario, hasta alcanzar como mínimo el 95% de la densidad máxima determinada por ensayo Proctor Modificado.

4.5.3.1.21.7 Cunetas

Se conformará el terreno de apoyo excavando o llenando hasta el nivel indicado para cumplir con la pendiente, dimensiones y diseño señalados en el plano. Todo el material inadecuado será retirado y sustituido por un material granular apropiado, previamente aprobado por la inspección. El material de apoyo o base, se compactará dando un acabado fino y firme a la superficie, según lo indicado en planos y especificaciones técnicas.

4.5.3.1.21.8 Estabilización de taludes

Se deberá limpiar la parte superficial del talud, ya teniendo el área preparada se le colocará una capa delgada de concreto pobre, después se colocará la malla de refuerzo, seguido de los anclajes incluyendo la inyección, se procede a colocar el concreto lanzado y por último el tensado de los anclajes.

4.5.3.1.21.9 Cerca perimetral

Se procede a trazar la línea del lindero colocando los postes de concreto cada 2 m de distancia y 4 hiladas de alambre de púas.

4.5.3.1.22 Presupuesto de obra Canal Oeste Tramos II y III

En la Tabla 4 27 se muestra un resumen de los costos de la construcción de las obras del Canal Oeste Tramo II y III. El monto total estimado de las obras es de

US\$ 101.813.932,26. En el Anexo 4.3.2 se presenta el desglose el presupuesto detallado de cada uno de los rubros indicados en la Tabla 4 26.

Tabla 4 27. Presupuesto global del Canal Oeste, Tramos II y III

Renglón	Rubro	Monto (US\$)
1	Movimiento de Tierra	27.789.271,14
2	Concretos y tuberías	58.494.553,93
3	Caminos	1.990.829,80
4	Compuertas	85.816,68
5	Compuertas radiales	2.280.635,56
6	Sifones	8.696.144,73
7	Medidores de Caudal	437.190,00
8	Pasos de fauna	59.330,40
9	Estación de bombeo Tempisque	1.980.160,02
MONTO TOTAL		101.813.932,26

4.5.3.1.23 Operación y mantenimiento Canal Oeste Tramos II y III

4.5.3.1.23.1 Mantenimiento

El mantenimiento de un sistema de riego y drenaje es el conjunto de actividades y acciones planeadas con el propósito de conservar en condiciones óptimas de servicio la infraestructura hidráulica, equipos e instalaciones del sistema de riego y drenaje conforme a sus características de diseño. Implica realizar acciones de prevención y la necesidad de reparar, reemplazar o construir nuevas obras e instalar nuevos equipos.

El mantenimiento adecuado, oportuno y permanente del sistema de riego y drenaje expresa la responsabilidad del Senara ante los usuarios, ya que es ejecutado, con la contribución económica de los mismos, mediante el pago de tarifas por el uso de agua. Los presupuestos anuales incluirán obligatoriamente las partidas genéricas y específicas para llevar a cabo el mantenimiento de la infraestructura de riego y drenaje.

Las necesidades de conservación se pueden ir identificando en cualquier momento. El personal encargado del mantenimiento debe recorrer la red hidráulica e identificar las necesidades de mantenimiento en forma rutinaria.

El mantenimiento y reposición de estructuras y obras debe programarse para ser efectuado durante el período de más baja demanda de agua, o cuando sea posible interrumpir el riego por períodos cortos, evitando interrupciones prolongadas en el servicio de riego.

i. Plan de mantenimiento de Canal Oeste, Tramos II y III

El plan de mantenimiento es el instrumento técnico-administrativo que orienta la ejecución del conjunto de actividades y acciones que, en forma periódica o

extraordinaria, deban efectuarse en el sistema de riego y drenaje. Su finalidad es mantener en condiciones de operatividad y en buen estado de conservación y funcionamiento tanto las estructuras civiles como los equipos hidro-electro-mecánicos del sistema de riego y drenaje, así como satisfacer las diversas necesidades de demanda de agua de riego, tomando en cuenta el momento más oportuno y los menores costos.

Las actividades de mantenimiento que se tomaron en cuenta para el Canal Oeste II y III se describen a continuación:

a) Control de malezas

El control de malezas se realiza de forma mecánica (chapia), control químico o la combinación de ambas que resulta ser la mejor fórmula para el mantenimiento de los canales ya que disminuye la frecuencia. El monto estimado es de US\$ 41.408,28 por año.

b) Mantenimiento de obras de concreto

i. Alcantarillas

Las alcantarillas son las obras que controlan el agua de escorrentía, por tanto, se deben mantener limpias principalmente al inicio de cada época lluviosa, dentro del mantenimiento se incluye la limpieza del acceso y salida de las mismas, además la reparación de las escolleras de la entrada y salida.

ii. Tomas y Represas

Se incluye volumen de reposición de concreto estimado por año para la reparación o reubicación de alguna toma de parcela o canal. Además, se prevé la construcción de alguna toma adicional por el cambio en el padrón de usuarios. El monto estimado es de US\$ 31.060,34 dólares por año.

iii. Sifones

Limpieza de rejillas:

Al ser un canal abierto esta propenso a ser contaminado con diversos tipos de materiales que son atrapados en las parrillas de entrada de estas estructuras lo disminuye la capacidad hidráulica. Dentro del mantenimiento se prevé una cuadrilla de limpieza de las mismas durante todo el año. Para este rubro se presupuesta un monto de US\$ 11.917,00 al año.

Inyección de Cemento:

En los elementos de concreto normalmente durante los primeros años de operación se

presentan pequeñas filtraciones por lo que es necesario hacer inyecciones de lechadas de cemento para sellar completamente las fugas, para este caso se estimó un rubro para el año 1 y el año 3 después de la puesta en operación para valorar los sifones y de ser necesario hacer la intervención. El monto estimado es US\$ 65.517,24 en el año 1 y US\$ 32.758,62, en el año 3, para un total de US\$ 98.275,86 para ejecutar en los primeros 3 años.

iv. Mantenimiento de estructuras metálicas

Compuertas Radiales

Engrase:

Las compuertas radiales tienen cadenas para el izaje que se deben engrasarse al menos una vez al mes, como mantenimiento preventivo para una mejor operación de las mismas, para este rubro se presupuesta US\$ 662,07 al año.

Pintura de compuerta:

A partir del tercer año se debe iniciar con el mantenimiento de la pintura de las compuertas radiales para lo cual se debe contemplar la pintura total de las mismas, haciéndole un tratamiento de limpieza del óxido y pintura por medio de “sandblaster”, para luego aplicar la pintura. El monto estimado es de US\$ 15.517,24 por año a partir del año 3.

Sustitución de cables:

De acuerdo a la vida útil de los cables que son empleados para el izaje de las compuertas radiales, estos se deben sustituir cada 2 años. El monto estimado es de US\$ 331,03 dólares por año.

v. Mantenimiento de mecanismos electrónicos

Consiste en un mantenimiento preventivo de todos los dispositivos electrónicos de los sistemas de izaje principalmente (motor, panel de control, entre otros). El monto estimado es de US\$ 2.758,62 por año.

Sustitución de empaques

De acuerdo a la vida útil del empaque que se utilizan para el sellado entre la compuerta y la estructura de concreto, esto se deben sustituir cada 5 años, por tanto, el presupuesto estimado para este rubro es de US\$ 8.827,59 cada 5 años.

Compuertas deslizantes

En las compuertas deslizantes de las tomas de entrega y canales secundarios, se debe dar mantenimiento al tornillo sinfín del sistema de izaje. Dentro de los costos de mantenimiento del canal se incluyen un monto de US\$ 1.965,52 al año para limpieza y engrase de los tornillos, US\$ 1.896,55 para la pintura de hojas de compuertas que por lo general están sumergidas, US\$ 1.163,79, para el cambio y reparación de hojas de las compuertas. En total para este rubro se contempla US\$ 5.025,86 por año.

vi. Mantenimiento de caminos

Limpieza de cunetas

Esta labor consiste en la reconstrucción de las cunetas que recogen el agua de escorrentía, la cual se realiza con máquina motoniveladora una vez al año, a lo largo de los 55 kilómetros, en una cantidad estimada de 25 kilómetros por año, con un costo de US\$ 23.706,79 por año.

Mantenimiento de berma derecha

El canal tiene una berma de 4 m de ancha en toda su longitud para labores operativas y de mantenimiento que es necesario darle un conformado y limpieza de las cunetas. Esta labor tiene con costo estimado de US\$ 47.413,79 por año.

Limpieza de vados

A estas estructuras se estima que una vez al año se debe dar un mantenimiento preventivo que consiste en limpiar la maleza que hay en los alrededores, sellar grietas, de forma global se ha estimado esta labor en el monto de US\$ 1.206,90 por año.

Conformado de camino

El mantenimiento de camino comprende la conformación de la superficie de ruedo con máquina motoniveladora sobre aquellos tramos que lo requieran, por lo que se estima la intervención anual en tramos de 12 kilómetros, es necesario realizar esta intervención con el fin de evitar daños mayores por el paso de los equipos que van a realizar labores de operación y mantenimiento. Esta labor se ha estimado en un monto de US\$ 124.137,93 por año.

Bacheo de camino

Consiste en la colocación de material selecto sobre la superficie de ruedo de los caminos en los sitios donde se encuentre dañada la calzada, esta labor se ha estimado en un monto de US\$ 248.275,86 por año.

Reconstrucción de camino

La reconstrucción de camino consiste en la reposición de tramos de camino dañados por eventos extraordinarios. Esta labor se ha estimado en un monto de US\$ 465.517,24 dólares por año.

vii. Presupuesto de mantenimiento

En este Apartado se presenta, mediante la Tabla 4 28, el presupuesto correspondiente al mantenimiento del Canal Oeste, Tramos II y III, para el primer quinquenio, en el Anexo 4.3.2 se presenta el presupuesto total para el horizonte de evaluación del proyecto.

Tabla 4 28. Presupuesto de mantenimiento del Canal Oeste, Tramos II y III (quinquenio 1)

ACTIVIDADES/AÑOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Control de malezas	41.408,28	41.408,28	41.408,28	41.408,28	41.408,28
Mantenimiento de obras de concreto	100.710,34	42.977,59	72.606,90	31.339,66	28.210,34
Mantenimiento de estructuras metálicas	3.274,14	3.605,17	23.446,55	23.777,59	32.791,38
Mantenimiento de mecanismos electrónicos			2.758,62	2.758,62	2.758,62
Mantenimiento de caminos	23.706,90	72.327,59	421.034,48	397.327,59	862.844,83
TOTALES	169.099,66	201.726,90	602.663,10	538.020,00	1.009.421,72

Ver detalle en Anexo 4.3.2

4.5.3.1.23.2 Operación

La operación en general se puede definir como el manejo de las estructuras hidráulicas, de control y medición, así como de las estaciones hidrométricas y el análisis de los registros correspondientes. Para ejecutar todas las actividades que comprenden la operación es necesario prever y planificar además de la distribución del agua, la medición, control y monitoreo y registro y estadística de la información registrada.

Se debe contar con las herramientas técnicas como el padrón de usuarios, inventario de la infraestructura de riego, plan de siembras y plan de riego (demanda) para planificar el uso del agua con base a la disponibilidad de agua (oferta).

Planificar los turnos de riego, llevando el control del agua entregada en las tomas principales y laterales, con el fin de tomar las medidas correspondientes y garantizar la entrega a los usuarios que se encuentren al día en el pago de la tarifa de riego, de acuerdo con el plan de operación.

Para estas labores se debe contar con tres funcionarios con grado académico de al menos bachiller en ingeniería agrícola o agronomía.

Dentro de los costos se contempla equipo de transporte, equipo de comunicación, cargas sociales, pólizas, entre otras. En la Tabla 4 29 se presenta un detalle del presupuesto anual estimado para esta actividad.

Tabla 4 29. Presupuesto de operación anual del Canal Oeste Tramo II y III

Actividades/año	Total/año US\$
Canaleros	16.882,23
Profesional Especialista	85.925,68
Coordinador	18.267,32
Horas extra canaleros	739,00
Subtotal mano de obra	121.814,22
Cargas Sociales	41.831,00
Aguinaldo	10.147,12
Vacaciones	4.665,48
Cesantía	6.602,33
Póliza de Riesgos	6.005,44
Subtotal cargas	69.251,38
Transporte	15.127,45
Equipo Comunicación	931,03
Candados	6.206,90
Herramientas menores	1.241,38
Subtotal gastos operativos	23.506,76
Totales gastos operación	214.572,36

4.5.4 Red de distribución en la margen derecha del río Tempisque

Es la red de canales abiertos y tuberías que distribuirán el agua en toda el área de influencia del proyecto en la margen derecha del río Tempisque hasta puerta de finca de cada una de las propiedades beneficiadas, el Canal Oeste entregará el agua a la margen derecha en la coordenada aproximada 327089,14, 1161281,98, en el sector de Palmira de Carrillo, en este punto se conduce un caudal de 20 m³/s.

Este caudal incluye 1,5 m³/s para riego de zonas turísticas, una reserva de 2 m³/s para agua potable y 16,5 m³/s para riego agropecuario según el planteamiento del proyecto.

En este Apartado se definirán los elementos y parámetros de diseño relacionados con la red de distribución, indicando los puntos de entrega de agua potable y agua para riego en zonas turística, se dará un mayor enfoque en la red de distribución del agua para riego agropecuario.

4.5.4.1 Topografía

La topografía de la zona se caracteriza por ser de una condición de planicie; para la delimitación del área de riego en la margen derecha del río Tempisque se tomaron en consideración dos aspectos básicos como son, área que estén por debajo de la cota 30 ms.n.m. y una pendiente menor al 15%. Resultado de estos condicionantes, se identificó un área de aproximadamente 33.900 hectáreas, esta se ubica desde el punto de vista político en los cantones de Carrillo, Santa Cruz y Nicoya.

El comportamiento topográfico también influye directamente en la propuesta del trazo de la red distribución, el trazo de los canales inicia en la estación 51+630 del Canal Oeste a una elevación media de 21,5 ms.n.m. A partir de este sitio, se propone un trazo siguiendo una pendiente de 1/10000 para la red primaria y entre de 2/10000 a 5/10000 para la red secundaria y terciara, la sección transversal de los canales varía según el caudal que conduce, el dimensionamiento de la red se detalla en el siguiente Apartado.

Se procedió a recopilar información topográfica de la zona en el IGN que cuenta con datos de información en tres dimensiones (X,Y,Z) de puntos sobre toda el área de influencia de Paacume, a partir de estos datos se delimito el área de influencia del proyecto y se procedió a crear un mapa de curvas de nivel (Anexo 4.1.3.5) del área de interés con el cual se ajustaron los trazos propuestos de los canales lo que a la vez permitió identificar las propiedades que se iban a ver beneficiadas con agua para riego según su ubicación con respecto a los trazos de la red. Es importante mencionar que de la información topográfica del IGN no se podía obtener información de los fondos de cauces naturales, por lo que estos puntos previamente definidos se midieron en campo.

Además, en toda la zona de influencia fueron ubicados mojones en puntos estratégicos que permitieran servir como puntos de referencia para levantamiento o replanteos posteriores. En el Anexo 4.2.3.1 se muestran los datos de los mojones mencionados. Todo este conjunto de información topográfica, permitió generar un plano digital básico, para diseñar las obras de Ingeniería de la red de distribución, y establecer los volúmenes de obras requeridos.

En los próximos párrafos, para una mejor ubicación espacial, cuando se haga referencia a un lugar específico del proyecto se hará referencia a las coordenadas de la Proyección Transversal de Mercator de Costa Rica (CRTM05).

4.5.4.2 Tenencia de la tierra

Con el propósito de identificar las propiedades que serán impactadas por la red de distribución se realizó un montaje digital de información topográfica y catastral, generando un plano general de tenencia de la tierra, con la identificación de propiedades, propietarios, datos registrales y datos de las áreas que serán utilizadas para las obras de ingeniería de la red de distribución.

Es importante mencionar que a cada propiedad involucrada en el proyecto se le asignó un número de identificación que es el número del expediente en donde se almacenará en físico la documentación registral de cada propiedad, además de documentos de interés que se vayan generando a lo largo del tiempo. La forma de identificación está hecha por cada cantón (Carrillo, Santa Cruz y Nicoya) donde se le asigna un número entero a cada expediente seguido de dos letras que hacen referencia al cantón al que pertenecen, a los de Carrillo les corresponde las letras CA, a los de Santa Cruz las letras ST mientras que a los de Nicoya serían las letras NC. En el Anexo 4.2.3.2 se encuentra la base de datos de las propiedades que se generó de los estudios registrales. Con toda esta información se realizó el montaje de un plano digital el cual se ubica en el Anexo 4.1.3.6.

Según el trazo de los canales propuestos se afectan alrededor de 956 propiedades con anchos de franja que varían desde 50 hasta 10 metros según la sección transversal del canal en cada trayecto, de esta manera se estima que el área necesaria de adquirir para alojar los canales es del orden de 380 hectáreas, para lo cual se ha estimado un valor de US\$ 15.973.705,36, con base en los valores zonales establecidos por cada municipio.

En lo que respecta a riego, en la margen derecha del río Tempisque, que corresponde a la zona de la red de distribución, se cuenta con 746 propiedades a las cuales se les brindará el servicio de riego. El 80 % de estas propiedades corresponde a fincas menores a 50 hectáreas.

Es importante mencionar que el canal pasará por propiedades que no serán beneficiarias de riego ya que por su ubicación respecto al canal no cumplen con el área mínima regable que contempla Paacume que es de 2 hectáreas.

4.5.4.3 Método de entrega de agua al usuario

Para Paacume se ha planteado la entrega volumétrica por unidad de área, el cual depende de dos parámetros como son, el área efectiva regable y el coeficiente de distribución a finca.

Según el análisis de oferta de agua en Paacume, el caudal disponible para riego agrícola es de 16,5 m³/s, con el cual se pueden abastecer aproximadamente 18.639 hectáreas, inmersas en un área de 33.900 hectáreas que tiene condiciones potenciales de ser regadas. Esta condición establece que no es posible llevar el riego al 100% del área ni al 100 % de las fincas. Ante esta situación, se analizaron dos alternativas de distribución, como son, distribución proporcional y distribución equitativa.

El concepto de distribución proporcional plantea la condición de distribuir las 18.639 hectáreas posibles de regar entre el área potencial (33.900 hectáreas), esto establece que la proporción de riego es de 0,55, es decir, que de cada finca se podría regar proporcionalmente el 55 % del área total. Esta situación conlleva a que fincas pequeñas, del orden de 15 hectáreas o menores, el área que puedan poner bajo

producción sería muy poca para poder garantizar una actividad económicamente sostenible y rentable.

Para el caso de una distribución equitativa, se plantea una relación inversa entre área de la finca (área potencialmente regable) y el área a dotar de riego, esto se refiere que a menor tamaño de la finca le correspondería una mayor dotación de riego.

Importante mencionar que, aunque se tiene proyectado para la etapa inicial del proyecto poner 17.000 hectáreas bajo riego, se estima que luego del tercer año de operación cuando ya los usuarios hayan depurado las técnicas del manejo de riego en sus fincas se planea que el área cubierta con riego pueda aumentar hasta 18.639 hectáreas en total siempre con el mismo caudal de 16,5 m³/s por medio de un aprovechamiento más eficiente del agua. Los valores de distribución en función del área de la finca se establecen según la siguiente ecuación:

$$AER = 0,9495 * AF^{-0,044}$$

Dónde:

AER: Área efectiva de riego

AF: Área Finca regable

En la Ilustración 4 27 se muestra la proporción de área de riego que se asigna a cada uno de las fincas en función del tamaño de la finca.

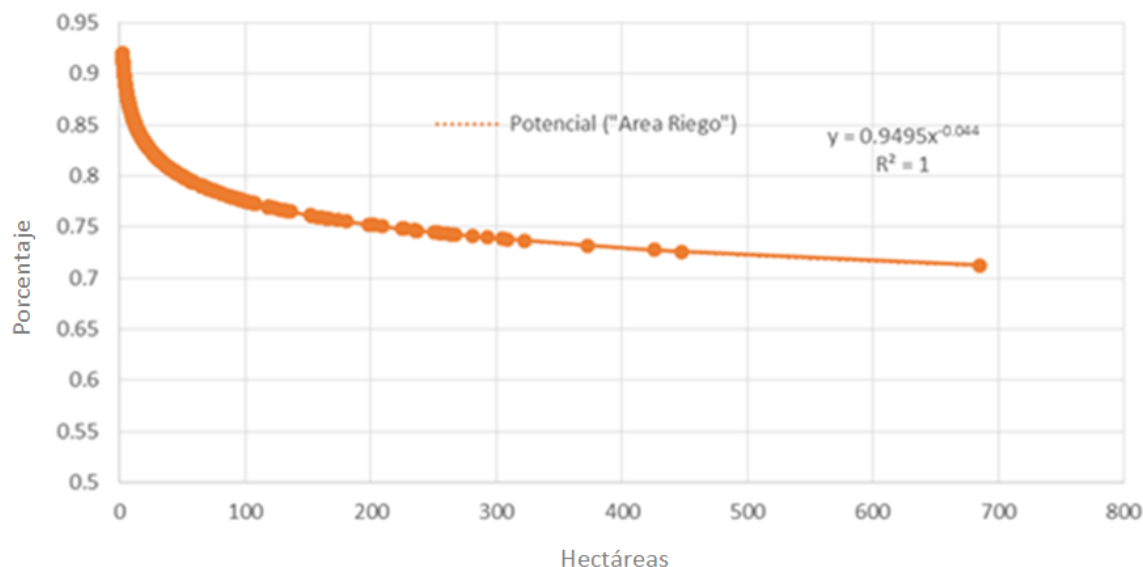


Ilustración 4 27. Gráfico para obtener el coeficiente de distribución para la determinación del área de riego por finca

Los valores externos de esta distribución dan como resultados que para fincas del orden de 2 hectáreas el porcentaje de asignación (coeficiente de distribución) es de un 92% del área, y que, para fincas mayores a 300 hectáreas, el porcentaje del área es de orden de 70%. El área que se le asigna a cada una de las propiedades a ser

regadas se puede observar en el Anexo 4.2.3.2 donde se muestra el listado de fincas con el número de toma asignada, la proporción de área regable que le corresponde, el área de riego que se le asigna en función de la fórmula de asignación y el volumen promedio anual de agua que se le entregaría.

Para el caso de las fincas más grandes que son las que tienen el menor porcentaje de área a habilitar con riego, se considera que a partir de esta relación de área es posible desarrollar modelos productivos de manera integral, que con la ayuda del riego puedan generar actividades económicamente rentables y sostenibles a nivel de las fincas.

4.5.4.4 Diseño hidráulico

4.5.4.4.1 Red de canales

El sistema de distribución está formado por canales primarios y secundarios de sección trapezoidal dimensionados de acuerdo a la demanda en los diferentes sectores. El trazo de los canales se realizó aprovechando la topografía del terreno utilizando el plano con curvas de nivel para poder aprovechar la carga hidráulica existente y tener un trazo que facilite la conducción de agua y que pueda cubrir la mayor cantidad de área posible con dominio de riego en función del caudal disponible para el proyecto.

La red se adaptó a las condiciones topográficas del terreno, el trazado procuró no generar fraccionamientos desfavorables en las fincas, de manera que no impida el uso funcional de la maquinaria agrícola ni entorpezcan las diversas operaciones del campo, siempre y cuando esto sea posible técnicamente.

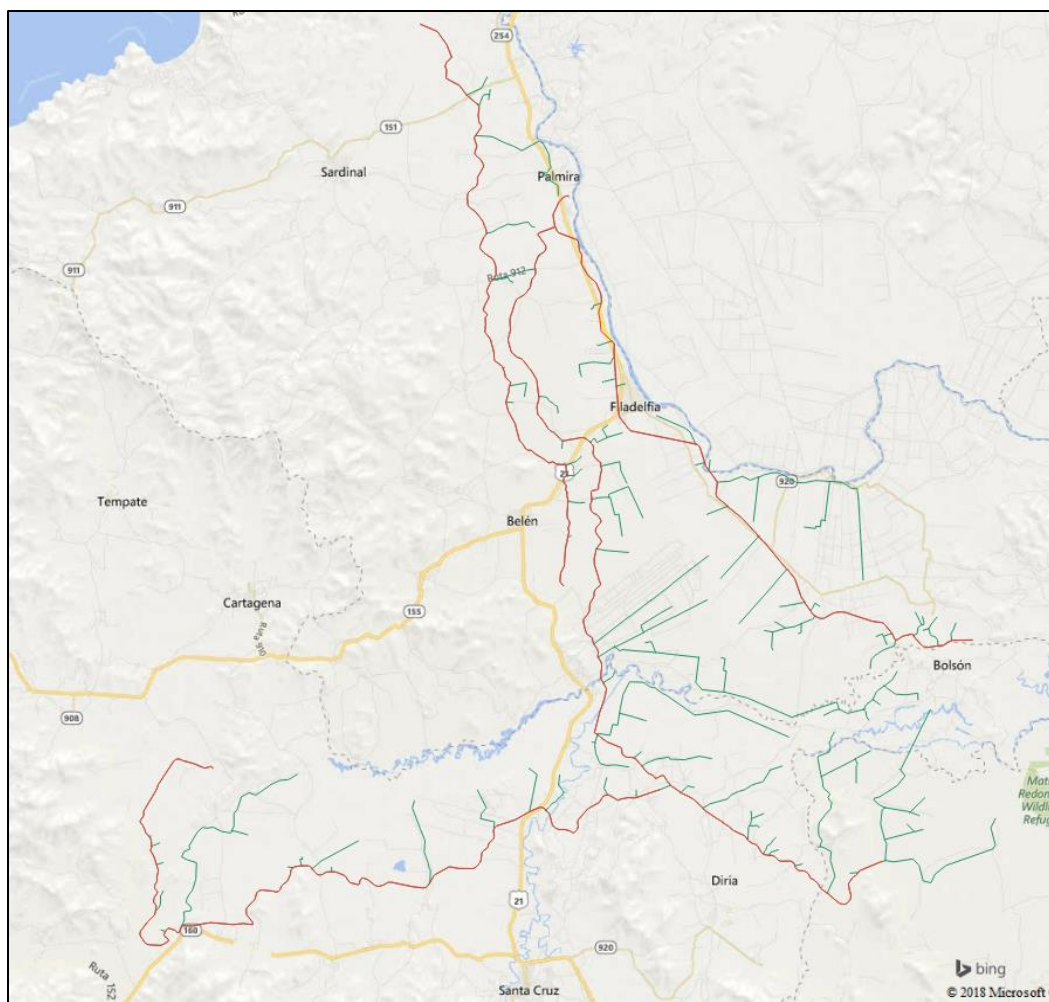


Ilustración 4 28. Mapa de la red de canales de distribución de la margen derecha del río Tempisque

En la Ilustración 4 28 se muestra la red de distribución, donde se representa con una línea de color rojo la red primaria (canales primarios) y con una línea de color verde la red secundaria (canales secundarios y terciarios) de acuerdo con el trazo de canales propuesto en la margen derecha del río Tempisque. En el Anexo 4.1.3 se muestran los planos de los canales primarios.

La longitud de canales por construir de la red de distribución en la margen derecha es de 271 kilómetros, los cuales corresponden a la red primaria (116, 2 kilómetros), secundaria (116,2 kilómetros) y terciaria (38,6 kilómetros). En este Apartado se expondrá a detalle el diseño técnico de la red primaria de canales lo cual servirá de base para en una posterior etapa concretar el diseño de los canales secundarios y terciarios, los que se expondrán en este capítulo de manera más general.

Desde el punto de vista de la geometría de los canales, la red consta de canales trapezoidales revestidos con concreto que transportaran el agua por gravedad a los puntos de entrega establecidos en cada propiedad. La red de distribución se diseña a partir del caudal de diseño, que toma en cuenta la máxima demanda, calculada utilizando el coeficiente unitario de riego (CUR) y la cantidad de usuarios (área) que son abastecidos por cada canal en los meses de mayor demanda, con el fin de poder atender cambios que se puedan dar en el futuro, en cuanto a modificaciones de aumento de caudales.

4.5.4.4.2 Nomenclatura de canales

La nomenclatura se refiere al código que se le asignará a cada uno de los canales (nombre del canal), este será un código alfanumérico conformado de la siguiente manera:

MD 1-1-1

Las dos primeras letras conforman la descripción que hace referencia al área de servicio, en este caso Margen Derecha de río Tempisque (MD), en cuanto a la parte numérica, se tomará como referencia el sentido del flujo, y se utilizará el siguiente sistema de codificación.

Para aquellos canales que se deriven hacia la derecha con respecto a la dirección del flujo de los canales se les asignará un número par y para el caso de los canales que deriven hacia la izquierda se les asignara un número impar, para ambos casos la numeración asignada será creciente con respecto al sentido del flujo del agua en el canal.

Cabe destacar que los canales principales fueron seccionados en tramos para un mejor manejo de los datos, en la nomenclatura cuando se refiere a un tramo de un canal se antepone un número a la izquierda (el número de tramo respectivo) de la primera letra del nombre del canal.

El proyecto también contempla la construcción de 2 de líneas conducción impulsadas por bombeo, estas se identificarán, con el código de LP, que hace referencia al nombre de Línea de Presión. En Ilustración 4 29 se muestra la red de canales con sus respectivos nombres.

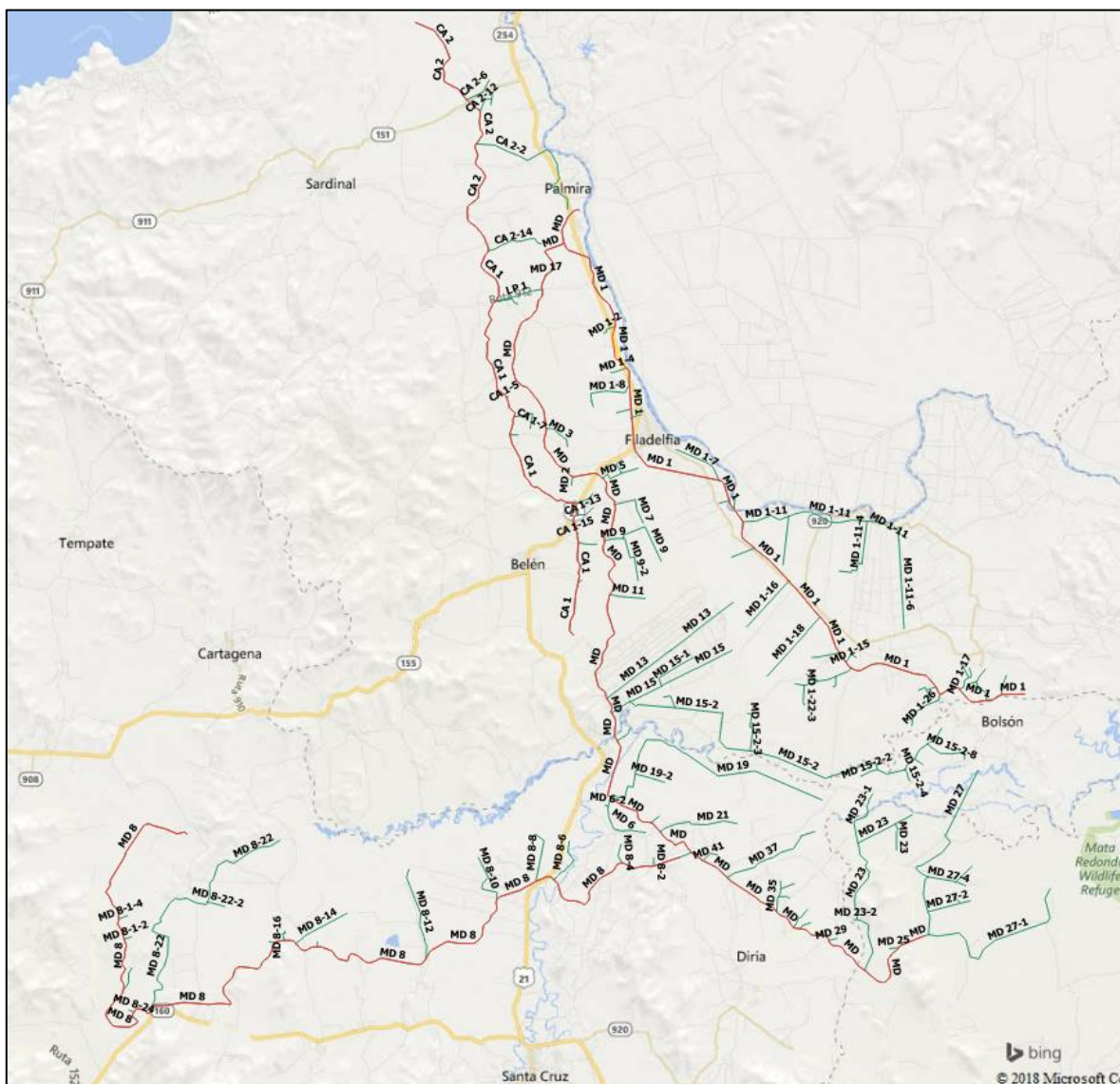


Ilustración 4 29. Nombre y ubicación de canales de la red de distribución de la margen derecha del río Tempisque

4.5.4.4.3 Distribución de caudales

Para el cálculo de distribución de caudales para riego agropecuario, para cada canal se definió la cantidad de usuarios por canal y el área regable de cada propiedad a la que se le estaría haciendo entrega de agua. El área regable se define como el área de la propiedad que cumple con dos características, la primer característica: es la parte

del área de la finca que tiene dominio por gravedad de riego desde canal, es decir, el área de terreno que tiene una cota más baja que el nivel de agua del canal, esto con el fin de que el agua fluya por gravedad del canal hacia el terreno a regar y la segunda característica comprende al área que no se encuentra dentro de zonas de protección de cauces naturales o zonas de humedales según la legislación vigente.

En cálculos realizados previamente se definió un CUR, este coeficiente suministra el volumen de agua necesaria para el desarrollo de los cultivos, con este dato y los dos anteriormente mencionados se realiza el cálculo del caudal que se debe entregar en cada finca según el área regable y el coeficiente de distribución correspondiente.

Una vez definida el área regable, se procede a especificar el coeficiente de distribución para cada propiedad. Este coeficiente se define como el porcentaje del área regable al que se dotará la cuota de agua para riego, ya que por la limitación en la oferta de agua proveniente del Embalse río Piedras no se podrá entregar agua para regar la totalidad del área de cada finca, sino que, el caudal a entregar será condicionado de acuerdo a un porcentaje del tamaño del área regable, este coeficiente involucra el componente de equidad de distribución en el cual se pretende que las fincas más pequeñas tengan un mayor acceso al agua (Apartado 4.5.8.3).

Bajo el entendido que el agua disponible es limitada, los usuarios deben realizar prácticas de riego que estimulen el uso eficiente del agua de riego en su finca mediante la utilización de sistemas más eficientes que le permitan cubrir el máximo de área con la cuota de agua que le será asignada. El caudal a entregar a cada finca será calculado al multiplicar el área regable de la finca por el CUR y por el coeficiente de distribución.

Una vez calculado el caudal que conduce cada canal de la red de distribución se estiman las secciones transversales respectivas de cada componente de la red de distribución. En el Anexo 4.2.3.3 se puede ver el detalle del cálculo realizado para obtener los caudales de cada canal.

Algunos de los canales de la red también deben conducir los caudales correspondientes a los usos de agua para consumo humano y para riego en zonas turísticas, hasta los puntos de entrega definidos. En la Tabla 4 30 se muestran las coordenadas de ubicación de estos puntos y demás detalles.

Tabla 4 30. Puntos de entrega de agua para potabilizar y
agua para riego en turismo en la red de distribución de Paacume

Uso del agua	Nombre	Caudal (l/s)	Coordenadas CRTM05	
			Este	Norte
PARA POTABILIZAR	Sardinal-El Coco	300	322448,282	1168239,634
	Filadelfia	300	328294,174	1153898,918
	Toma Nicoya	300	337636,218	1142107,987
	Santa Cruz	300	329699,617	1142656,648
	Belén-Tamarindo	800	315203,40	1142616,640
PARA RIEGO EN TURISMO	Sector Papagayo	500	322449,717	1168238,997
	Sector Flamingo	1000	315136,375	1142660,473

4.5.4.4 Secciones transversales

Los canales serán de sección trapezoidal revestidos con una losa de concreto reforzado de 0,075 metros de espesor. El ancho de los derechos de vía para los canales, drenajes y caminos, varían dependiendo de su sección transversal y de las condiciones topográficas, en este caso se considera un ancho que alberga la sección del canal, una sobre ancho al lado izquierdo de 2 metros y de 6 metros al lado derecho esto para construir un camino (4 metros) y un borde de protección (2 metros).

Con los datos de caudal para cada una de los canales, se han clasificado en rangos de caudal asociados a diferentes secciones trasversales, a fin de poder establecer secciones típicas para cada uno de ellos, con el fin de poder hacer más práctica la etapa constructiva de la red de distribución. Las características hidráulicas de un canal trapezoidal abierto se pueden observar en la Ilustración 4 30.

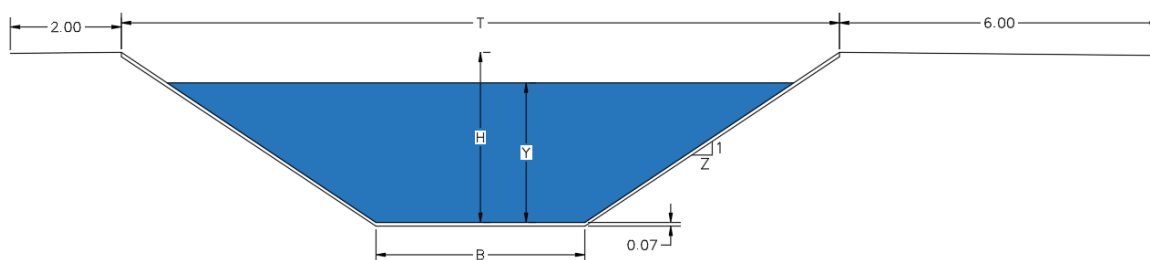


Ilustración 4 30. Esquema general de la sección típica del canal trapezoidal de la red de distribución

Si bien es cierto que el caudal que se puede extraer del Embalse para conducir hasta la margen derecha es de 20 m³/s, se consideró pertinente sobredimensionar en un 25% la capacidad hidráulica de los canales de la red de distribución, previendo a futuro la posibilidad de contar con mayor disponibilidad de agua para la margen

derecha del río tempisque, de tal manera que la infraestructura no sea una limitante para poder conducir este caudal hasta sitios con demanda insatisfecha.

Los canales se diseñan con una pendiente de 1 /10000 para la red primaria y entre 2/10000 a 5/10000 para canales secundarios y terciarios a fin de dominar la mayor área posible de acuerdo con la topografía del terreno y asegurar que las velocidades del agua estarán dentro de valores óptimos. Además, por ser canal revestido con concreto se utiliza un coeficiente de rugosidad de 0,014 y un talud de diseño de 1:1,5, con estos datos se procede a calcular las dimensiones y parámetros hidráulicos de los canales.

De acuerdo con los diferentes caudales que se estimaron para los diferentes canales la red de distribución se procede a agruparlos en 15 categorías según se muestra en la Tabla 4 31, donde se observan los datos de las secciones transversales que se van a utilizar en el proyecto tanto en la red primaria (canales primarios) como en la red secundaria (canales secundarios y terciarios).

Tabla 4 31. Datos de secciones transversales de los canales de la red de distribución de la margen derecha del río Tempisque

	Sección Tipo	Q (m³/s)	B (m)	Y (m)	H (m)	V (m/s)	T (m)	A (m²)	S (m/m)
RED PRIMARIA	1	25,0	4,5	2,8	3,3	1,0	14,5	31,6	0,0001
	2	17,0	3,5	2,5	3,0	0,9	12,6	24,4	0,0001
	3	15,0	3,0	2,5	3,0	0,9	12,0	22,4	0,0001
	4	12,0	2,5	2,4	2,9	0,9	11,1	19,3	0,0001
	5	6,0	2,0	1,8	2,3	0,7	8,9	12,5	0,0001
	6	3,0	1,0	1,5	2,0	0,6	7,1	8,1	0,0001
	7	1,0	0,8	1,0	1,3	0,5	4,6	3,4	0,0001
	8	0,5	0,5	0,8	1,1	0,4	3,7	2,3	0,0001
	9	0,2	0,3	0,6	0,9	0,3	2,9	1,4	0,0001
	10	0,1	0,2	0,5	0,7	0,3	2,2	0,8	0,0001
RED SECUNDARIA	11	3,0	1,0	1,3	1,8	0,8	6,4	6,7	0,0002
	12	1,0	0,8	0,8	1,1	0,6	4,2	2,8	0,0002
	13	0,5	0,5	0,7	1,0	0,5	3,4	1,9	0,0002
	14	0,2	0,3	0,5	0,8	0,4	2,7	1,2	0,0002
	15	0,1	0,2	0,4	0,6	0,3	1,9	0,6	0,0002

Donde,

Q: caudal

B: base del canal

y: tirante o profundidad del agua

H: profundidad del canal

V: velocidad del agua

A: Área del canal
T: boca del canal
S: pendiente

4.5.4.4.1 Canales primarios

En este Apartado se detallan las características de cada canal primario de la red de distribución. La red cuenta con cinco canales primarios (Canal MD, MD 1, MD 8, CA 1 y CA 2) los cuales se caracterizan por ser los canales medulares de la red y principales distribuidores de agua del sistema, por ende, son los de mayores dimensiones. A los canales de la red primaria se conecta la red secundaria que a su vez alimentará la red terciaria. Seguidamente se expone la información técnica de cada canal primario. En el Anexo 4.3.3.2 está incluido el costo de todas las estructuras de la red primaria.

Las obras complementarias como tomas, sifones, caminos, cruces de camino, alcantarillas, represas y puentes que se construirán serán detalladas en los siguientes Apartados de estructuras mayores y menores en este mismo capítulo.

Los canales primarios se diseñaron con una pendiente de 1/10,000, bordo libre de 0,5 metros, talud del 1,5, coeficiente de Manning de 0,014. Solo hay una variación de la pendiente en el canal MD 1 la cual se explicará en el Apartado de este canal.

a) Canal MD

Este es el canal de mayor capacidad de la red, tiene una longitud de 36, 34 kilómetros y en su primer tramo se diseñó para un caudal de 25 m³/s. Este canal lo componen tramos de diferentes secciones transversales que van reduciendo sus dimensiones.

Es el canal fundamental que recibe el agua del canal oeste y se encarga de conducirla hacia los otros canales que componen la red. El canal inicia en la coordenada (327601, 1162322) en el sector de Palmira con una cota de fondo de canal 18,92 metros dada a partir de la rasante en el punto final del canal oeste, a partir de ahí el canal sigue su trazo hacia el sur hasta el primer punto de derivación en la estación 1+339 en el cual inicia el canal MD 1, al que se deriva un caudal de 3,6 m³/s.

La próxima derivación importante se da en la estación 3+410 donde se entregan 3,35 m³/s a la estación de bombeo que alimenta los canales CA 1 y CA 2 ubicados en una cota superior mediante la línea de tubería presurizada llamada LP. Dicha estación de bombeo es necesaria para vencer la diferencia de nivel entre la cota 20 y la cota 30 ms.n.m, en esta última cota es donde inician los canales CA 1 y CA 2, específicamente la estación de bombeo se ubicará en la coordenada (326441, 1159817). Los detalles de este bombeo se analizarán más adelante en el Apartado de líneas presurizadas.

El canal continúa su trazo hacia el sur cruzando la ruta 21 en la estación 11+410 en las cercanías de Filadelfia siguiendo hasta cruzar el río Cañas en la estación 20+930 pasando por detrás del poblado de río Cañas, a partir de donde el canal toma rumbo

sureste hasta llegar a la estación 26+170 en donde se ubica la toma del canal MD 8 que deriva un caudal de 4,6 m³/s.

En este punto debe instalarse la otra estación de bombeo LP2 para elevar el agua del canal MD al MD 8 ya que entre las rasantes de ambos existe una diferencia de 9 metros, la estación estará ubicada en la coordenada (331096, 1142109), los detalles de este bombeo se analizarán en este capítulo, en el Apartado de líneas presurizadas. Luego de esta derivación el canal MD conduce un caudal de 3,5 m³/s hacia su final en la estación 36+340 en las cercanías del poblado de San Lázaro en el distrito de San Antonio de Nicoya propiamente en las coordenadas (315202, 1142617).

Este canal consta de seis secciones típicas, en la

Tabla 4 32 se muestra el detalle de las secciones del canal MD.

Tabla 4 32. Características hidráulicas del Canal MD

Sección Tipo	Q (m ³ /s)	Estacionamiento	
		Inicio	Fin
1	25	0+000	1+440
2	17	1+440	13+820
3	15	13+820	20+980
4	12	20+980	26+180
5	6	26+180	33+220
6	3	33+220	36+340

En cuanto al movimiento de tierra para la construcción del canal se tiene un volumen de corte de 468.814 m³ y un relleno de 408.957 m³. En el Anexo 4.2.3.4 se muestra en detalle el diseño de este canal.

b) Canal MD 1

El canal MD 1 corresponde a uno de los canales principales de la red de distribución del proyecto Paacume en la margen derecha del Río Tempisque. Este canal comienza en la estación 1+339 m del canal principal MD con una cota de elevación de rasante de 18,75 ms.n.m. en la coordenada (327127, 1161280.). Tiene una longitud total de 24,09 kilómetros y conduce un caudal de diseño que varía entre los 3,6 m³/s y 0,1 m³/s. Su alineamiento se encuentra a lo largo del costado oeste del centro urbano de Filadelfia, cruza la Ruta Nacional 21 en las cercanías de Barrio El Bambú de Filadelfia para continuar hacia el este pasando por las comunidades de La Guinea, Corralillo, Puerto Ballena y Ortega en su punto final.

El canal MD 1 contará con canales secundarios y algunas tuberías que aseguran un mayor alcance del agua conducida. Este canal debe cruzar a través de dos ríos distintos: Río Bolsón en la estación 0+285 metros, y Río Las Palmas en las estaciones

20+340 metros y 21+840 metros. En estos puntos se instalarán tres sifones que serán detallados en el Apartado de estructuras de este capítulo.

Este canal se planteó con variación de su pendiente y cinco caídas con el fin de que se adaptara a la pendiente natural del terreno, pues la diferencia de altura entre su punto inicial y el final es de casi 14,5 metros. El canal consta de seis tipos de secciones típicas (Tabla 4 33), que están en función de su caudal.

Tabla 4 33. Características hidráulicas de las secciones en Canal MD 1

Sección Tipo	Q (m ³ /s)	Inicio	Fin
5	6	0+000	11+950
6	3	11+950	17+340
7	1	17+340	20+600
8	0,5	20+600	21+780
9	0,2	21+780	22+880
10	0,1	22+880	24+096

La localización de las caídas y características generales se describen en el siguiente Apartado. El canal también posee estructuras para su paso a través de carreteras (cruces de camino) pues se debe atravesar varias rutas cantonales, servidumbres y una ruta nacional (Ruta 21 en la estación 7+530).

En el Anexo 4.2.3.4, se adjunta el reporte detallado de los trabajos de movimiento de tierra para este tramo de la distribución de la margen derecha que corresponde a aproximadamente a 287.679 m³ de relleno y 105.429 m³ de corte.

c) Canal MD 8

Es un canal de 32,4 kilómetros que se encarga de conducir un caudal de 4,6 m³/s desde la zona de Bernabela de Santa Cruz hasta las cercanías del poblado Hatillo de Santa Cruz. Este canal recibe agua del canal MD, por medio de la línea presurizada (LP 2). En la Tabla 4 34 se muestra el detalle de las dos secciones típicas que tendrá el canal MD 8.

Tabla 4 34. Características hidráulicas del Canal MD 8

Sección Tipo	Q (m ³ /s)	Estacionamiento	
		Inicio	Fin
5	6	0+000	21+670
6	3	21+670	32+432

Es importante notar que este canal solo entregará agua a las fincas ubicadas a la derecha del sentido del flujo del agua, esto debido a que es el sector que tiene dominio para poder conducir el agua por gravedad en los canales secundarios y terciarios. La margen izquierda del canal se encuentra a cotas más altas que la rasante del canal.

El canal MD 8 inicia en la coordenada (330771, 1141869) y sigue el trazo hacia el oeste, pasando cerca del poblado de Lagunilla de Santa Cruz. El canal tiene varias derivaciones a canales secundarios y tomas parcelarias a lo largo de su recorrido. En la estación 5+835 se ubica la toma del canal MD 8-8 que deriva 0,35 m³/s. Luego siguiendo el recorrido en dirección oeste se localiza la toma del canal MD 8-22 que conducirá un caudal de 0,4 m³/s en la estación 21+665.

Luego de esto, el trazo del canal tendrá un cambio en su rumbo ya que ahora este último tramo estará trazado hacia el norte hasta llegar a la estación 32+432 en el punto final del canal en la coordenada (315201, 1142617). En este tramo final se instalarán dos estaciones de bombeo que llevarán por medio de dos líneas de tubería un caudal de 1,0 m³/s entre las dos hasta sitios altos de la zona costera para usar el agua en riego de zonas turísticas. El detalle de este bombeo se muestra en este capítulo en el Apartado de red presurizada.

El movimiento de tierra a realizar para la construcción de este canal es de 374.949 m³ de corte y 188.384 m³ de relleno. El detalle de los resultados obtenidos en este cálculo se puede consultar en el Anexo 4.2.3.4.

d) Canal CA 1

Corresponde a un canal de 12,6 kilómetros de longitud que conduce un caudal máximo de 1,1 m³/s que es entregado por la línea presurizada (LP 1) que proviene de la estación de bombeo ubicada en la estación 3+410 del canal MD. La cota de fondo de canal del CA 1 parte de la cota 30 ms.n.m y fue trazado en sentido norte-sur arrancando en la coordenada (324962, 1159462) en las cercanías de Barrio El Moral de Sardinal siguiendo el trazo hacia el sur hasta pasar cercano al sector de Castilla de Oro y luego cruzar la ruta 21 en la estación 9+320 para dirigirse hacia el sector de Belén de Carrillo y luego su tramo final se ubica en el sector del poblado de Palestina de Carrillo en la coordenada (327421, 1148900) y estación 12+593. Este canal tiene algunas derivaciones menores hacia canales secundarios sin embargo su aporte más importante de agua es para tomas parcelarias directas a fincas.

En la Tabla 4 35 se muestra el detalle de las secciones típicas que tendrá el canal CA 1.

Tabla 4 35. Características hidráulicas del Canal CA 1

Sección Tipo	Q (m³/s)	Estacionamiento	
		Inicio	Fin
6	3	0+000	4+830
7	1	4+830	9+575
8	0,5	9+575	10+875
10	0,1	10+875	12+593

Para la construcción de este canal se tienen que mover 4.754 m³ de corte y 348.830 m³ de relleno. Los resultados obtenidos en este cálculo se pueden consultar en el Anexo 4.2.3.4.

e) Canal CA 2

El canal CA 2 tiene una longitud de 10,7 kilómetros y posee una sección constante en toda su longitud. La rasante de fondo de canal se ubica en la cota 30 ms.n.m y conduce un caudal de 2,2 m³/s que es entregado por la línea presurizada (LP 1) que proviene de la estación de bombeo ubicada en la estación 3+410 del canal MD. El trazo se ubica en sentido sur-norte iniciando en el mismo punto en donde nace el canal CA 1 (cercanías de Barrio El Moral de Sardinal) luego sigue hacia el sur cruzando la ruta 151 en la estación 6+872 para continuar hacia las cercanías del poblado de Comunidad de Carrillo. Es importante mencionar que este canal deriva un caudal 100 l/s para el asentamiento del INDER llamado La Urraca ubicado en el sector de Sardinal de Carrillo, además de que en el final de esta canal en la estación 10+697 se entregaran 0,5 m³/s para agua potable. Además, se entregan 0,5 m³/s para ser utilizados para riego en zona turística, estas aguas serán impulsadas desde ese punto por una estación de bombeo que la enviará hasta el sector alto de Playas del Coco, la información técnica de este punto de bombeo será expuesta en el Apartado de la red presurizada. En la Tabla 4 36 se muestra el detalle de sección típica que tendrá el canal CA 2.

Tabla 4 36. Características hidráulicas del Canal CA 2

Sección Tipo	Q (m³/s)	Estacionamiento	
		Inicio	Fin
6	3	0+000	10+697

El movimiento de tierra a realizar para la construcción de este canal es de 7,928 m³ de corte y 228.394 m³ de relleno. Los resultados obtenidos en este cálculo se pueden consultar en el Anexo 4.2.3.4.

4.5.4.4.2 Canales secundarios y terciarios

La red de segundo orden está compuesta por los canales secundarios y terciarios que son los encargados de conducir el agua hasta puerta de finca de las propiedades que no tienen toma directa desde un canal primario. El rango de caudales varía entre 0,1 m³/s hasta un máximo de 3 m³/s.

Un canal secundario inicia en una bifurcación (toma de canal a canal) de un canal primario, mientras que un canal terciario es el que se alimenta de una toma de un canal secundario y así sucesivamente. En la red secundaria de Paacume se puede encontrar algunos canales de hasta cuarto orden, es decir canales que nacen de un canal terciario. En esta etapa solo se presentará información general de esta red, la cual consta 116,2 kilómetros de canales secundarios, 31,8 kilómetros de canales terciarios y en su diseño tendrá cinco secciones típicas de canales trapezoidales (Tabla 4 37) revestidos en concreto con una pendiente de 1:5.000, talud al 1,5 y un coeficiente n de Manning de 0,014.

Tabla 4 37. Datos de secciones transversales de los canales de la red de distribución secundaria de la margen derecha del río Tempisque

Sección tipo	Caudal de diseño (m ³ /s)	DATOS HIDRÁULICOS DE CANALES						
		B (m)	Y (m)	BL (m)	H (m)	Área (m ²)	P (m)	V (m/s)
11	3	1,0	1,3	0,5	1,8	3,9	5,7	0,8
12	1	0,8	0,8	0,3	1,1	1,7	3,8	0,6
13	0,5	0,5	0,7	0,3	1,0	1,0	2,9	0,5
14	0,2	0,3	0,5	0,3	0,8	0,5	2,1	0,4
15	0,1	0,2	0,4	0,2	0,6	0,3	1,6	0,3

En el Anexo 4.2.3.5 se encuentra un listado de los canales que componen la red secundaria donde se indican los datos de caudal, longitud, nombre del canal, dimensiones y demás elementos que se han recopilado para el planteamiento de la red secundaria.

4.5.4.4.5 Estructuras menores

Se muestran en este Apartado los criterios utilizados para el diseño de las estructuras hidráulicas de menor envergadura que son necesarias para la operación, medición y manejo del agua en la red de distribución. De acuerdo con las características del sistema y las limitaciones topográficas, las estructuras necesarias para el funcionamiento de la red de distribución son las siguientes: tomas parcelarias, estaciones meteorológicas, pasos de fauna y estructuras de medición de caudales. Los costos de estos componentes se encuentran incluidos en el Anexo 4.3.3.2.

4.5.4.4.5.1 Tomas parcelarias

La toma es una estructura especial colocada a puerta de finca que permite entregar y medir el agua a utilizar por el usuario del servicio de riego. Esta toma se diseña de acuerdo al caudal a entregar, con la premisa de que a nivel parcelario se utilizará el método de riego por gravedad.

La toma parcelaria es una estructura rectangular con compuerta localizada en un canal, sirve para entregar y regular el caudal a la propiedad. Estas estructuras se componen de un cabezal en concreto y una compuerta metálica, mediante la cual se regula el caudal a entregar. Las tomas se ubicarán dentro de lo posible en el límite de cada propiedad con el dispositivo necesario para la medición volumétrica que permita contabilizar el volumen de agua entregado a cada usuario.

Se identifican un total de 746 propiedades que cumplen con los requerimientos de área regable y que se les estaría entregando la cuota de agua para riego mediante una toma a puerta de finca, para un total de 746 tomas.

4.5.4.4.5.2 Pasos de fauna

Para evitar la fragmentación y pérdida de conectividad dentro del área del proyecto causado por las obras constructivas y presencia de caminos y canales de riego, se debe realizar la colocación de pasos de fauna tanto terrestres como aéreos. Como características generales, los pasos tanto terrestres como aéreos, se deben colocar en sitios con cobertura vegetal a ambos lados de manera que las especies se mantengan dentro de su ambiente natural. En el caso de los pasos terrestres, se recomienda estructuras tipo puente de concreto de 4 metros de ancho y preferiblemente con una capa de sustrato natural (tierra).

En cuanto a los pasos aéreos se recomienda tipo escalera, las cuales son elaboradas con mecate sintético verde de 25 mm grosor. Las estructuras de soporte de cada puente deberán ser postes y las escaleras deben de estar ancladas a árboles.

4.5.4.4.5.3 Estructuras de medición

Debido a que Paacume funcionará con un método de cobro volumétrico a los usuarios del agua, es de especial importancia contar con dispositivos de medición de caudales en diferentes puntos de la red.

Se identifican 2 grupos de estructuras de medición importantes en la red de distribución. El primer grupo está conformado por las estaciones de aforo en los canales primarios y secundarios que presentan interés técnico-operativo para cuantificar la oferta hídrica. El segundo grupo está conformado por los dispositivos de medición que deberán cuantificar el volumen de agua entregado en la toma parcelaria a cada usuario.

4.5.4.4.5.4 Estaciones de aforo en canales

Se encargan de medir el caudal en puntos estratégicos de los canales primarios y secundarios, en puntos donde se derivan caudales importantes hacia canales de menor rango. Serán estaciones hidrométricas con instrumentación automatizada que permitirá registrar caudales según las variaciones del flujo en tiempo real.

Los detalles del modelo de la estación hidrométrica a utilizar se exponen en el Apartado del canal Oeste y tienen un costo de US\$ 10.500 cada una. Las estaciones hidrométricas automatizadas estimaran el caudal midiendo la velocidad y el nivel del agua en una sección transversal definida del canal.

La automatización de las estaciones permitirá tener continuidad y trazabilidad de los datos, reduciendo el tiempo y los errores por factores humanos, en caso, de realizarse los aforos de la forma convencional, sin embargo, requieren de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para atender fallas mecánicas. En la

Tabla 4 38 se muestran las coordenadas CRTM05 en donde se ubican las estaciones de aforo.

Tabla 4 38. Ubicación de estaciones de aforo en canales
de la red de distribución

Nombre	Canal	Coordenadas (Este)	Coordenadas (Norte)
QMD 1	MD 1	327128,570	1161279,686
QMD1-11	MD 1	332794,716	1152480,125
QCA 2	CA 2	324969,177	1159469,044
QCA 1	CA 1	324957,133	1159457,488
QMD 15	MD 15	328648,543	1146431,116
Q10MD 8	MD 8	330766,949	1141867,112
QMD 8-22	MD 8-22	314122,183	1137165,385
QMD 23	MD 23	336645,677	1138284,722
QMD 27	MD 27	338652,383	1139427,631
Q6MD 8	MD 8	318444,734	1139245,913
Q6MD	MD	331181,174	1141994,235
Q15MD	MD	328704,015	1152645,942
Q11MD 1	MD 1	334008,877	1150850,125
Q16MD 1	MD 1	329219,260	1156524,779
Q6MD 1	MD 1	337122,627	1147996,120
Q18MD	MD	326086,144	1156582,283
Q4CA 1	CA 1	325520,209	1155613,440
Q2CA 2	CA 2	323989,047	1165881,508
Q1MD 8	MD 8	326085,685	1156581,884
Q20MD	MD	327457,734	1162303,602

4.5.4.4.5 Medición de caudales en tomas parcelarias

Se tiene proyectado que el volumen de agua sea medido en el punto de entrega a cada usuario, mediante un dispositivo de medición el cual va a registrar el dato para poder hacer el cobro del agua al usuario mediante la tarifa que se establezca para Paacume. Siempre promoviendo que sea un método de medición confiable en donde tanto Senara como el usuario puedan estar seguros de que se está registrando información veraz en tiempo real.

La escogencia del método de medición en tomas de parcela fue hecha con base a las experiencias generadas por el Senara, que consiste en utilizar una estructura de concreto que se puede apreciar en la Ilustración 4 31. Además, en el Anexo 4.1.3.7 se ubica el plano de esta estructura con sus detalles.

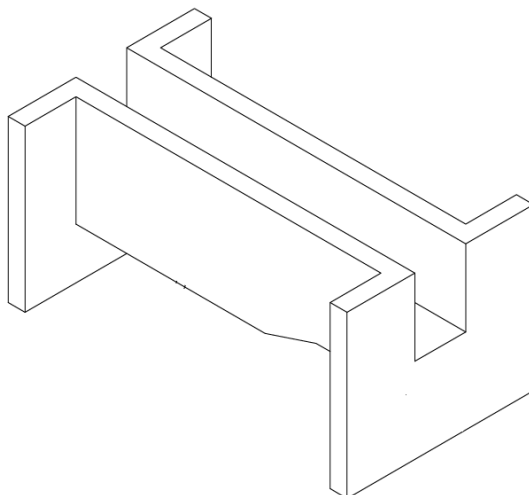


Ilustración 4 31. Estructura de aforo para toma de parcela utilizado en el DRAT

El sistema de medición se realiza mediante la lectura del nivel de agua en el punto específico donde se ubica la regla de medición (en color rojo con blanco en la Ilustración 4 32) en la pared interna del vertedor. El vertedor es calibrado previamente para obtener la ecuación de descarga, con la cual haciendo uso del nivel leído en la regla se puede obtener el caudal que está pasando por la estructura en un momento dado y así calcular el volumen total de agua que paso por la estructura en el periodo de tiempo definido.



Ilustración 4 32. Estructura de aforo para toma de parcela utilizado en el DRAT

El costo de esta estructura con sensores de medición de nivel automático es de US\$ 2.400 cada una.

4.5.4.4.5.6 Estaciones meteorológicas

Es importante medir y registrar las diversas variables meteorológicas en tiempo real, con rapidez y confiabilidad en el área de alcance de Paacume, por esto que se plantea la instalación de 4 estaciones meteorológicas autónomas que serán instaladas en puntos representativos dentro del proyecto. El costo de cada estación es de US\$ 4.500.

4.5.4.4.6 Estructuras mayores

Para la conducción y manejo del agua, es necesaria la construcción de una serie de estructuras de mayor envergadura que permitan una operación adecuada del sistema a lo largo de los canales principales. De acuerdo con las características del sistema y las limitaciones topográficas, es necesario construir sifones, puentes, tomas canal-canal, vertedores de excedencias, alcantarillas, cruces de caminos, represas, descargas de fondo y caminos. El presupuesto estimado para la construcción de las estructuras mayores de la red primaria se incluye en el documento del Anexo 4.3.3.2. En el caso de la red secundaria falta detallar el diseño y costos de las estructuras mayores necesarias por lo que en el presupuesto se manejara un monto de previsión para esa partida basado en los costos generados con la red primaria.

4.5.4.4.6.1 Puentes

En un sistema de riego donde la conducción y distribución del agua se realiza por medio de canales abiertos, esto se constituye en una barrera física para el paso de humanos, animales y vehículos. En estos sistemas se prevé la construcción de puentes que permitan el acceso a las áreas de cultivo, donde se hace necesario el ingreso de maquinaria para las diferentes labores en labranza, tanto de preparación como de cosecha. Estos puentes se ubicarán principalmente a la entrada de aquellas fincas que se sean afectadas por las obras, La ubicación de puentes en los canales primarios se muestra en la Tabla 4 39.

Tabla 4 39. Ubicación de puentes en la red primaria

Nombre	Estacionamiento
Canal MD 8	
Puente_31ST	0+830
Puente_Ruta21_Bernabela	5+255
Puente_47ST	5+850
Puente_49ST	6+582
Puente_67ST	7+205
Puente2_67ST	7+777
Puente_108ST	8+445
Puente2_108ST	8+698
Puente3_67ST	10+300
Puente4_67ST	10+618
Puente_109ST	12+153
Puente2_109ST	12+850
Puente_82ST	14+940
Puente_86ST	18+363
Puente_65ST	20+165
Puente_56ST	20+330
Puente_131ST	21+523
Puente_139ST	22+370
Puente_102ST	24+415
Canal MD 1	
Puente MD1-1	1+830
Puente MD1-2	2+500
Puente MD1-3	3+270
Puente MD1-4	4+020
Puente MD1-5	5+940
Puente MD1-6	7+200
Puente MD1-7	7+530
Puente MD1-8	10+350

Nombre	Estacionamiento
Puente MD1-9	12+350
Puente MD1-10	17+400
Puente MD1-11	21+230
Puente MD1-12	22+850
Canal CA 2	
Puente Exporpack	7+160
Canal CA 1	
Puente Chalaco	0+080
Puente Belén	8+969
Canal MD	
Puente_1	0+019
Puente_2	0+400
Puente_3	3+405
Puente_4	4+342
Puente_5	6+125
Puente_6	9+402
Puente_7	10+727
Puente_8	11+413
Puente_21	12+442
Puente_22	13+805
Puente_9	15+441
Puente_11	16+007
Puente_12	18+808
Puente_13	19+326
Puente_14	20+710
Puente_15	21+223
Puente_16	22+910
Puente_17	24+935

4.5.4.4.6.2 Sifones invertidos

Son ductos cerrados de sección circular que permiten el traslado del agua entre dos sitios que se ven afectados por una barrera natural, principalmente depresiones o cauces naturales o artificiales. Para su funcionamiento se utiliza un gradiente hidráulico para lograr la continuidad del flujo de agua. Esta estructura ha sido utilizada con muy buenos resultados principalmente en los cruces de ríos o quebradas. Un sifón invertido consta de un conducto de longitud variable y dos transiciones, una de entrada y otra de salida. La ubicación de los sifones en los canales primarios se muestra en la Tabla 4 40.

Tabla 4 40. Ubicación de sifones en la red primaria

Nombre	Estacionamiento
Canal MD 8	
Sifón_Diria	4+712
Sifón_67ST	11+508
Sifón2_67ST	11+654
Sifón_81ST	13+258
Sifón_57ST	18+960
Sifón_205ST	30+840
Sifón_204ST	31+240
Canal MD 1	
1	0+285
2	20+340
3	21+840
Canal CA 2	
Sifón 29	0+928
Sifón 168	3+585
Sifón 63	9+519
Canal CA 1	
Sifón 3	5+191
Sifón 614	9+252
Sifón 7	10+710
Sifón 8	12+386
Canal MD	
Sifón INDER	0+520
Sifón 84	1+459
Sifón 28	2+681
Sifón 1	5+820
Sifón 158	8+483
Sifón 6	13+500
Sifón 4	15+185
Sifón 5	15+660
Sifón 9	18+190
Sifón 10	20+940
Sifón 4ST	22+725
Sifón 11	25+560
Sifón 26	28+145
Sifón 12	28+920
Sifón 13	30+365

4.5.4.4.6.3 Caídas

Son estructuras utilizadas en aquellos puntos donde va a ser necesario salvar desniveles bruscos en la rasante del canal para unir dos tramos (uno superior y unos inferiores) del canal. La finalidad de esta estructura es conducir el agua de una elevación alta hasta una elevación baja y disipar la energía generada por esta diferencia de niveles. Esta estructura sería utilizada únicamente en el canal MD 1 con el objetivo de reducir la pendiente del canal debido a que existe una diferencia de nivel muy grande para mantener una pendiente constante a lo largo del canal (Tabla 4 41).

Tabla 4 41. Ubicación de caídas en el canal MD 1

Nombre	Estación
Caída 1	3+945
Caída 2	5+140
Caída 3	7+640
Caída 4	15+700
Caída 5	17+920

4.5.4.4.6.4 Represas

Las represas son obras que se utilizan para mantener un nivel de agua estable a lo largo del canal de acuerdo a la necesidad, principalmente en momentos que se conduce un caudal menor al de diseño del canal. En la

Tabla 4 42 se muestra la ubicación de cada una de ellas.

Tabla 4 42. Ubicación de represas en la red primaria

Nombre	Estacionamiento
Canal CA 2	
Represa_1	3+575
Represa_2	7+462
Represa_3	9+509
Canal CA 1	
Represa_1	4+968
Represa_2	9+242
Represa_3	12+376
Canal MD 8	
Represa_1	4+692
Represa_2	10+000
Represa_3	16+500
Represa_4	22+440
Represa_5	27+000
Represa_6	30+815

Nombre	Estacionamiento
Canal MD	
Represa_1	5+800
Represa_2	11+000
Represa_3	15+165
Represa_4	20+920
Represa_5	25+540
Represa_6	30+345
Represa_7	35+000

4.5.4.4.6.5 Cruces de camino

Corresponde a los pasos de alcantarilla para salvar los puntos de intersección entre la red de canales con la red vial y no afectar el paso en las vías ya establecidas. Para determinar el diámetro del ducto se evalúa la capacidad máxima para cada diámetro comercial de alcantarillas, luego con los datos de caudal para cada tramo se escoge el diámetro a utilizar en cada sector (Tabla 4 43).

Tabla 4 43. Ubicación de alcantarillas para cruces de camino en la red primaria

Nombre	Estacionamiento
Canal MD 8	
Cruce_camino_134ST	25+907
Cruce_camino_189ST	26+362
Cruce_camino_204ST	30+170
Canal MD	
Alcantarilla_1	35+920
Alcantarilla_2	36+230
Canal CA 2	
Alcantarilla 227	1+871
Alcantarilla 168	2+347
Alcantarilla 168 (2)	2+732
Alcantarilla 168 (3)	3+175
Alcantarilla 72	3+931
Alcantarilla 72 (2)	5+008
Alcantarilla 167	5+802
Alcantarilla 163	7+472
Canal CA 1	
Alcantarilla Ojochal	2+855
Alcantarilla 159	5+543
Alcantarilla 237	8+329
Alcantarilla 268	9+565
Alcantarilla 271	10+399
Alcantarilla 521	11+878

4.5.4.4.6.6 Tomas de canal a canal

En los puntos donde el canal debe abastecer a canales secundarios se construirá una estructura de derivación construida en concreto reforzado con su respectiva compuerta de paso para regular el caudal. En la Tabla 4 44 se muestra la ubicación de estas tomas.

Tabla 4 44. Ubicación de tomas canal a canal en la red primaria

Nombre	Estacionamiento
Canal MD 1	
MD 1-2	3+380
MD 1-4	4+820
MD 1-8	5+440
MD 1-10	6+150
MD 1-3	6+430
MD 1-7	10+400
MD 1-12	11+150
MD 1-9	11+450
MD 1-11	11+910
MD 1-14	12+970
MD 1-16	14+490
MD 1-18	16+040
MD 1-20	17+300
MD 1-15	17+640
MD 1-22	17+880
MD 1-24	20+860
MD 1-26	21+060
MD 1-17	21+800
MD 1-19	22+850
MD 1-21	23+160
Canal CA 2	
CA 2-14	1+911
CA 2-2	5+790
CA 2-6	7+283
Canal CA 1	
CA 1-7	4+242
CA 1-9	4+830
CA 1-11	8+240
CA 1-13	8+621
CA 1-17	9+575
CA 1-21	10+875
Canal MD 8	

Nombre	Estacionamiento
MD 8-2	0+852
MD 8-6	5+220
MD 8-8	5+837
MD 8-10	7+230
MD 8-12	10+615
MD 8-20	14+578
MD 8-14	15+390
MD 8-16	15+778
MD 8-18	16+080
MD 8-22	21+670
MD 8-24	25+180
MD 8-1-2	26+860
MD 8-1-4	27+565
MD 8-1-6	27+900
Canal MD	
MD 1	1+339
MD 17	2+945
LP 1	3+410
MD 3	8+540
MD 2	10+445
MD 5	11+460
MD 7	15+465
MD 9	13+820
MD 11	15+860
MD 13	19+525
MD 15	20+045
MD 45	20+980
MD 19	22+920
MD 6	22+925
MD 43	24+510
MD 21	24+925
MD 8	26+180
MD 41	26+725
MD 37	27+708
MD 35	29+630
MD 33	30+375
MD 31	30+583
MD 29	31+640
MD 23	33+218
MD 25	35+258
MD 27-1	36+303
MD 27	36+340

Sistema de evacuación de aguas pluviales (alcantarillas)

Se utilizan alcantarillas que pasan por debajo del canal para asegurar la continuidad de las aguas pluviales que escurren por las laderas del canal, en otros casos se incorporan al canal mediante un vado de concreto o se conduce por una zanja lateral al cauce más cercano. Para el diseño de estas estructuras se debe estimar el área de aporte de todas estas cuencas y mediante el Método Racional se calculan los caudales máximos para diseñar el tipo de estructura a utilizar en cada uno de los casos. De acuerdo al análisis recopilado en la Tabla 4 45 existen un total de 35 cuencas que son cortadas por el canal.

Tabla 4 45. Datos de pasos de alcantarillas en las Intersecciones de los canales con la red fluvial

Tipo	Nombre	Diámetro (m)	Longitud (m)
Cuadro	Alc_cuadro_1	N/A	20
Cuadro	Alc_cuadro_2	N/A	20
Cuadro	Alc_cuadro_3	N/A	20
Cuadro	Alc_cuadro_4	N/A	20
Cuadro	Alc_cuadro_5	N/A	20
Cuadro	Alc_cuadro_6	N/A	20
Cuadro	Alc_cuadro_7	N/A	20
Cuadro	Alc_cuadro_8	N/A	20
Cuadro	Alc_cuadro_9	N/A	20
Cuadro	Alc_cuadro_10	N/A	20
Cuadro	Alc_cuadro_11	N/A	20
Cuadro	Alc_cuadro_12	N/A	20
Cuadro	Alc_cuadro_13	N/A	20
Cuadro	Alc_cuadro_14	N/A	20
Cuadro	Alc_cuadro_15	N/A	20
Circular	Alc_circular_1	2,13	20
Circular	Alc_circular_2	2,13	20
Circular	Alc_circular_3	2,13	20
Circular	Alc_circular_4	1,83	20
Circular	Alc_circular_5	1,83	20
Circular	Alc_circular_6	1,83	20
Circular	Alc_circular_7	1,83	20
Circular	Alc_circular_8	1,83	20
Circular	Alc_circular_9	1,52	20
Circular	Alc_circular_10	1,52	20
Circular	Alc_circular_11	1,52	20
Circular	Alc_circular_12	1,52	20
Circular	Alc_circular_13	1,52	20
Circular	Alc_circular_14	1,37	20

Tipo	Nombre	Diámetro (m)	Longitud (m)
Circular	Alc_circular_15	1,37	20
Circular	Alc_circular_16	1,37	20
Circular	Alc_circular_17	1,37	20
Circular	Alc_circular_18	1,37	20
Circular	Alc_circular_19	1,37	20
Circular	Alc_circular_20	1,22	20

4.5.4.4.6.7 Caminos

Para la operación y mantenimiento de la red de distribución de Paacume se contará con caminos con sus respectivas cunetas ubicadas a un lado de los canales. El ancho de calzada será de 4,0 metros y con un metro extra de protección, la calzada tendrá una sub base expuesta de un espesor de 0,20 metros, esto previendo que a pesar de que el fin primordial es la operación del sistema, por los caminos también transitarán maquinaria pesada y camiones tipo tráiler para el transporte de los productos tales como arroz, caña y otros. Por tanto, se propone desarrollar una red de caminos con el propósito de cubrir toda el área de riego y de esta forma asegurarse el acceso a toda la infraestructura de riego, al permitir de esta manera una eficiente operación y mantenimiento del sistema. En total se contemplan 271 kilómetros de caminos de lastre.

4.5.4.4.6.8 Vertedores de excedencia

Las obras de control y excedencia forman parte intrínseca de los canales de conducción y sifones, su función es la de permitir la salida de los volúmenes de agua excedentes a los de aprovechamiento. La Tabla 4 46 presenta la ubicación de los vertedores de excedencias de la red de distribución.

Tabla 4 46. Ubicación de vertedores de excedencia en la red primaria

Nombre	Estacionamiento
Canal MD 8	
Vertedor_1	4+712
Vertedor_4	13+258
Vertedor_5	18+960
Vertedor_7	31+240
Canal MD 1	
Vertedor_2	20+340
Canal CA 2	
Vertedor_2	3+585
Canal CA 1	
Vertedor_1	5+191
Vertedor_3	10+710

Nombre	Estacionamiento
Canal MD	
Vertedor_5	8+483
Vertedor_9	18+190
Vertedor_13	28+145

4.5.4.4.6.9 Descargas de fondo

Es una estructura que consta de una compuerta en una pared del canal trapezoidal seguido de un tramo de canal de sección rectangular. Al abrir la compuerta el agua sale del canal trapezoidal y cae al canal rectangular que evacua el agua hacia un cauce natural cercano. El objetivo de esta estructura es tener una opción de evacuar toda el agua de un sector del canal cuando esto se requiera para mantenimiento del mismo. En la Tabla 4 47 se expone la ubicación de las descargas de fondo de la red primaria.

Tabla 4 47. Ubicación de descargas de fondo en la red primaria

Nombre	Estacionamiento
Canal MD 8	
DF_Diria	4+712
DF_67ST	11+508
DF_205ST	30+840
Canal MD 1	
DF_2	20+340
Canal CA 2	
DF_168	3+585
DF_63	9+519
Canal CA 1	
DF_3	5+191
DF_614	9+252
Canal MD	
DF_INDER	0+520
DF_28	2+681
DF_6	13+500
DF_10	20+940
DF_13	30+365

4.5.4.5 Costo de la Infraestructura en la red de distribución

En el Tabla 4 48 se muestra un resumen de los costos de construcción de las obras de la red de distribución. En el Anexo 4.3.3.2 se presenta el detalle de cada una de las actividades. El monto total estimado de las obras es de US\$ **114.813.853,58**.

Tabla 4 48. Presupuesto de la red de distribución

Renglón	Rubro	Monto (US\$)
1	Canales primarios/secundarios y terciarios	74.137.132,78
2	Red de caminos	13.851.577,96
3	Puentes	3.448.571,59
4	Sifones	8.174.764,30
5	Tomas de parcela	3.519.192,21
6	Derivaciones	480.322,19
7	Cruces de caminos	1.039.997,95
8	Alcantarillas	2.844.977,50
9	Represas	2.431.893,74
10	Vertedores de excedencias	152.646,19
11	Descargas de fondo	1.020.485,34
12	Costos indirectos	2.212.291,83
13	Imprevistos de diseño	1.500.000,00
Total		114.813.853,58

4.5.4.6 Mantenimiento de la red de distribución

Las labores de mantenimiento buscan dar el mejor servicio a los usuarios tanto en calidad como en cantidad además de garantizar la funcionalidad de las estructuras en las mejores condiciones a través de toda su vida útil.

En la Tabla 4 49 se muestran los datos del presupuesto anual estimado de mantenimiento de la red de distribución de Paacume.

Tabla 4 49. Presupuesto anual de mantenimiento estimado para la red de distribución

US\$					
ACTIVIDADES /AÑOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Mantenimiento de canales	81.557,29	81.557,29	126.180,92	126.180,92	126.180,92
Mantenimiento de alcantarillas	32.516,54	32.516,54	32.516,54	32.516,54	57.507,79
Mantenimiento de puentes	-	1.438,65	1.438,65	1.438,65	81.939,37
Mantenimiento de tomas parcelarias	35.774,60	62.742,46	69.234,63	69.234,63	82.031,30
Mantenimiento de caminos	333.972,65	333.972,65	333.972,65	333.972,65	333.972,65
Mantenimiento de compuertas	1.496,20	9.236,40	9.236,40	9.236,40	193.558,20
Total	485.317,28	521.463,99	572.579,79	572.579,79	875.190,23

4.5.4.6.1.1 Canales revestidos y estructuras de concreto

El mantenimiento se refiere al conjunto de actividades y trabajos a realizar con el propósito de conservar en condiciones óptimas de servicio las estructuras hidráulicas y canales que conforman el sistema de riego, actividades que se deben realizar oportunamente.

El objetivo principal de esta acción de mantenimiento es garantizar la capacidad de conducción de agua de acuerdo con el diseño de caudal de cada estructura.

Los canales de riego revestidos requieren de labores de mantenimiento tales como:

- **Limpieza de Canales:** esta labor se realiza después de cada temporada de riego (extracción de sedimentos, raspado de paños, eliminación de malezas). El crecimiento de malezas dentro de canales revestidos de concreto indica que existen agrietamientos y que el sistema empieza a colapsar (hundimientos, roturas, socavamientos) si no se le da la importancia y acción correctiva del caso en forma oportuna. La eliminación del sedimento en los canales de concreto es una operación costosa porque tiene que hacerse principalmente a mano y alternativamente puede usarse equipo mecánico siempre y cuando esté acondicionado especialmente para evitar daños al revestimiento.
- **Reparación de grietas en las losas de concreto.** Los agrietamientos o erosiones se reparan empleando asfalto y aditivos, picando y limpiando previamente las superficies dañadas. Si se producen fracturas de consideración o asentamientos del canal, es necesario reemplazar algunos paños del revestimiento, se debe realizar antes la compactación del terreno donde este se apoyará. En las juntas de dilatación, previa labor de limpieza de la misma, se debe restituir el material original deteriorado con materiales flexibles (brea, asfalto, resinas, etcétera).
- **Otro problema son los derrumbes de las laderas.** Para evitar que estos deterioren el canal es necesario estabilizar el talud de la ladera contigua al canal es conveniente mantener la cobertura vegetal para que este retenga la escorrentía, además es necesario limpiar las cunetas de evacuación que captan la escorrentía superficial.

4.5.4.6.1.2 Estructuras metálicas

Desde su puesta en servicio, deben ser mantenidas eficientemente para evitar daños cuya reparación o su construcción resultan costosas. Una mala política de mantenimiento acortará la vida útil de estas estructuras. Principales acciones de mantenimiento a realizar:

- Revisión y/o cambio de sellos de hermeticidad.
- Cambios de pernos corroídos.
- Lubricación periódica de diversos mecanismos
- Pintado (uso de pinturas epóxicas-anticorrosivas)

4.5.4.6.1.3 Caminos

Los caminos deben estar en condiciones que permitan el tránsito normal de vehículos y de la maquinaria de mantenimiento. Los trabajos consistirán en la limpieza, nivelación y relleno en todos los tramos que presenten deterioro; cuando se requiera se deberá efectuar labores de compactación. Se debe evitar que los bancos de escombros eleven continuamente el camino, para lo cual es preciso efectuar trabajos de nivelación de los mismos.

4.5.4.7 Operación del sistema

La operación en general de un sistema de riego se puede definir como el proceso de manejo de las obras hidráulicas, de las estructuras de control y medición, de las estaciones hidrométricas y el análisis de los registros correspondientes en un sistema de riego. Normalmente este proceso comprende las actividades desde que se capta el agua hasta el momento en que se entrega el recurso al usuario.

Se debe contar con las herramientas técnicas como el padrón de usuarios, inventario de la infraestructura de riego, el plan de siembras y plan de riego (demanda) para planificar el uso del agua tomando en cuenta la disponibilidad de agua (oferta), para establecer los turnos de riego, haciendo el control del agua en las tomas principales y laterales.

Tal como se indicó la operación de la red de distribución consiste en una serie de actividades que debe realizar el Senara para dotar del servicio de riego a los usuarios en el momento oportuno, de acuerdo a como lo indica el Reglamento de Riego.

En la Tabla 4 50 se desglosa el estimado del presupuesto de operación de la red de distribución. En el Anexo 4.3.3.1 se ubica la memoria de cálculo de este rubro.

Tabla 4 50. Presupuesto de operación anual de la red de distribución.

Operación	Costo Anual (US\$)
Técnicos Canaleros	176.210,53
Horas extra canaleros	71.585,53
Profesionales especialistas	272.842,11
Secretaria	14.526,32
Gastos Administrativos	53.516,45
Totales	588.680,92

4.5.4.8 Plan de capacitación

Debido a la evolución y tecnificación de los sistemas de riego que se emplean actualmente en diversas partes de mundo, se considera que el personal técnico de Senara debe de disponer de conocimientos acordes a los métodos de riego a utilizar y a las exigencias hídricas de los cultivos, los cuales en la mayoría de los casos serán cultivos no tradicionales en la región. Con esto se pretende brindar un acompañamiento y asesoramiento de manera eficiente, adecuada y oportuna, a los usuarios del Paacume. Con lo antes mencionado habrá seguridad de que se cumplan los servicios de calidad, acorde a su sistema productivo, de esta manera se prevé un uso racional y eficiente del agua.

Se debe procurar la capacitación de técnicos y funcionarios de Paacume, así como de técnicos de otras instituciones ligadas al sector agropecuario, quienes, en virtud de sus funciones, podrían fungir como instrumentos multiplicadores de conocimiento dirigido hacia los beneficiarios de ambos distritos de riego. Se parte del hecho de que existe un importante vacío en el desarrollo de conocimientos y destrezas en el trabajo agropecuario bajo condiciones de riego en esta región.

Los costos estimados para el desarrollo de los programas de actualización para técnicos de Paacume, deberán cubrir un total de tres días, con una duración diaria de 6 horas. Los rubros considerados para definir el costo de implementación se presentan en la Tabla 4 51.

Tabla 4 51. Costos generales por capacitación

Rubro	Costo (US\$)
Preparación de capacitación	424,35
Traslados de instructores	180,72
Hospedaje	104,90
Viáticos	68,18
Duración del curso	636,53
Alquiler del local	100,00
Alimentación de participantes	61,19
Transporte de participantes	139,86
Total	1.715,73

4.5.5 Red presurizada

4.5.5.1 Planeamiento Físico

El Paacume comprende la construcción de tres líneas de conducción de tuberías de PVC con diámetros entre los 500 y 600 mm con el fin de conducir entre 465 y 475 l/s por línea desde diferentes puntos de bombeo ubicados en los canales de distribución MD 8 y CA 2 hasta tres puntos altos ubicados en cerros cercanos a la zonas costeras,

en las cercanías de los poblados de El Coco, Huacas y Tempate, sitios en los que se construirán reservorios, para que posteriormente el agua sea conducida hacia los sitios de demanda utilizando otras redes de tuberías de distribución aprovechando la energía potencial.

También se construirán dos redes de tuberías para elevar las aguas de los canales a cotas superiores; la primera línea consta con dos tuberías paralelas de 1.200 mm y de 473 metros de largo para elevar 4,7 m³/s desde el canal MD al MD 8 en el sector de Bernabela y la otra conducción en el sector de San Blas de Carrillo de 1.995 mm de longitud para elevar 3,4 m³/s desde el canal MD hasta canal CA 1, para lo cual se utilizarán dos tuberías paralelas de 1.050 mm.

El diámetro de los tubos a utilizar para las diferentes redes de impulsión oscila entre los 500 y 1.200 mm, el tipo de tubería a utilizar será de Policloruro de vinilo (PVC) con diferentes espesores de pared (entre SDR 41 y SDR 17, SDR, por sus siglas en inglés Standar Dimension Ratio) que de acuerdo a las cargas existentes en cada uno de los tramos de las tuberías. De acuerdo con los trazos que se plantearon para la ejecución del Paacume, las dos líneas de tuberías del sector de Coyolito atraviesan varias fincas privadas dedicadas a la ganadería en un tramo de 1,4 kilómetros para la conducción a Huacas y 3,2 kilómetros a en la conducción a Potrero. El resto de las conducciones se ubicará a orillas de caminos públicos por lo que se requiere conseguir por escrito los permisos de paso por aquellas propiedades por las cuales atraviesa la tubería y los respectivos permisos municipales y del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) en el caso de las carreteras nacionales.

Por los diámetros de los tubos y las condiciones favorables de los terrenos por donde se ubicarán los tubos de conducción, la zanja para albergar la tubería se tiene que excavar y tapar en forma mecánica. A continuación, se hace una descripción de las diferentes redes de tuberías de conducción que se planean construir:

4.5.5.1.1 Conducción forzada Coyolito–Huacas

A partir de la red de distribución, en el canal de riego MD 8 a la altura de la estación 31+000 con cota 23,73 ms.n.m., se colocará la estación de bombeo que abastecerá la zona de Huacas y alrededores, para lo cual se construirá una red de tuberías de PVC de 9,56 kilómetros con diámetros de 500 mm y de tipos SDR 32,5 y SDR 26 de con la finalidad de conducir mediante equipos de bombeo un caudal de 475 l/s hasta un reservorio con capacidad de 4.560 m³ a una elevación 72,75 ms.n.m., sitio en el que se considera existe cota suficiente para llevar por gravedad las aguas hasta los sectores de Brasilito, Conchal, Puerto Viejo, Playa Grande y Tamarindo tal y como se muestra en la 4 1.

Para impulsar el agua desde el canal MD 8 hasta el sitio donde se construirá el reservorio ubicado en Huacas, se construirán tres estaciones de bombeo con carga dinámica 80 metros compuesta de 5 motobombas eléctricas colocadas en paralelo con potencia teórica de 93 KW por bomba, la primera en la estación 0+000 en la cota

23,73 ms.n.m. (Canal MD 8), la siguiente estación de rebombeo en la 5+337 con cota 46,25 ms.n.m., y la última en la estación 8+017 en la cota 93,51 ms.n.m. para sobrepasar un punto alto con cota 149,50 ms.n.m., de ahí la tubería baja hasta el reservorio en la cota 72,75 ms.n.m. Cada estación de re-bombeo contará con un reservorio de volumen variable que permita almacenar una parte del caudal transportado. Además, en esta red se construirá un ramal de tubería de 250 mm de diámetro que llevará el agua a un reservorio ubicado en las cercanías del poblado de Lorena.

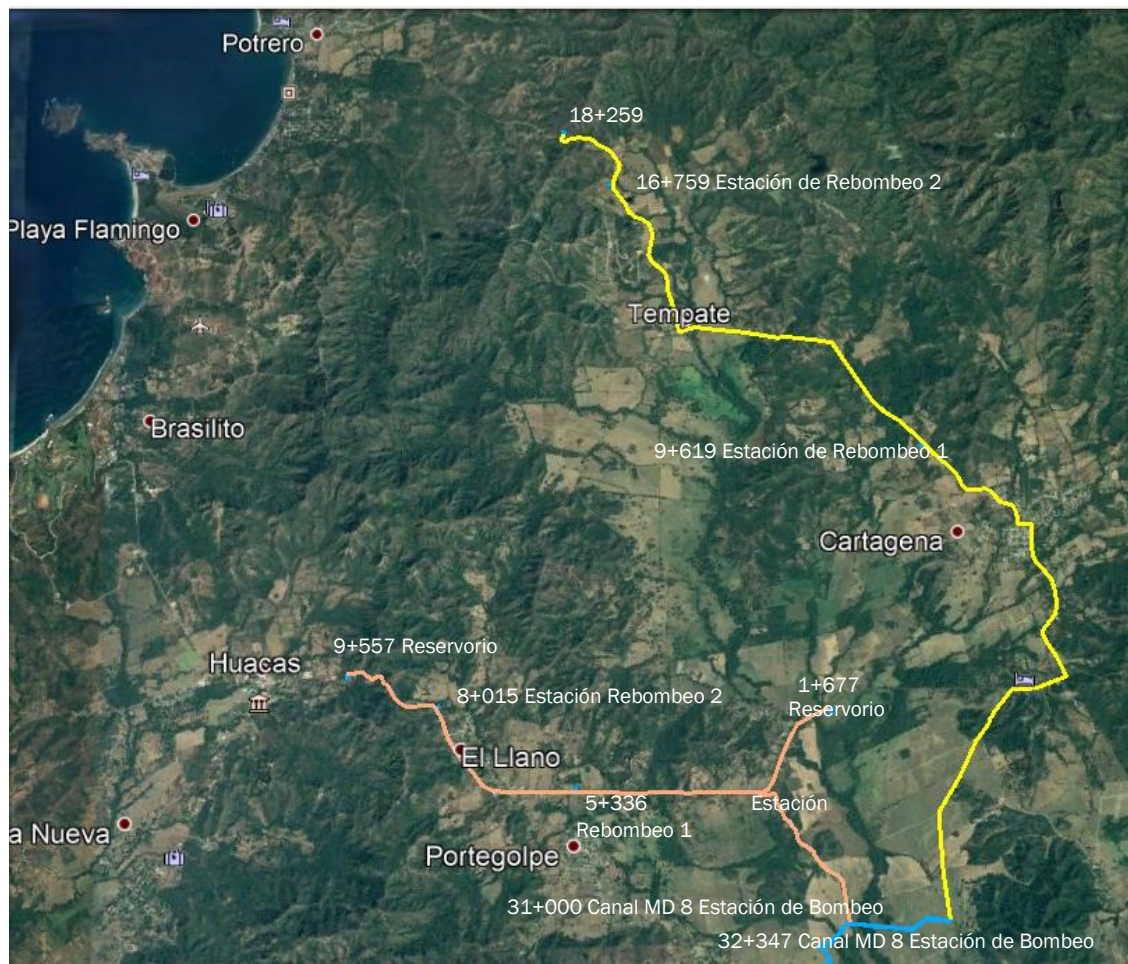


Ilustración 4 33. Trazo propuesto de las líneas presurizadas para el abastecimiento de las zonas costeras sector Potrero-Huacas

4.5.5.1.2 Conducción forzada Coyolito - Potrero

Del mismo canal de riego MD 8, pero en la estación 32+347, se plantea el inicio de otra red de tubería de PVC de 16,8 kilómetros de longitud, con diámetros de 600 y 500 mm en SDR 32,5 y SDR 26, con la finalidad de transportar un caudal de 465 l/s hasta un punto alto con elevación 168,87 ms.n.m. ubicado en el sector de Tempate, en este sitio se planea la construcción de un reservorio con capacidad cercana a los

3.000 m³, con el fin de dotar de agua a los poblados que se ubican en los alrededores de Cartagena, Tempate, Playa Potrero y Las Catalinas, tal y como se muestra en la Ilustración 4 33.

Para impulsar el agua hasta el sitio donde se ubicará el reservorio, se colocará de una estación de bombeo en el canal MD 8 con características similares a la de la línea anterior (5 motobombas eléctricas colocadas en paralelo con potencia teórica de 93 KW por bomba) para enviar el agua hasta un reservorio ubicado el sector de Cartagena (9+620) en la cota 60,10 ms.n.m., donde se debe de colocar una estación de re bombeo con características similares para impulsar el agua hasta Tempate (16+760) cota 93,19 ms.n.m., sitio en donde se colocará otro reservorio y la tercera estación de re-impulsión similar a las anteriores para elevar el agua hasta la cota 168,87 ms.n.m. El conjunto de bombas planteada tiene una potencia teórica total 469 KW por estación.

4.5.5.1.3 Conducción forzada Comunidad-El Coco

Del canal CA 2 en la estación 10+963 a la altura de la finca las Trancas en la cota 27,69 ms.n.m., saldrá otra línea de tuberías de PVC de 12,2 kilómetros de longitud con diámetros de 600 y 500 mm y SDR 32,5 a SDR 17, con la finalidad de transportar un caudal de 465 l/s hasta una zona alta que se encuentra entre playa Hermosa y Playas del Coco en la cota 146,3 ms.n.m.; sitio en el que se planea la construcción de un reservorio con capacidad de almacenar un volumen de 10.500 m³. En este reservorio se almacenará el volumen de agua para abastecer los proyectos de riego en las zonas turísticas cercanas a Papagayo Sur, Playa Panamá, Playa Hermosa, Playas del Coco y Playa Ocotal. En la Ilustración 4 34 se muestra el trazo de esta línea de conducción.

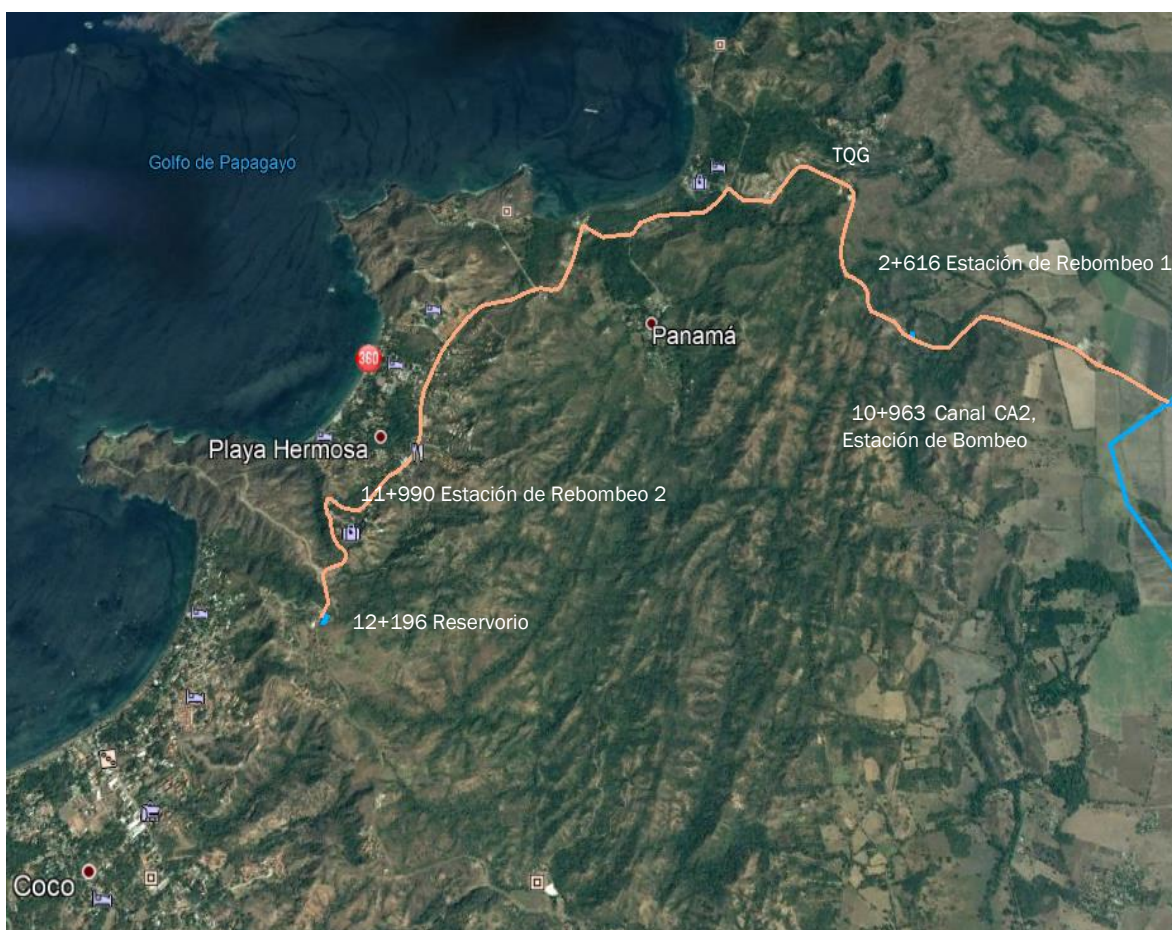


Ilustración 4 34. Trazo propuesto de las líneas presurizadas para el abastecimiento de las zonas costeras sector el Coco

Para impulsar el agua hasta la cota 146,3 ms.n.m. se requieren tres estaciones de bombeo con una carga dinámica 80 metros, la primera ubicada en Las Trancas, la cual estará compuesta de 5 motobombas eléctricas colocadas en paralelo con potencia teórica de 94 KW por bomba, complementada con dos estaciones de re-impulsión similares a la anterior ubicadas en la estación 2+616 (al pie de los cerros Punta de Piedra) y la otra en la 10+990 en el sector de playa Hermosa; las tres estaciones de bombeo planteadas requieren una potencia total de 1407 KW. En cada estación de re-bombeo se construye un reservorio de volumen variable que permita almacenar una parte del caudal transportado.

4.5.5.1.4 Conducción forzada impulsión de la cota 20 a la cota 30 en canal de riego

En el sector de San Blas de Carrillo se planea la instalación una red de tuberías que consta dos líneas con tubos de PVC en paralelo de 1.050 mm de diámetro, en SDR 41 y de 1,59 kilómetros de longitud, con la finalidad de elevar un caudal de 3,4 m³/s desde el canal MD hasta el inicio de los canales CA 1 y CA 2 en la cota 33,29 ms.n.m. que serán los encardados de entregar el agua en las áreas de cota superior (Ilustración 4 35).

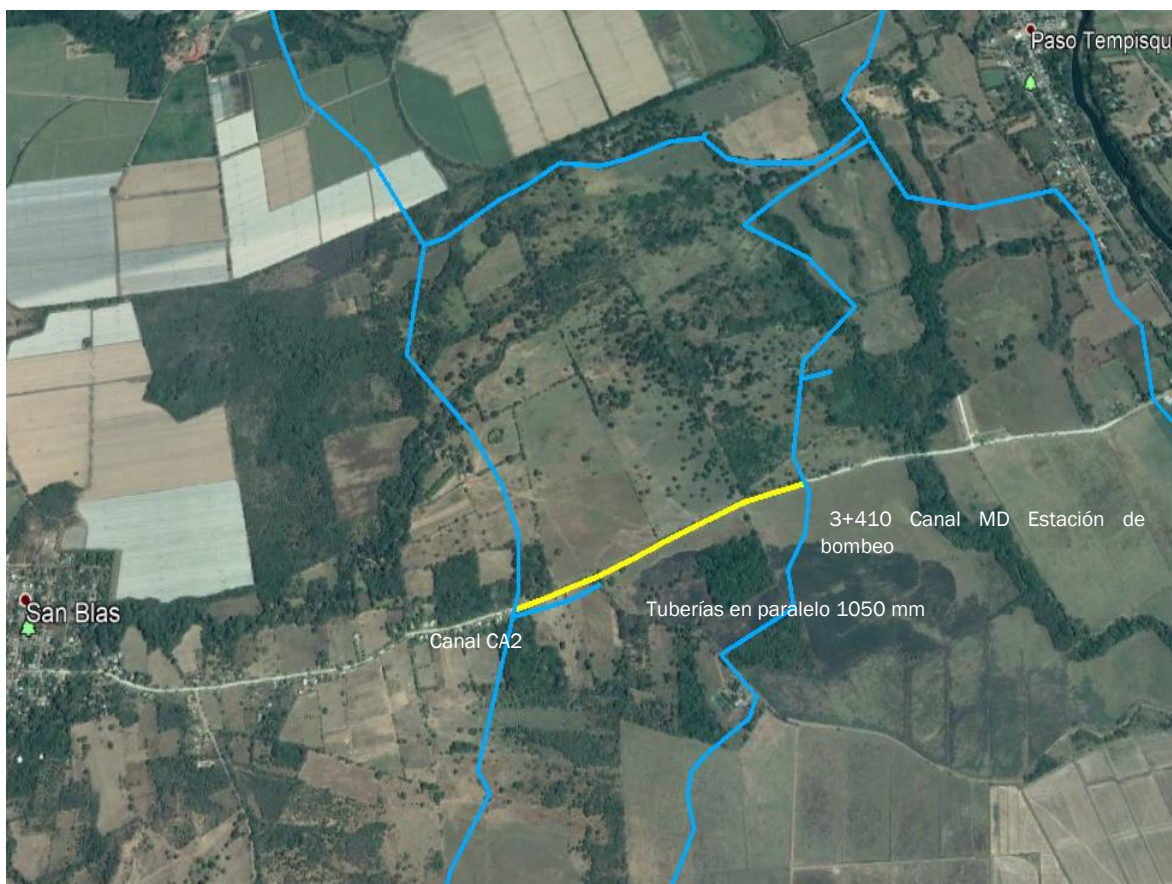


Ilustración 4 35. Trazo de tubería para el abastecimiento del canal de la cota 30 ms.n.m.

Para elevar el agua hasta estos canales se requiere de una estación de bombeo ubicada en el canal MD en la estación 3+410 con cota 20,72 ms.n.m., compuesta de 7 motobombas eléctricas en paralelo, donde cada bomba suplirá un caudal de 486 l/s con una carga dinámica de 20 metros para potencia teórica de 150 KW por bomba.

4.5.5.1.5 Conducción forzada impulsión desde el canal MD al canal MD 8

Debido a la diferencia de nivel existente entre ambos canales y para elevar el agua hasta el canal MD 8 se requiere de una estación de bombeo compuesta de 9 motobombas eléctricas. En el sector de Bernabela, se colocará otra red de conducción desde el canal MD en la estación 26+180 en la cota 15,72 ms.n.m. hasta el inicio de canal MD 8 con cota 27,5 ms.n.m., compuesta por dos líneas de tuberías de PVC en paralelo de 1.200 mm de diámetro, en SDR 41 y de 473 metros de longitud, con capacidad para transportar 4,7 m³/s, tal y como se aprecia en la Ilustración 4 36.

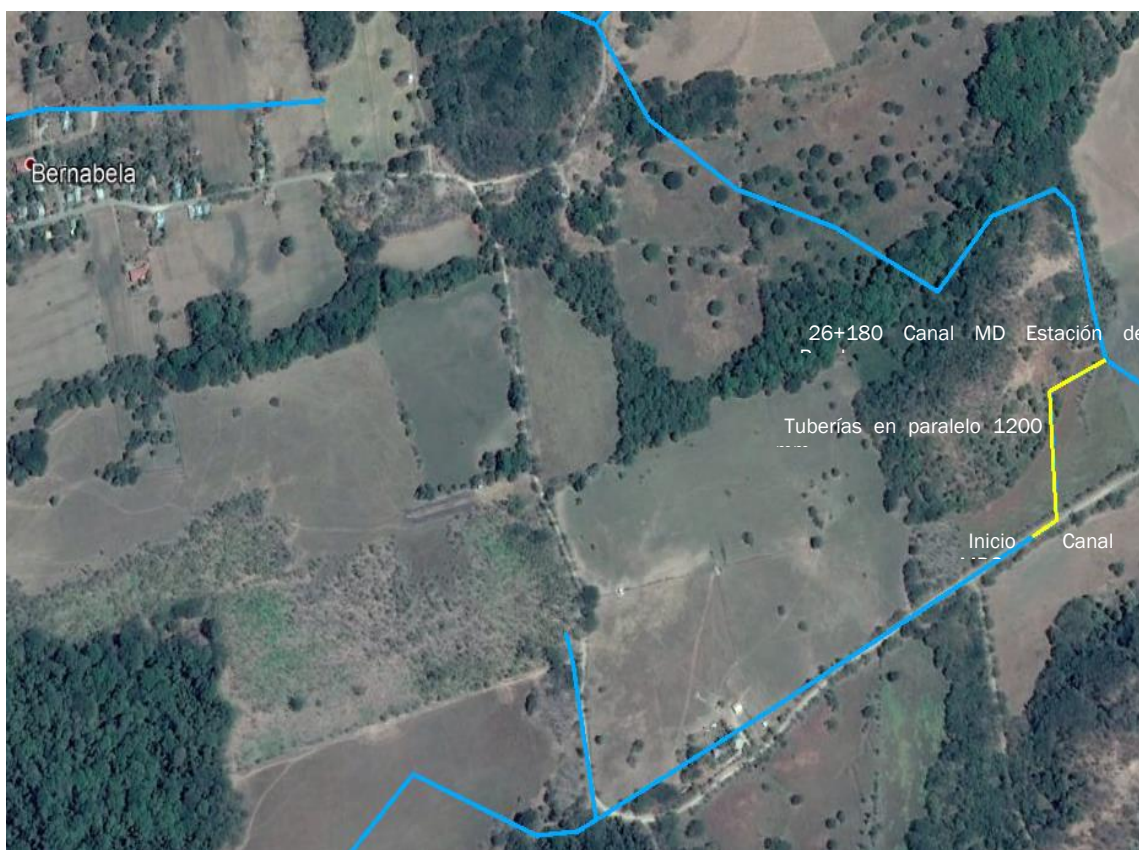


Ilustración 4 36. Trazo de tubería presurizadas para el abastecimiento del Canal MD 8

Debido a la diferencia de nivel existente entre ambos canales y para elevar el agua hasta el canal MD 8 se requiere de una estación de bombeo compuesta de 9 motobombas eléctricas en paralelo, donde cada bomba suplirá un caudal de 523 l/s con una carga dinámica 18 metros para potencia teórica de 150 KW por bomba.

4.5.5.2 Topografía

Preliminarmente se trazaron las posibles rutas, desde los puntos de suministro de agua hasta los posibles sitios donde se planea almacenar el agua para su posterior distribución.

Una vez determinada la trayectoria de la tubería se realiza el levantamiento planimétrico de las diferentes líneas, ubicándose todos aquellos puntos altos y bajos, así como cualquier otro punto de interés como cruces de ríos y caminos entre otros, que pueden ser críticos para la colocación de la tubería.

Se utilizó el GPS para determinar de manera más precisa las elevaciones de todos los puntos de importancia en la trayectoria y de esta manera ajustar las diferencias de elevación entre los puntos de bombeo y almacenamiento. Una vez corregidas y ajustadas las elevaciones se elaboran los planos de planta y perfil necesarios para el diseño hidráulico del Paacume.

Con los perfiles, se ubicaron los sitios de bombeo y rebombes garantizando carga suficiente para que el agua llegue a los reservorios sin ningún problema.

4.5.5.3 Distribución

A partir de cada reservorio el agua debe ser repartida a través varias redes de tuberías de distribución que deben incluir los dispositivos para la entrega y medición del volumen asignado a cada usuario. Estos dispositivos se ubicarán en los sitios donde los usuarios definan el punto de entrega. La metodología de distribución por demanda continua y otorgándole a cada usuario un volumen de agua diario que le permita hacer frente a sus necesidades. El cobro del agua se recomienda que sea por volumen, por lo que se debe disponer de todos los mecanismos de control para la medición apropiada.

En esta etapa no se tienen definidos los posibles usuarios del Paacume; aspecto fundamental para determinar el alineamiento y las características de la red de distribución. Por lo tanto, el alcance de esta primera etapa se limitará a llevar el agua desde los canales de distribución (cota 30 ms.n.m.) hasta los reservorios ubicados en los puntos altos de las zonas costeras y se propone que posteriormente mediante la inversión privada de los mismos usuarios, el agua sea distribuida a cada uno conforme a la asignación definida de acuerdo con sus requerimientos.

Para mantener el control en las presiones y las condiciones de bombeo, tampoco se considera utilizar las líneas presurizadas de conducción (bombeo) para distribuir agua a los usuarios.

4.5.5.4 Diseño hidráulico

4.5.5.4.1 Red conducción presurizada a zona costera

Con los puntos de demanda definidos (Huacas, Potrero y El Coco) y los sitios donde se tomará agua en los canales CA 2 y MD 8, se realiza el trazo de cada línea de conducción buscando utilizar los caminos vecinales para poder realizar la construcción utilizando medios mecánicos. Una vez definida la trayectoria y con el perfil longitudinal de cada línea se procede a ubicar los sitios de bombeo y re-bombeo, los cuales estarán interconectados por medio de tuberías y reservorios. El diseño hidráulico de los diferentes tramos de tuberías implica la definición de los diámetros y calibres de tubería requeridos y el cálculo de las presiones requeridas en las estaciones de bombeo para transportar un caudal de entre los 465 a 475 l/s por cada línea.

4.5.5.4.2 Método constructivo

El alineamiento de la conducción se ubica a orillas de caminos privados y públicos, razón por la cual facilita que la excavación se realice en forma mecánica. Las zanjas se abrirán con un ancho y un alto que depende del diámetro del tubo y que se presentan en la Tabla 4 52. Mientras dura la instalación, la tierra producto de la excavación se ubicará a un lado de la zanja y luego de colocado el tubo y sus accesorios, se utilizará para cubrir la tubería con capas sucesivas, las cuales se compactarán hasta dejar el terreno como estaba en su forma original.

Tabla 4 52. Características geométricas de las zanjas por línea individual de tubería

Diámetro tubo (mm)	Ancho zanja (m)	Alto zanja (m)
250	1,00	1,00
600	1,00	1,50
Mayor 600	1,50	1,90

Además, se colocarán los anclajes y recubrimientos de tubería con concreto para brindarle soporte a los tubos y las válvulas de protección y control antes de cerrar las zanjas. Una vez cerradas las zanjas se procederá a realizar la reparación de los caminos reponiendo el asfalto o lastre que se haya deteriorado durante el periodo de instalación.

De forma paralela a la construcción de anclajes se inicia con la construcción de las casetas y colocación de acometidas eléctricas y bancos de transformadores, para que una vez realizada esta tarea se realice la colocación de las bombas y sus distintos componentes electromecánicos.

Finalmente, en otro frente de trabajo independiente se procede con la excavación de los reservorios, para posteriormente realizar la impermeabilización de los mismos y la construcción de las aceras perimetrales y mallas de protección.

4.5.5.4.3 Componentes

A continuación, se hace una breve descripción de las características de los principales componentes requeridos para las redes de conducción que llevarán el agua desde los canales de riego hasta los cerros ubicados frente a la costa en los sectores de Huacas, Potrero y El Coco.

4.5.5.4.3.1 Tuberías y accesorios

La mayor parte de la conducción de agua se hará mediante tubería de PVC con espesores de pared lo suficientemente resistentes a la presión hidrostática a la que estarán sometidas, producto de la presión generada por las bombas y las diferencias de nivel a lo largo de la línea.

Para la determinación del diámetro de la tubería se hace un estudio de la diferencia de nivel que deben vencer las bombas entre la fuente y los sitios donde se debe entregar el agua. Un procedimiento para la selección preliminar del diámetro es usando la fórmula de Bresse.

$$D = 1,3 * \left(\frac{N}{24}\right)^{0,25} * Q^{0,5}, \text{ donde}$$

N = Horas Bombeo

D = Diámetro en m

Q = Caudal de Bombeo en m³/s

Determinado un valor D, se escogen dos (2) diámetros comerciales en torno al valor de Bresse, procurando mantener velocidades del fluido entre 0,6 a 2,5 m/s, posterior a esto determinan la carga dinámica total y potencia de los equipos requeridos en cada caso. El análisis de costos que involucra tuberías, equipo y costos de operación y mantenimiento permitirá seleccionar el diámetro de mínimo costo.

Otro parámetro importante a considerar es que el espesor de pared de la tubería se encuentre dentro del rango de trabajo de esta para soportar la presión estática y las sobrepresiones a que estará sometida. Luego se realiza la estimación de pérdidas por fricción para conocer la carga real disponible en cada toma y se verifica si es la adecuada según la demanda de diseño.

Cabe destacar que al valor calculado de pérdidas por fricción se le incluyen las pérdidas secundarias, o sea, todas aquellas perdidas de presión generadas por los accesorios y otros componentes que se encuentran colocados a lo largo de la línea de conducción mediante la expresión $h=KV^2/2g$, donde K depende del tipo de accesorio, considerando que la mayor cantidad de accesorios a utilizar son curvas se toma como valor de K=0.8.

Es importante recordar a la hora de calcular los materiales que estas tuberías deben contar con todos los accesorios necesarios para su ensamble, los cuales deben de

estar diseñados para soportar las máximas presiones a las que estará sometida la tubería.

A este tramo analizado se le suma la sobrepresión ocasionada por el golpe de ariete y se revisa si la cédula del tubo escogido soporta toda la carga acumulada.

La primera línea de conducción posee un trazo de 9,56 kilómetros para transportar 475 l/s desde el canal MD 8 en la estación 31+000 llevando el agua hasta un punto alto en el sector de Huacas, a lo largo de su recorrido se construirán reservorios en cada sitio de rebombeo hasta llegar al final de la línea donde se construirá un reservorio para su posterior distribución por gravedad hasta la zona costera en los alrededores de Brasilito, Conchal, Puerto Viejo, Playa Grande y Tamarindo.

En la Tabla 4 53 se muestra el resumen de los cálculos hidráulicos de esta red de tubería en el que se definen tres tramos de tubería cuya división obedece a la impulsión del agua en cada uno de ellos mediante las estaciones de bombeo.

Tabla 4 53. Resumen hidráulico Conducción 1

Línea Canal MD8 a Huacas												
Caudal	Tramo	Diámetro	Rugosidad	Area	Velocidad	Longitud	Reynolds	Factor Fricción	Pérdidas	Pérdidas Unitarias	Carga Inicial	Carga Final
Q	T	D	e	A	V	L	Re	f	h _f	h _f	H _i	H _f
(lps)	(#)	(mm)	(mm)	(m ²)	(m/s)	(m)	(adim)	(adim)	(m)	(m)	(m)	(m)
475.00	1.00	514.6	0.05	0.2080	2.284	5,536.26	1.172E+09	0.0119	34.12	0.01	80.00	23.36
475.00	2.00	514.6	0.05	0.2080	2.284	2,679.10	1.172E+09	0.0119	16.51	0.01	80.00	16.23
475.00	3.00	514.6	0.05	0.2080	2.284	1,542.09	1.172E+09	0.0119	9.50	0.01	80.00	91.26
	Total	-	0.05	-	-	9,757.45	-	-	60.14			

En la Ilustración 4 37 se muestra de manera gráfica los sitios donde se colocan las estaciones de bombeo y la variación de la presión a lo largo de la trayectoria, se nota que en los sitios donde la carga dinámica sube verticalmente obedece a la colocación de una estación de bombeo que impulsa nuevamente el agua hacia sectores más elevados.

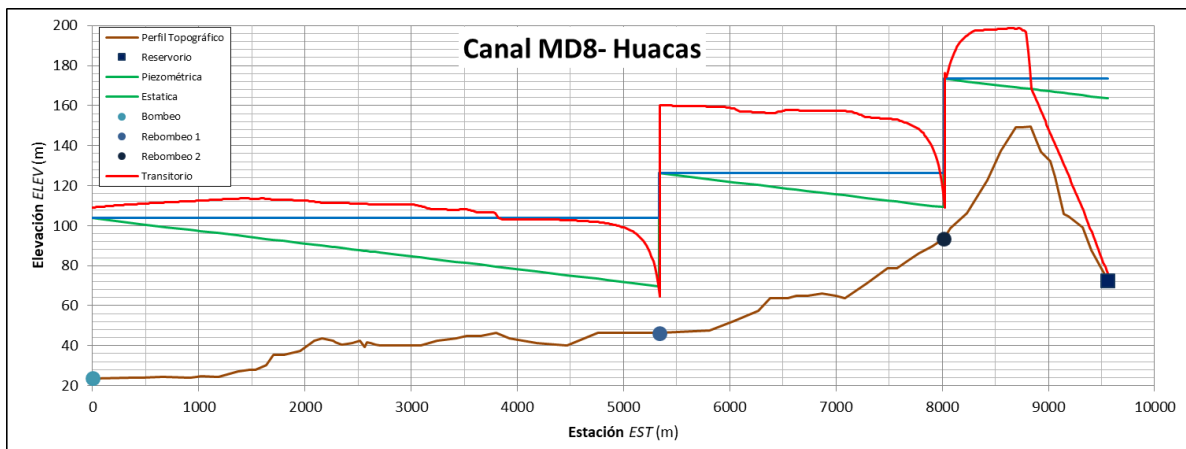


Ilustración 4 37. Perfil topográfico Conducción 1

La segunda línea de conducción definida, bombeará 465 l/s desde el canal MD 8 en la estación 32+347, posee un trazo de 18,26 kilómetros, en diámetros de 600 y 500 mm con la finalidad de llevar el agua hasta un punto alto en el sector de Tempate desde el que se llevara por gravedad el agua a los poblados que se ubican en los alrededores de Cartagena, Tempate, Potrero y Flamingo. En esta línea se construirán dos reservorios más uno en Cartagena y otro en la zona baja de Tempate.

En la Tabla 4 54 se muestra el resumen de los cálculos hidráulicos de esta red de tubería.

Tabla 4 54. Resumen hidráulico Conducción 2

Línea Canal MD8 A Potrero												
Caudal	Tramo	Diámetro	Rugosidad	Area	Velocidad	Longitud	Reynolds	Factor Fricción	Pérdidas	Pérdidas Unitarias	Carga Inicial	Carga Final
Q	T	D	e	A	V	L	R_e	f	h_f	h_f	H_i	H_f
(lps)	(#)	(mm)	(mm)	(m ²)	(m/s)	(m)	(adim)	(adim)	(m)	(m)	(m)	(m)
465.00	1.0	615	0.08	0.2971	1.565	8,010.80	9.598E+08	0.0126	20.53	0.00	80.00	28.38
465.00	1.1	514.6	0.06	0.2080	2.236	1,608.20	1.147E+09	0.0123	9.84	0.01	28.38	13.07
465.00	2.0	615	0.08	0.2971	1.565	2,726.40	9.598E+08	0.0126	6.99	0.00	80.00	52.23
465.00	2.1	514.6	0.06	0.2080	2.236	4,414.60	1.147E+09	0.0123	27.00	0.01	52.23	12.93
465.00	3.00	615	0.08	0.2971	1.565	1,505.90	9.598E+08	0.0126	3.86	0.00	85.00	5.46
	Total	-	0.08	-	-	18,265.90	-	-	68.21			

En la Ilustración 4 38 se muestra de manera gráfica los sitios donde se colocan las estaciones de bombeo y la variación de la presión a lo largo de la trayectoria.

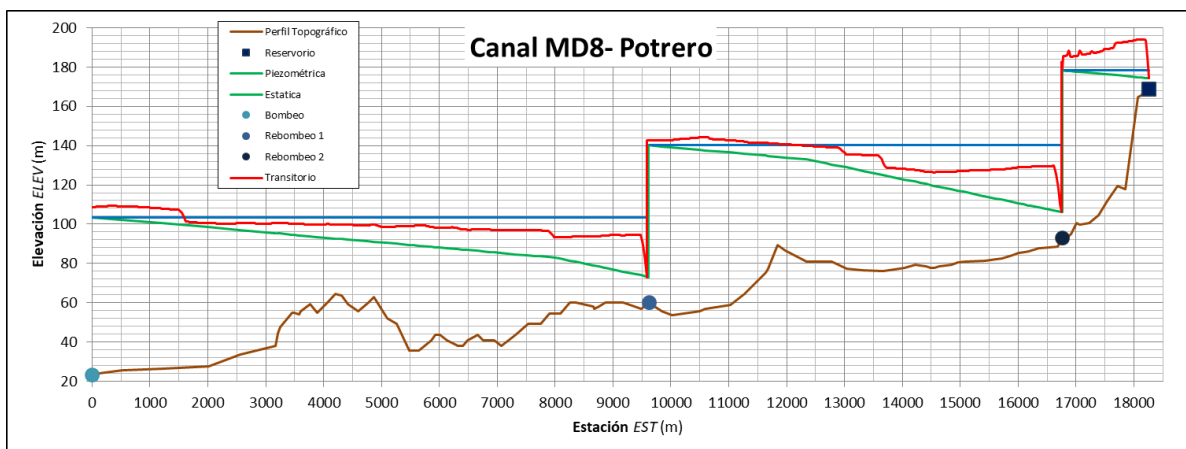


Ilustración 4 38. Perfil Topográfico Conducción 2

La tercera línea de conducción posee un trazo de 12,2 kilómetros, para transportar un caudal de 465 l/s desde el canal CA 2 en la estación 10+963, (Finca las Huacas) hasta un punto alto en el sector del Coco, desde el que se llevará el agua por gravedad a los poblados que se ubican en los alrededores de Papagayo Sur, Playa Panamá, Playa Hermosa, Playas del Coco y Playa Ocotál. En la Tabla 4 55 se muestra el resumen de los cálculos hidráulicos de esta red de tubería.

Tabla 4 55. Resumen hidráulico Conducción 3

Línea Canal CA2 al Coco												
Caudal Q (lps)	Tramo T (#)	Diámetro D (mm)	Rugosidad e (mm)	Area A (m ²)	Velocidad V (m/s)	Longitud L (m)	Reynolds Re (adim)	Factor Fricción f (adim)	Pérdidas h_f (m)	Pérdidas Unitarias h_f (m)	Carga Inicial H_i (m)	Carga Final H_f (m)
465.00	1.0	514.6	0.06	0.2080	2.236	2,617.40	1.147E+09	0.0123	16.01	0.01	85.00	15.09
465.00	2.0	514.6	0.06	0.2080	2.236	2,062.10	1.147E+09	0.0123	12.61	0.01	85.00	45.95
465.00	2.1	615	0.08	0.2971	1.565	2,866.40	9.598E+08	0.0126	7.34	0.00	1.00	82.51
465.00	2.2	514.6	0.06	0.2080	2.236	3,462.40	1.147E+09	0.0123	21.18	0.01	82.51	13.55
465.00	3.0	615	0.06	0.2971	1.565	494.20	9.598E+08	0.0119	1.20	0.00	85.00	34.91
465.00	3.1	514.6	0.06	0.2080	2.236	716.30	1.147E+09	0.0123	4.38	0.01	34.91	12.06
	Total	-	0.06	-	-	12,218.80	-	-	62.72			

La Ilustración 4 39 muestra de manera gráfica los sitios donde se colocan las estaciones de bombeo y la variación de la presión a lo largo de la trayectoria.

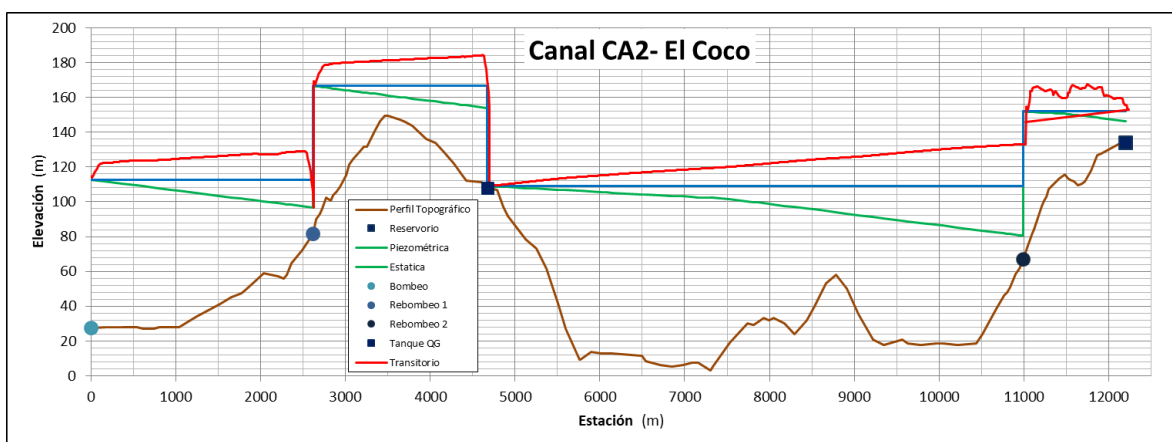


Ilustración 4 39. Perfil Topográfico Conducción 3

Adicionalmente se construirá una cuarta línea de conducción que se ubica en los alrededores del poblado de San Blas de Carrillo, que consta de dos tuberías en paralelo con una longitud de 1,59 kilómetros, con diámetros entre 1.050 y 900 mm cada una, con el fin de transportar un caudal total de 3,4 m³/s desde el canal principal MD en la estación 3+410 con cota 20,72 ms.n.m. hasta el canal CA 2 con cota 33,29 ms.n.m. En la Tabla 4 56 se muestra el resumen de los cálculos hidráulicos de esta red de tubería.

Tabla 4 56. Resumen hidráulico Conducción 4

Línea Canal MD a Canal CA2												
Caudal Q (lps)	Tramo T (#)	Diámetro D (mm)	Rugosidad e (mm)	Area A (m ²)	Velocidad V (m/s)	Longitud L (m)	Reynolds Re (adim)	Factor Fricción f (adim)	Pérdidas h_f (m)	Pérdidas Unitarias h_f (m)	Carga Inicial H_i (m)	Carga Final H_f (m)
1700.00	1.0	1082.8	0.08	0.9208	1.846	1,362.30	1.993E+09	0.0113	2.48	0.00	20.30	9.77
1700.00	1.1	934.7	0.06	0.6862	2.478	631.00	2.309E+09	0.0110	2.33	0.00	9.77	2.92
	Total		0.08			1,993.30			7.35			

La Ilustración 4 40 muestra de manera gráfica la ubicación de la estación de bombeo y la variación de la presión a lo largo de la trayectoria.

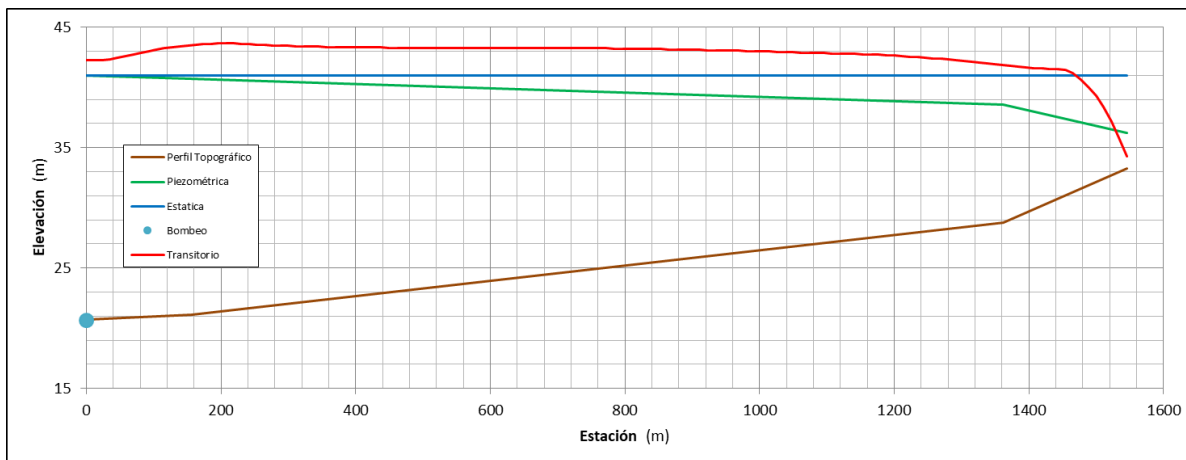


Ilustración 4 40. Perfil topográfico Conducción 4

Finalmente se tiene una quinta línea de conducción que se ubica en los alrededores del poblado de Bernabela de Carrillo, consta de dos tuberías en paralelo de 1.200 mm de diámetro cada una y con una longitud de 0,47 kilómetros que eleva 4,7 m³/s del canal principal MD en la estación 26+180 con cota 15,72 ms.n.m. al canal MD 8 con cota 27,5 metros. En la Tabla 4 57 se muestra el resumen de los cálculos hidráulicos de esta red de tubería.

Tabla 4 57. Resumen hidráulico Conducción 5

Línea Canal MD a Canal CA2												
Caudal	Tramo	Diámetro	Rugosidad	Area	Velocidad	Longitud	Reynolds	Factor Fricción	Pérdidas	Pérdidas Unitarias	Carga Inicial	Carga Final
Q	T	D	e	A	V	L	R_e	f	h_f	h_f	H_i	H_f
(lps)	(#)	(mm)	(mm)	(m ²)	(m/s)	(m)	(adim)	(adim)	(m)	(m)	(m)	(m)
2350.00	1.0	1236.2	0.08	1.2002	1.958	472.70	2.413E+09	0.0110	0.83	0.00	20.30	7.72
	Total		0.08			472.70			0.83			

La Ilustración 4 41 muestra de manera gráfica la ubicación de la estación de bombeo y la variación de la presión a lo largo de la trayectoria.

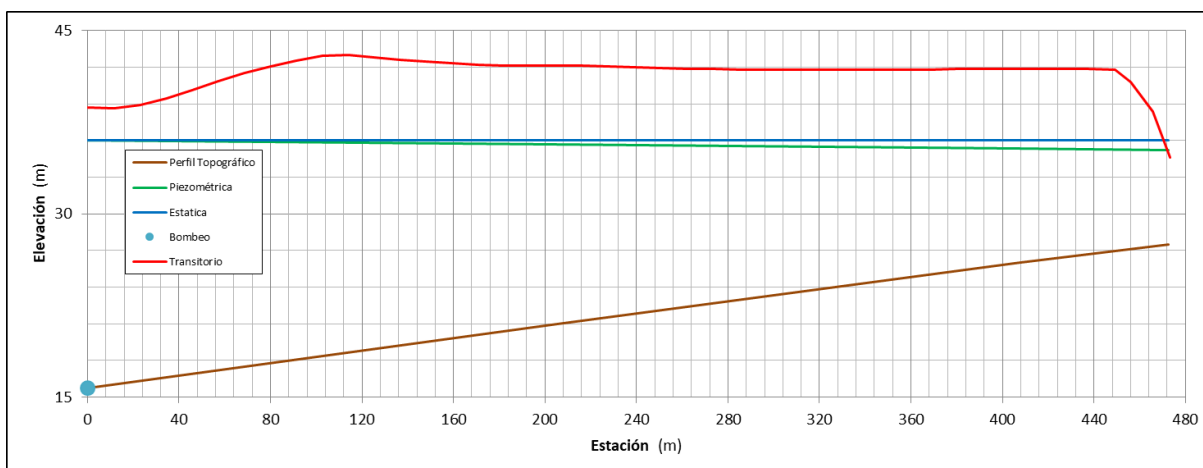


Ilustración 4 41. Perfil topográfico Conducción 5

La memoria de cálculo completa de cada línea de conducción incluyendo el cálculo de la sobrepresión por golpe de ariete puede verse en el Anexo 4.2.4

4.5.5.4.3.1.1 Cálculo de golpe de ariete

El golpe de ariete se puede calcular con las fórmulas y teorías de: Michaud, Vensano; de Spare; Teoría Inelástica de Johnson o la de Allieve. Por su simplicidad se aplicará la teoría de Allieve para el cálculo del golpe de ariete, la cual se resume a continuación:

Datos requeridos para calcular el aumento de presión:

D = Diámetro de la tubería (m)

e = Espesor de la tubería (m)

g = Aceleración de la gravedad (m/s²)

C = Celeridad (m/s)

$$C = \frac{9900}{(\sqrt{47.3+36(D/e)})}, \text{ para tuberías de PVC rígido.}$$

L = Longitud de la tubería (m)

Ho = Carga Estática (m)

Vo = Velocidad en la línea (m/s)

Tc = Tiempo crítico, donde, $T_c = 2L/a$

T = Tiempo para que el caudal sea nulo, donde, $T = 1 + kLV_o/g Ho$

k = Coeficiente experimental, para valores de L menores de 2.000 m, $k = 2 - 0.0005L$

Constante K de la tubería: $k = CV_o/2gHo$ Con K, Tc y T, se halla: $N = T / T_c$ (Tiempo relativo de maniobra).

El resultado de la sobrepresión en las tuberías se obtendrá a partir del Ábaco de Allieve, en la intersección de K y N lleva las líneas diagonales dan la relación $(Ho + y) / Ho$ donde “y” representa el aumento de presión. Se determina la presión a la carga total en la línea producida por el golpe de ariete y la clase de tubería adecuada.

De la Ilustración 4 43 a la Ilustración 4 45 se muestran en rojo las sobrepresiones que se generan en la tubería por el apagado súbito de las bombas producto de un corte de energía, en dicho cálculo se toma en cuenta la utilización de válvulas anticipadoras de onda en cada estación de bombeo que descargan libremente el caudal a los reservorios.

La otra parte del fenómeno de golpe de ariete son las sub-presiones que se generan, las medidas de mitigación que se adoptan para evitar la separación de columna consideran la ubicación de válvulas de tipo doble propósito con dispositivo “non slam”.

Esta válvula permite la entrada de aire con caudales muy elevados a través de su orificio nominal (el orificio grande), pero cuando la columna de agua retorna, el aire que se descarga a través de la válvula hace que se eleve un disco con un orificio

mucho más pequeño, el cual cubre el orificio grande para regular la salida del aire a través del orificio pequeño.

Para el caso de las presiones máximas se colocaron válvulas anticipadoras de onda en las estaciones de bombeo y se reforzaron los espesores de las tuberías en aquellos tramos que estarían sometidos a una sobrepresión mayor a la presión de trabajo máxima de la tubería, además como norma general se recomienda el cierre lento de las válvulas de control y cada bomba contara con una válvula hidráulica del tipo control de bomba con Check para regular los caudales de descarga de las bombas durante el arranque y paro de éstas.

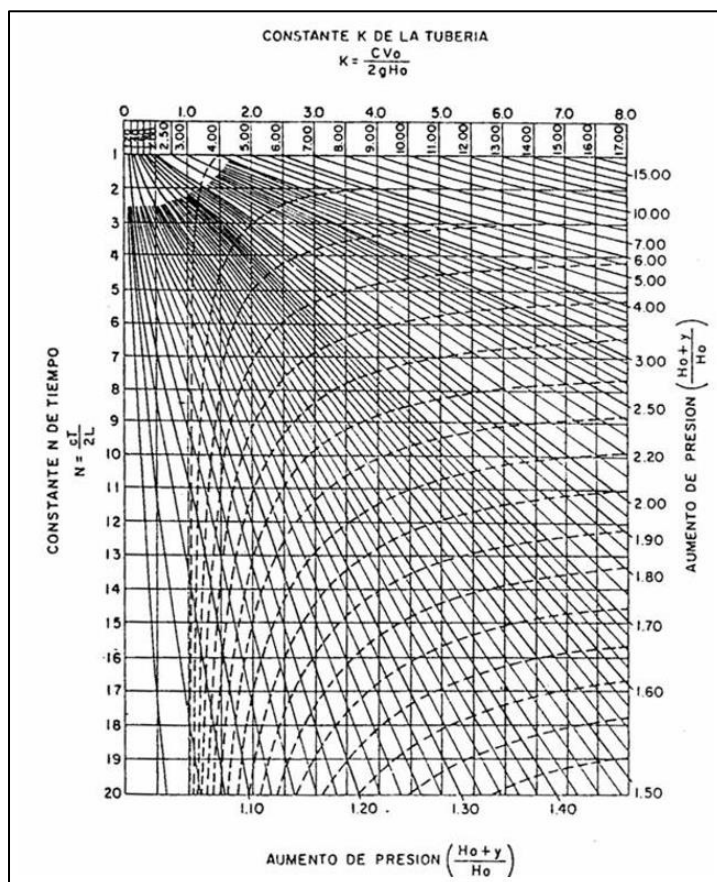


Ilustración 4 42. Ábaco de Allievi

Fuente: J. M Azevedo, N. Acosta, 1975

Las medidas para evitar el golpe de ariete son:

- Limitación de la velocidad en las tuberías.
- Cierre lento de válvulas y registros, construcción de piezas que no permitan la obstrucción muy rápida.
- Empleo de válvulas y dispositivos mecánicos especiales, válvulas de alivio, anticipadoras de onda.

- Utilización de tuberías que puedan soportar sobrepresiones ocasionadas por el golpe de ariete.
- Construcción de calderines capaces de absorber los golpes, permitiendo la oscilación de agua.

4.5.5.4.3.2 Válvulas de control y distribución

Se utilizan para el control de flujo hacia las tuberías y para este diseño se tienen tipos diferentes de válvulas, de acuerdo con la función que desempeñan.

4.5.5.4.3.2.1 Válvula de compuerta en línea

Son ubicadas en un punto específico de la red con el fin de interrumpir el flujo de agua hacia alguna tubería en particular, permitiendo aislarla y de esta forma hacer reparaciones en la misma sin afectar el servicio de riego en el resto del sistema aguas arriba del sitio donde de la válvula más cercana al daño. Por su concepción funcionan normalmente abiertas.

4.5.5.4.3.2.2 Válvulas de aire

Con base en el perfil del terreno a lo largo de la línea de conducción, se identificaron los puntos altos en donde se podría acumular aire y que puede provocar obstrucciones, además en aquellos tramos con pendientes regulares se colocan a distancias no mayores a 350 metros.

Las válvulas de aire que se utilizarán son de 100 mm para una presión de trabajo de 160 metros, serán del tipo combinadas, permitiendo la entrada y salida del aire durante el vaciado y llenado de la tubería y durante la operación normal del sistema facilita la salida continua del aire liberado por la turbulencia del fluido. Además, contará con dispositivos anti golpe de ariete para evitar estos problemas por la salida del aire a alta velocidad.

Estas válvulas se conectan mediante un niple de hierro de 100 mm y longitud variable procurando que las mismas queden a una altura de un m sobre la superficie del terreno.

4.5.5.4.3.2.3 Válvula de alivio

Esta es un tipo de válvula hidráulica ajustada para controlar las sobrepresiones en la tubería generadas por el golpe de ariete, las válvulas hidráulicas poseen dispositivos que permiten regular las condiciones de agua utilizando la propia energía del fluido circulante, en caso que se presente una sobrepresión, esta válvula de abre hasta que la presión vuelva a la normalidad evitándose de esta manera rupturas en la tubería. Son calibradas para que su apertura se efectúe cuando la presión de la tubería se eleve 5 metros por encima de la carga estática del punto donde se ubica. Para evitar

que sean manipuladas por personas no autorizadas se las instalará una caja metálica provista con un candado.

Las válvulas de alivio están localizadas en puntos cercanos a las válvulas de compuerta o en aquellos sitios sometidos a altas presiones estáticas y en este caso particular en el Paacume se contempla la colocación de una válvula de alivio.

4.5.5.4.3.2.4 Válvula de control de bomba

La válvula elimina el golpe causado por el arranque y el apagado de la bomba. Es activada por una señal eléctrica, se abre gradualmente durante el arranque de la bomba y se cierra lentamente antes que la bomba deje de operar. La válvula se cerrará automáticamente de manera hermética en caso de un paro eléctrico (check).

La válvula propiamente es hidráulica de cierre directo por diafragma, será activada por la presión en la línea o por una presión externa hidráulica o neumática. En la parte electrónica, la válvula será operada por un solenoide con válvulas de control de rapidez durante el arranque y el cierre.

Por ser de tipo de diafragma, permite mantenimiento en línea por no existir ejes, juntas o cojinetes situados dentro del paso de agua, situación que a su vez minimiza las pérdidas de presión en la válvula.

El tamaño de la válvula será igual al de la línea de descarga de la bomba debiéndose verificar que la velocidad máxima de flujo para operación continua no sobrepase los 3,0 m/s.

El tiempo de cierre está relacionado a lo largo de la tubería y debe extenderse para tuberías más largas ($T_c = 2L/c$). Para situaciones de paro eléctrico, es conveniente agregar una válvula retención de reacción rápida y una válvula anticipadora de golpe de ariete para aliviar cualquier problema de ese tipo.

4.5.5.4.3.2.5 Válvula anticipadora de onda

Protege el sistema de bombeo de golpes de ariete causados por el paro repentino de la bomba (debido a un paro eléctrico, por ejemplo). La válvula es una válvula de alivio montada en derivación a la tubería principal, que se abre instantáneamente cuando la bomba deja de operar, aliviando la presión alta de onda negativa. Se cierra lentamente cuando la presión vuelve a su valor estático, funciona al mismo tiempo como válvula de alivio de presión.

La válvula es activada por la presión en la línea o por una presión externa hidráulica o neumática, el tubo sensor debe conectarse a la tubería principal y es conveniente instalar una válvula manual de separación a aguas arriba de la válvula que permita darle servicio. Es controlada por una válvula piloto de alivio de presión que se abre al

llegar a una presión baja según un valor prefijado y otra válvula piloto para la presión alta prefijada.

El diámetro mínimo de la válvula puede ser aproximado mediante la siguiente relación:

$$D(mm) = \sqrt{(250 * Q(m^3/h) / \sqrt{H(m)}}$$

4.5.5.4.3.3 Reservorios

En los seis puntos donde se deben colocar rebombeos y los cuatro sitios estimados para el almacenamiento, existen condiciones favorables para la construcción de reservorios con capacidad suficiente para almacenar las aguas que se bombean con las tres líneas durante 10 horas diarias (50.580 m³). Por lo que el volumen total de almacenamiento es fraccionado en reservorios más pequeños ubicados a lo largo de las líneas y entregas puntuales que se hacen con el fin de solventar necesidades locales de las comunidades por donde pasan las tuberías. En la Tabla 4 58, se muestra la ubicación de cada reservorio.

Tabla 4 58. Ubicación de reservorios

Res.	Lugar	Longitud	Latitud	Cota (ms.n.m.)	Función	Volumen (m ³)
I.1	Huacas	306901,07	1147006,05	72,75	Almacenamiento	4.500
I.2	Tempate	310164,56	1155078,79	168,87	Almacenamiento	3.000
I.3	El Coco	315986,44	1167956,18	134,32	Almacenamiento	10.500
I.4	Lorena	313671,83	1146247,99	34,18	Almacenamiento	3.000
II.1	C. Punta Piedra	321079,01	1169650,13	81,59	Rebombeo	1.500
II.2	Playa Hermosa	316086,42	1168813,37	66,96	Rebombeo	2.500
II.3	Cartagena	315250,16	1149987,72	60,10	Re-Bombeo Almacenamiento	5.750
III.1	Tempate bajo	310873,98	1154264,75	93,19	Re-Bombeo Almacenamiento	5.750
III.2	Portegolpe	310091,52	1145240,20	46,25	Re-Bombeo Almacenamiento	3.500
III.3	El Llano	308132,08	1146540,64	93,51	Re-Bombeo Almacenamiento	3.500

Con el volumen almacenado en cada línea se tiene capacidad suficiente para regar 1.200 hectáreas diarias (partiendo de un requerimiento de 48 m³/ha/día). Estos reservorios serán excavados en el suelo y recubierto con un geotextil y una membrana sintética para evitar infiltraciones. Partiendo del volumen promedio almacenado, sus dimensiones preliminares serán de 40 x 30 x 4 metros y estarán provistos de las estructuras de cerramiento necesarias para evitar el ingreso de personas ajenas al Paacume.

A cada reservorio excavado se le coloca el revestimiento con una geomembrana fabricada con resina de polietileno de alta densidad virgen de primera calidad y compuesta aproximadamente por un 97,5% de polietileno, de al menos 1,50 o un mm de espesor, debidamente termosoldada o termosellada; colocada sobre una capa de geotextil no tejido de mínimo 250 g/m².

La geomembrana, cubrirá toda la superficie del reservorio, incluyendo las trincheras de 0,35-0,50 (fondo borde) x 0,50 (altura) centímetros para el anclaje en todo el perímetro externo del reservorio, el anclaje a las uniones en el cabezal de entrada, así como la cobertura de conexiones a tuberías y anclajes a estructuras metálicas y concreto. Debido a las dimensiones de los reservorios y la condición sísmica de la zona se requiere realizar estudios geotécnicos en cada sitio donde se colocarían los reservorios con el fin de determinar la capacidad soportante de esos suelos con el fin tomar las medidas necesarias durante la construcción y para darle seguridad a la obra.

4.5.5.4.3.4 Estaciones de bombeo

El proyecto Paacume contará con 12 estaciones de bombeo para elevar el agua en diferentes puntos del proyecto, dentro de las que se tienen las 9 estaciones de bombeo que impulsaran el agua desde los canales hasta las zonas costeras, 2 estaciones de bombeo para elevar el agua a canales de cota superior en la red de distribución de la margen derecha y finalmente una estación para elevar el nivel en el canal Oeste tramo III en las cercanías del paso del río Tempisque.

4.5.5.4.3.4.1 Estaciones de Bombeo en líneas a zona costera

Para llevar el agua hasta las zonas costeras se plantea usar nueve estaciones de bombeo de características similares, tres por la línea de conducción, colocadas en serie con el fin de no bombear desde un solo punto, con lo cual se evita el uso bombas de elevada potencia. Todas las bombas para utilizar en cada estación de bombeo son similares y poseen las características que se muestran en la Ilustración 4 43.

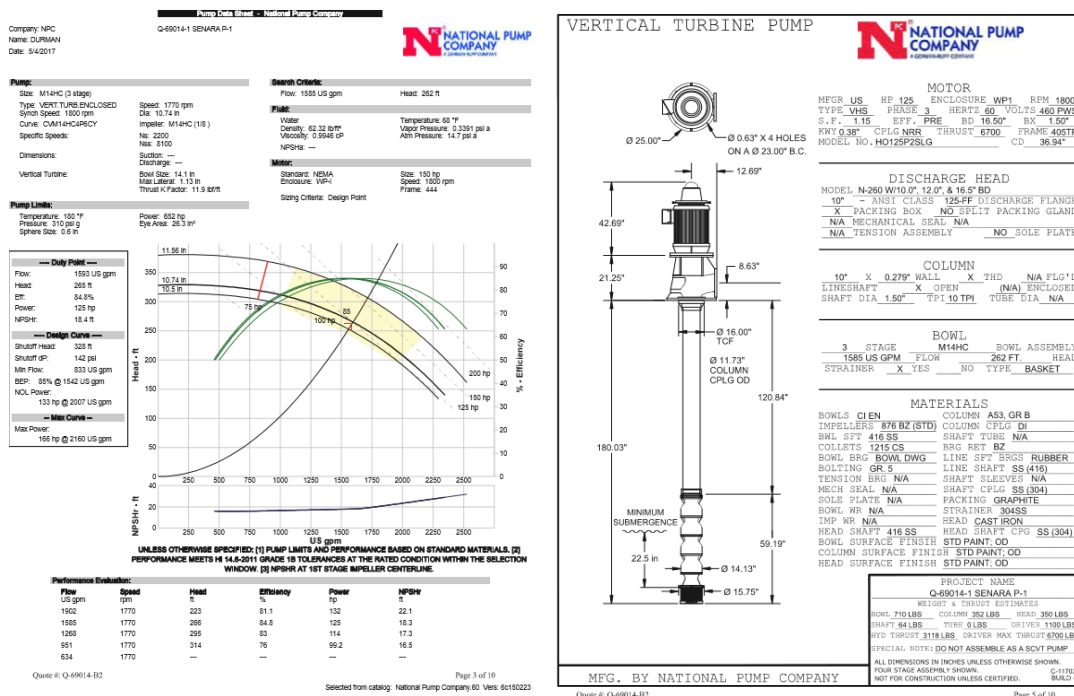


Ilustración 4 43. Curva característica y dimensiones de las bombas
Fuente: National Pumps Company

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, para la conducción Canal MD 8–Huacas se utilizarán 3 estaciones de bombeo de similares características, Cada estación estará provista de 5 bombas centrífugas con capacidad de impulsar 95 l/s a 80 m.c.a. (m de columna de agua), lo que implica una potencia teórica de 93,7 KW por bomba, las estaciones de bombeo para esta línea se ubican de acuerdo a como se indica en la Tabla 4 59.

Tabla 4 59. Estaciones de bombeo Conducción 1

Estación	Tipo	Ubicación	Estación	Cota
1	Bombeo	Canal MD 8 (31+000)	0+000	27,73
2	Re bombeo	Portegolpe	5+338	46,25
3	Re bombeo	El Llano	8+015	93,51

Para la conducción Canal MD 8–Potrero se colocarán 3 estaciones de bombeo de similares características, en cada estación se colocan de 5 bombas centrífugas de 93,7 KW cada una y con capacidad de impulsar 93 l/s a 85 m.c.a., dichas estaciones estarán ubicadas como se indica en la Tabla 4 60.

Tabla 4 60. Estaciones de bombeo Conducción 2

Estación	Tipo	Ubicación	Estación	Cota
1	Bombeo	Canal MD 8 (32+347)	0+000	27,73
2	Re bombeo	Cartagena	9+621	60,10
3	Re bombeo	Tempate	16+758	93,19

También, para la conducción Canal CA 2–El Coco, donde también se utilizarán 3 estaciones de bombeo similares, cada estación utilizará de 5 bombas centrífugas de 93,7 KW cada una y colocadas en paralelo con capacidad de impulsar 93 l/s a 85 m.c.a. por bomba y ubicadas de acuerdo con la Tabla 4 61.

Tabla 4 61. Estaciones de bombeo Conducción 3

Estación	Tipo	Ubicación	Estación	Cota
1	Bombeo	Canal CA 2 (10+963)	0+000	27,69
2	Re bombeo	Cerro Punta Piedra	2+616	81,59
3	Re bombeo	Playa Hermosa	10+990	66,96

4.5.5.4.3.4.2 Estaciones de Bombeo para elevar la cota en canales

Para la línea de conducción que subirá un caudal de 3,40 m³/s desde la estación 3+410 en el canal MD con cota 20,72 ms.n.m. hasta la cota 33,29 ms.n.m. en el inicio del canal CA 2 ubicado en las cercanías del poblado de San Blas de Carrillo, se

utilizará una estación de bombeo, compuesta de 7 bombas de turbina vertical con capacidad de impulsar cada una 486 l/s cada una y una carga de 22 m.c.a. para una potencia de 150 KW por bomba. Todas las bombas a utilizar son similares y poseen las características que se muestran en la Ilustración 4 44.

Además, en la estación 26+180 del canal MD en la cota 15,72 ms.n.m. se debe colocar otra estación de bombeo para elevar 4,70 m³/s hasta el inicio del canal MD 8 en la cota 27,5, para lo cual se requieren 9 bombas de turbina vertical con capacidad de impulsar 522 l/s cada una y una carga de 20 m.c.a. para una potencia de 150 KW por bomba. Todas las bombas a utilizar son similares y poseen las características que se muestran en la Ilustración 4 44.

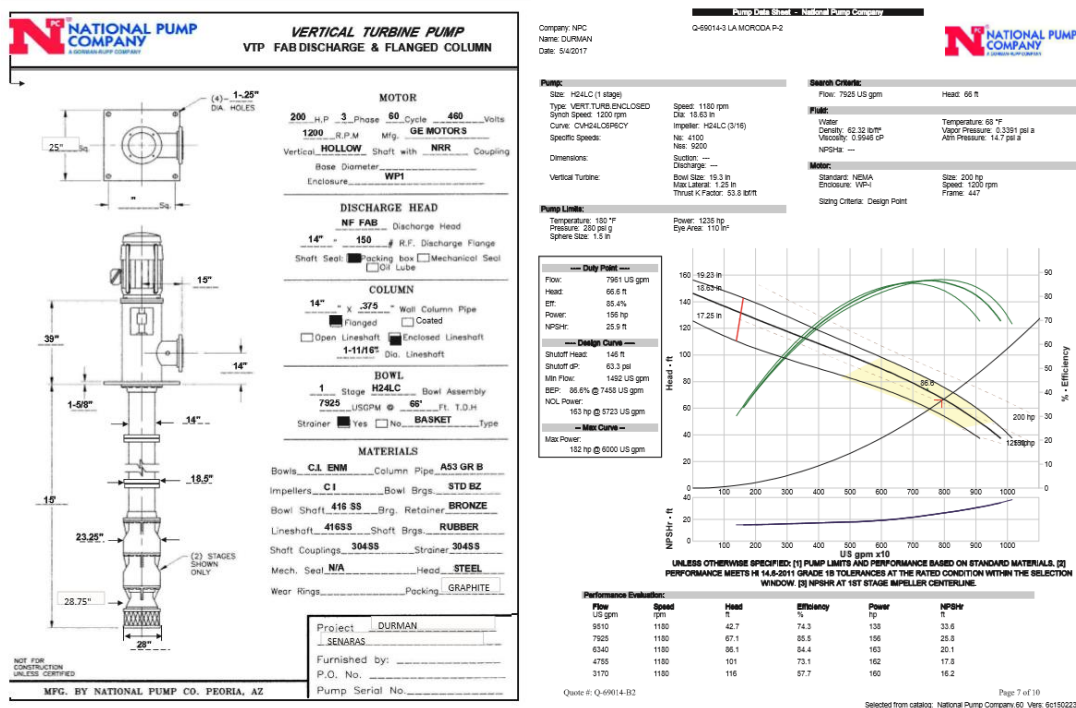


Ilustración 4 44. Curva característica y dimensiones de las bombas
Fuente: National Pumps Company

4.5.5.4.3.4.3 Estación de Bombeo para elevar la cota en el Canal Oeste III

En el canal Oeste tramo III en las cercanías del sifón para pasar el río Tempisque (49+730) se debe elevar el nivel del agua del canal de la cota 16,59 ms.n.m. a la cota 19,59 ms.n.m. en la estación 49+755, con el fin de compensar las pérdidas de carga en el sifón y dar una mayor elevación para la cota de inicio de la red de distribución en la margen derecha del Tempisque. Para lo cual se debe colocar una estación de bombeo con capacidad de impulsar un caudal de hasta 25,0 m³/s. La estación de bombeo, compuesta de 5 bombas axiales para un caudal de 5028 l/s cada una y una carga de 3,04 metros para una potencia de 220 KW por bomba. Todas las bombas a utilizar son similares y poseen las características que se muestran en la Tabla 4 45.

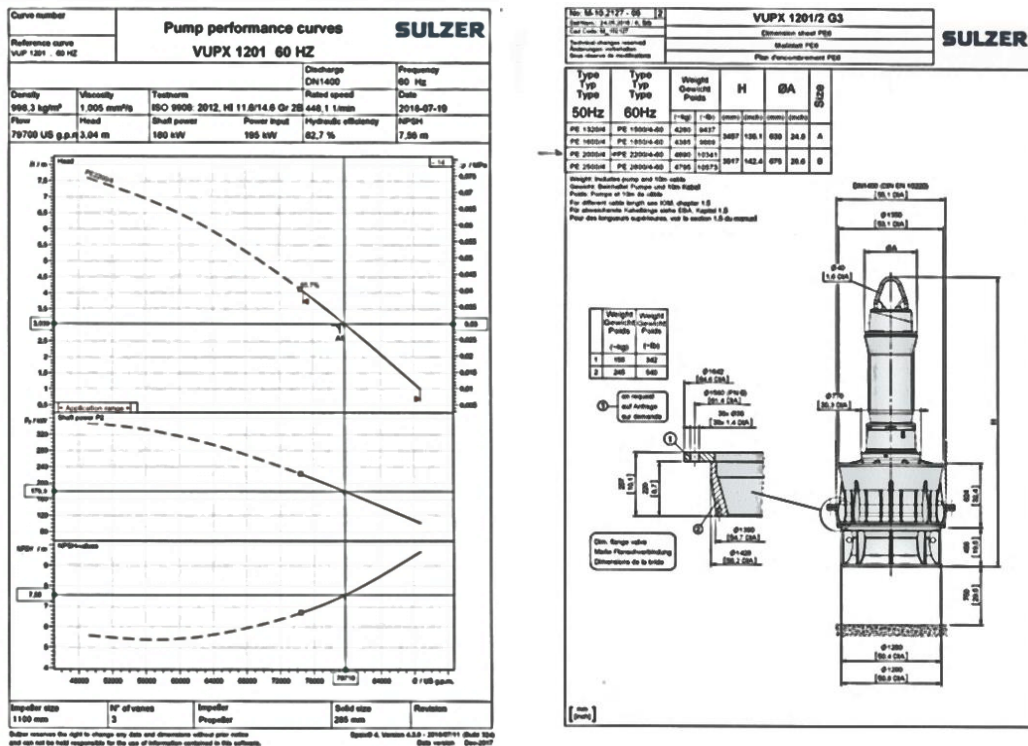


Ilustración 45. Curva característica y dimensiones de las bombas

Fuente: Sulzer Pumps Company

4.5.5.5 Red eléctrica

4.5.5.5.1 Estaciones de Bombeo en líneas a zona costera

En el caso de la línea a Playas del Coco, para la primera estación no se cuenta con líneas eléctricas que puedan suplir la corriente necesaria para el funcionamiento de las bombas (0,47 GW), por esta razón se debe de realizar una inversión en acometidas eléctricas de unos 2,20 kilómetros para llevar la electricidad hasta la caseta de bombeo. Adicionalmente se debe de colocar el banco de transformadores y las bombas deben contar con su respectivo panel de protección y el equipamiento electromecánico necesario.

Al igual que en el caso anterior, para las estaciones de bombeo en el canal MD 8 no se cuenta con líneas eléctricas que puedan suplir la corriente necesaria para el funcionamiento de las bombas (0,94 GW), por tal razón se debe de realizar una inversión en acometidas eléctricas de unos 2,4 kilómetros para llevar la electricidad hasta la caseta de bombeo en la estación 31+000 y de 1,4 kilómetros más para llegar a la caseta que se ubica estación 32+347 del canal MD 8.

4.5.5.5.2 Estaciones de Bombeo para elevar la cota en canales

Para la estación de bombeo para elevar los 3,4 m³/s desde la cota 20 a la cota 30 ms.n.m., en el sector de San Blas de Carrillo se debe realizar una inversión en bancos de transformadores y acometidas eléctricas de unos 1,9 kilómetros porque en el sitio no se cuenta con líneas eléctricas que puedan suplir la corriente necesaria para el funcionamiento de las bombas (1,05 GW).

Para la estación de bombeo para elevar los 4,7 m³/s desde el canal MD hasta el MD 8, se debe realizar una inversión en bancos de transformadores y acometidas eléctricas de unos 1,6 kilómetros porque en el sitio no se cuenta con líneas eléctricas que puedan suplir la corriente necesaria para el funcionamiento de las bombas (1,35 GW).

4.5.5.5.3 Estación de Bombeo para elevar la cota en el Canal Oeste III

En el caso de la estación de bombeo para elevar los 25 m³/s en las cercanías del sifón del paso del río Tempisque, se debe realizar una inversión en bancos de transformadores y acometidas eléctricas de unos 0,6 kilómetros porque en el sitio no se cuenta con líneas eléctricas que puedan suplir la corriente necesaria para el funcionamiento de las bombas (1,1 GW).

4.5.5.5.4 Paneles de control y protecciones eléctricas

Los problemas eléctricos se refieren básicamente a apagones, subidas y bajas de voltaje, ruidos, picos de voltaje, interrupciones de suministro eléctrico, entre otras, creando la necesidad de contar con productos, equipos y servicios que ofrezcan soluciones de calidad y confiabilidad, garantizando la continuidad de las operaciones cotidianas de los equipos.

4.5.5.5.5 Control de Transientes

El transiente de sobre-voltaje o pico de voltaje es una elevación violenta del nivel de tensión en una o más fases en tiempos tan cortos como un nanosegundo, (Billonésima de segundo) llegando a durar hasta 2.000 microsegundos (millonésima de segundo). Los niveles de tensión a los que llegan oscilan entre los 50 a 20.000 V. Existen dos fuentes de generación, externas e internas:

- Razones externas: Como Rayos inducidos en los conductores de alta, media y baja, accidentes en torres, conductores, aisladores y contaminación industrial son las más populares de las mismas.
- Razones internas, representan el 80% de generación de este evento, decimos que la conmutación de cargas que provocan estos transitorios, son las siguientes:
 - Cargas inductivas (Motores eléctricos)
 - Cargas capacitivas (Bancos de condensadores)
 - Cargas Resistivas (Hornos)
 - Cargas no lineales (SCR's)

Probable del mantenimiento planeado (preventivo y/o predictivo), un 95% es mantenimiento correctivo de emergencia, de muy alto costo y mayor aún el lucro cesante, por lo tanto, es necesario proteger los equipos con supresores de transientes. Los supresores de sobre-voltaje son dispositivos de muy baja impedancia que, aprovechando su baja resistividad, invita a las sobretensiones a dirigirse hacia ellos para luego ser descargados hacia algún lugar aterrizado.

4.5.5.5.6 Control de rayos

La protección externa contra el rayo proporciona protección a estructuras contra daños físicos, así como protección contra lesiones por tensiones de paso y contacto a los seres vivos.

En particular, en un sistema de protección contra el rayo, bien sea mediante pararrayos con dispositivo de cebado, bien sea mediante mallas y puntas, la toma de tierra es un elemento imprescindible, ya que en ella tiene lugar la dispersión de la corriente del rayo. Cada conductor de bajada debe tener una toma de tierra, constituida por elementos conductores en contacto con el terreno capaces de dispersar la corriente del rayo en éste.

También es importante considerar, que la toma de tierra es un elemento fundamental de cualquier instalación eléctrica, protegiendo tanto a los equipos como a las personas de situaciones peligrosas. Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión español, *Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.*

4.5.5.5.7 Control de bajo voltaje

El bajo voltaje es la caída momentánea de voltaje, generada por el arranque de grandes cargas, encendido de maquinaria pesada, fallas de equipos. Se presenta de manera similar a los apagones. El bajo voltaje momentáneo puede causar daños a los equipos.

Es por esta razón que se deben utilizar reguladores de voltaje, para la protección de instalaciones eléctricas completas, motores o equipo electrónico. El costo de un regulador de voltaje estará determinado en la mayoría de los casos por su calidad y vida útil en funcionamiento continuo.

Es un dispositivo electrónico diseñado para evitar los daños que producen las interrupciones y fluctuaciones de voltaje, funcionan mediante la medición constante del voltaje en la línea, desconectando inmediatamente la carga tan pronto se produzca una disminución del voltaje por fuera del rango ajustado y se volverá a conectar una vez vuelva al nivel óptimo para el funcionamiento de los equipos.

4.5.5.5.8 Otras protecciones

Otras protecciones que se deben considerar se mencionan seguidamente:

- **Desbalance de tensión:** Esta se produce en los sistemas trifásicos, cuando hay líneas que alimentan más carga que otras. Esta situación no la pueden percibir los relés térmicos, por lo cual el motor se degrada y se quema a la primera sobrecarga.
- **Arranques sucesivos debido a interrupciones en el suministro:** Los motores en general no deben exceder un número específico de arranques sucesivos por hora, ya que cada arranque genera un nivel de calor que se acumula sobre el motor. Adicionalmente, son precisamente los arranques los que afectan la vida útil de los elementos de conmutación del sistema (relés y conexiones eléctricas).
- **Puntos calientes en las conexiones eléctricas:** Cualquier mala conexión en la instalación eléctrica o la falla de alguno de sus elementos producirán la pérdida una fase de corriente, lo cual es crítico y daña el motor muy rápidamente.

4.5.5.5.9 Generador de Electricidad

Los generadores suministran energía eléctrica a sistemas de bombeo en caso que exista un corte en el suministro de electricidad, está compuesto por un motor de combustión conectado en forma directa a un generador de corriente alterna y montados en un chasis de acero estructural. El motor es tipo diésel de cuatro cilindros, mientras que el generador es de 350 KW con capacidad de brindar un suministro eléctrico trifásico y constante de 460 o 230 VCA y 60 Hercios.

Los controles eléctricos están montados en una caja con controles y medidores integrados en un panel de control.

4.5.5.6 Obras de concreto

Dicha caseta estará conformada por paredes de bloques de concreto de 20 centímetros combinado con bloques de tipo ornamental para brindar ventilación, el piso y los techos serán lozas de concreto armado de 240 kg/cm² y de 10 centímetros de espesor. Las dimensiones de la caseta serán de 6,5 metros de ancho por 10,6 metros de ancho y 4,37 metros de alto. Además, se tendrá un aposento climatizado de 15 m² en el que se instalarán los equipos electrónicos que controlan las bombas. Bajo el piso de la caseta se construirá un cárcamo de 76 m³ alimentada desde el canal o los reservorios por medio de una tubería de 1.050 mm, desde la fosa las bombas succionan el agua. Ver planos constructivos en Anexo 4.1.4.

A lo largo de las líneas de conducción se deben colocar bloques de concreto armado, esto principalmente en lugares quebrados en donde se tienen cambios constantes de dirección y se generan esfuerzos adicionales debido a la presión del fluido. Estos esfuerzos deben ser absorbidos por los anclajes, para evitar que, por la acción del empuje, exista desacople de las uniones ruptura de las campanas a causa de los esfuerzos flexionantes.

En todos aquellos sitios en donde la tubería no pueda ser enterrada, debe ser recubierta por una loza de concreto, masa de 1,0 metros de ancho y 25 centímetros de espesor a todo lo largo del tramo a proteger (10 metros en promedio) para impedir los daños mecánicos a la tubería, también se utilizarán vados en aquellos pasos de los cauces de algunas quebradas. La resistencia del concreto no será menor a 210 kg/cm².

En los reservorios se construirá una acera perimetral alrededor del reservorio con dimensiones de 60 centímetros de ancho y 10 centímetros de espesor, estará ubicada a 1,5 metros del borde del reservorio. La resistencia del concreto no será menor a 180 kg/cm² y se debe colar en tramos de 2 metros como máximo dejando entre tramo y tramo un espacio de al menos 12 mm que permita la expansión del concreto. Junto a la acera se debe construir una malla perimetral, con una estructura hecha de tubo de hierro galvanizado, de sección circular de 1,80 mm de espesor, empotrada al suelo en concreto de resistencia $f'_c = 210$ kg/cm². A la estructura se le soldará malla ciclón galvanizada, y en la parte superior de la misma se le colocarán tres hiladas de alambre de púas. La malla tendrá una altura de 2,10 metros. Todos los puntos de soldadura en la malla y tubos deberán ser lijados pintados con dos capas de pintura anticorrosiva color gris.

Como producto de la excavación de zanjas para la instalación de las tuberías es de esperarse que existan afectaciones a la infraestructura vial por la que se ubicarán las redes por lo que se deben destinar recursos tendientes a la reparación de calles.

En el caso de las calles asfaltadas se debe realizar el corte de la calle y posteriormente la construcción de la sub-base, base estabilizada y asfaltado de los tramos de zanja que se realicen para alojar la tubería en la ruta intervenida.

Se deben realizar las operaciones necesarias para efectuar el corte reposición y compactación de la base, perfilado y posterior asfaltado de los tramos de zanja cuya apertura se realizará en calles asfaltadas, según las siguientes dimensiones 1,2 X 0,1 m X unidad de longitud, en los tramos indicados en los planos de diseño adjunto.

Cuando se trate de calles en lastre se debe reponer, conformar y compactar la superficie de ruedo de un camino en tierra o en lastre de un ancho de 3,0 metros y 0,075 metros de espesor, para obtener las condiciones y el alineamiento original del camino previo a las labores de excavación y relleno de zanjas y así garantizar condiciones adecuadas para el tránsito vehicular.

El lastrado se efectuará en aquellas secciones que requieran una capa adicional de material por pérdida o contaminación de los materiales originalmente colocados, debido a las labores de excavación y relleno de zanjas.

4.5.5.7 Operación y mantenimiento

4.5.5.7.1 Operación

La operación debe ser entendida como el conjunto de acciones destinadas a obtener que el elemento más simple y todos los demás de la instalación cumplan la función para la que han sido constituidas de acuerdo a las normas y especificaciones técnicas establecidas. Es conveniente tener en cuenta ciertos aspectos antes de poner en marcha los equipos:

- La bomba debe ser cebada antes de ponerla en marcha, se llenará con agua la tubería de succión y la caja de la bomba. Se realiza este procedimiento ya que un funcionamiento prologado sin líquido en la bomba, producirá serios daños en el eje o a las prensas estopas.
- Antes de arrancar la bomba, se debe asegurar que el sistema de lubricación se encuentra operativo.
- Revisar las instalaciones de la tubería de descarga y de succión y asegurarse que todas las válvulas se encuentren operativas y en las posiciones adecuadas para el arranque del equipo.
- Revisar las conexiones eléctricas del tablero de arranque y accesorios.
- Ajustar los pernos de prensa estopa a mano. Luego de algunas horas de funcionamiento (que permiten que los empaques se amolden al eje) podrá hacerse un mayor ajuste y así la cantidad de agua que sale. Es necesario que cierta cantidad de agua pase a través de la prensa estopa para que lubrique y enfríe los empaques.
- Revisar el sentido de rotación, para ello se extrae la tapa del motor eléctrico y dar un pique al motor.
- Ajustar el juego de los impulsores de acuerdo a la recomendación del fabricante.
- Nunca arranque la bomba contra la descarga cerrada
- Arranque la bomba con la opción “Manual” en el tablero.
- Tome el amperaje de cada fase y compárelos con lo indicado en la placa del motor.
- Si el amperaje es mayor en 5% al indicado en placa detenga la unidad y verifique las probables causas de acuerdo a la Tabla de “Problemas de Operación”.
- Si todo está correcto haga funcionar su equipo con la opción “Automático” del tablero de arranque. Compruebe en un ciclo de bombeo que los controles de nivel funcionan de acuerdo a los niveles previstos.
- Se debe tener en cuenta que operar la bomba continuamente a la izquierda de la menor eficiencia indicada en su curva de operación (caudal reducido y alta presión) origina una reducción de la vida de los rodamientos y desgaste acelerado de los componentes de la bomba cuando se bombean fluidos abrasivos.
- Todos los cables eléctricos deben de estar de acuerdo al código local y solamente electricistas competentes pueden hacer las instalaciones. Los diagramas de cableado están pegados en el interior del panel.
- Todos los cables deben ser examinados por conexiones a tierra con un ohmiómetro o megóhm-metro después de realizar las conexiones.

- Esto es importante porque un cable de tierra puede ocasionar problemas considerables.
- Asegúrese que los cables sensores de calor estén conectados en serie con una bobina de inicio.
- La operación de la estación de bombeo permitirá el bombeo del caudal de agua calculado de forma continua con el tiempo estipulado, con eficiencia y menor costo operacional. Para este efecto se necesita controlar los siguientes parámetros:
 - Supervisar el funcionamiento de los equipos y elementos instalados en la estación, tableros eléctricos, accesorios mecánicos e hidráulicos.
 - Mantener en funcionamiento los equipos, de acuerdo a las necesidades.
 - Llevar un control de la operación, indicando por lo menos:
 - Número de equipos trabajando y horarios.
 - Hora de arranque.
 - Hora de parada.
 - Voltaje.
 - Amperaje.
 - Mantener limpia y en orden todas las estructuras componentes de la estación.
 - Cuidar la seguridad de los equipos ubicados en la estación.
 - Reportar inmediatamente al profesional responsable cualquier situación extraordinaria que se pudiera presentar.
 - Estado general de los componentes de la estación.
 - Consumo de energía eléctrica y combustible.
 - Tiempo de funcionamiento de las bombas.
 - Niveles de operación.

En cuanto a las válvulas de control, se recomienda tener una de respaldo, de modo de poder sustituir la válvula que opera mal y luego proceder a realizar el mantenimiento a dicha válvula.

Se deben realizar inspecciones periódicas a las líneas de tubería tendientes a detectar fugas para su reparación.

De igual manera se deben revisar las válvulas de aire, compuerta para eliminar las obstrucciones que puedan causar las fugas.

4.5.5.7.2 Mantenimiento

El requerimiento específico para el mantenimiento de los equipos electromecánicos y los sistemas de control son normalmente suministrados por los fabricantes de los equipos.

Es indispensable que la inspección de rutina (la reparación y el mantenimiento donde sea necesario) sea realizada por lo menos cada tres meses para los tableros de control eléctrico y un mínimo de un mes para la RTU (Unidad de Transmisión Remota) e instrumentación, incluyéndose también la verificación de los siguientes aspectos:

- Una revisión general de los equipos electromecánicos en condiciones operativas, sin abrir ninguna puerta, para verificar el sobrecalentamiento, deformación del tablero, caudal menor que el esperado, presión en la salida de la bomba menor que la esperada.
- Una verificación audible puede revelar una vibración en el relé o contactor, donde los contactos están sucios o quemados son indicios que requieran reemplazo o limpieza.
- Verificar que todas las lámparas iluminen cuando la “Prueba de Lámparas” se opere.
- Con el interruptor desconectado y la puerta abierta, verificar que todas las cubiertas de seguridad estén en su lugar, que la acción de abrir la puerta ha anulado la energía principal, pero ha enviado una alarma de “puerta abierta” al Centro de control (CC).
- Repetir la primera verificación para calor o evidencias de puntos calientes.
- Verificar que todos los pernos y tuercas de los cables de energía y barras de cobre al interruptor principal, contactores y terminales están ajustados y seguros. Las señales de quemado o calor requieren mayor investigación que puede conducir al reemplazo de cables, barras de cobre o contactores.
- Arrancar cada bomba a su turno, verificando la corriente inicial inducida y la corriente de operación. Si la corriente no está dentro de los límites esperados, verificar además por posibles problemas mecánicos.
- Verificar que los caudales y presiones esperados en la estación se obtienen durante los arranques individuales de la bomba.
- Verificar que el arranque del reloj opera por un período no mayor que el necesario para estabilizar los caudales y presiones.
- Verificar que el horómetro que opera diariamente para el modo Local (Control de Horario) está correctamente ajustado y si es necesario ajustar el tiempo de arranque y verificar que el reloj permite arrancar las bombas seleccionadas.
- Las bombas son seleccionadas para operación manual desde el tablero de control de las bombas y son arrancadas presionando el botón (Arranque) o el reloj de Control de Horario. Las bombas que no se requiere que operen se seleccionan para la posición Off.
- Verificar todas las operaciones manuales de las válvulas activadas, asegurando que el CC autoriza cualquier acción, verificar que las indicaciones de la válvula y las señales para terminar su desplazamiento y posición son precisas en el tablero local y en el CC.
- Mover la válvula de su posición totalmente abierta a totalmente cerrada y volver a la posición original (viceversa), verificando el tiempo del desplazamiento.
- Asegurarse que la válvula está completamente sellada en su posición cerrada (sin fugas).

4.5.5.8 Automatización y monitoreo

4.5.5.8.1 Automatización

Se pueden utilizar controladores de bombeo que ofrecen un control de apagado de bomba el cuales utiliza un software de modelado y control y un procesador para computar las condiciones de la succión y de descarga y así poder regular mejor el arranque y la detención o ajustar la velocidad de la unidad de bombeo. Las capacidades integrales de monitoreo y emisión de informes ofrecen mediciones diarias, registro de fallas y eventos, un muestrario de datos configurable por el usuario.

Dentro de los componentes que debe contener el sistema de automatización se deben incluir:

- Sensores
 - Transductores de Presión.
 - Sensores de velocidad de giro
 - Indicador de Alarma con luz Roja.
- Comunicaciones
 - Comunicaciones Ethernet Estándar.
 - Opción de Modem Celular.
- Control
 - Control de apagado de Bomba.
 - Control de Temporizador.
 - Capacidad de Reinicio Automático.
 - Control de Bomba Adaptable.
- Toma de Datos / Emisión de Informes
 - Informe de caudal bombeado / rendimiento.
 - Registro de eventos / fallas con marca horaria.
 - Muestrario de datos definido por el usuario con marca horaria.
 - Monitoreo / control por Internet.
- Parámetros en pantalla
 - Configuración Simplificada de las Estaciones de bombeo y re-bombeo
 - Parámetros en pantalla de Gráficos a Color de todas las funciones clave que incluyen:
 - Configuración de las estaciones de bombeo
- Parámetros en pantalla de Gráficos a Color de todas las funciones clave que incluyen:
 - Velocidad de la bomba
 - Carga de la bomba
 - Rotación de la bomba
 - Caudal entregado
 - Torque
 - Velocidad diaria promedio de la bomba
 - Presión de entrada de la bomba
 - Presión de descarga

- Presión de la tubería de succión
- Presión de la tubería de descarga
- Nivel de en la fosa
- Bombas en funcionamiento

4.5.5.8.2 . Monitoreo

El sistema debe permitir a los operadores de campo monitorear y administrar aspectos clave de todas las bombas desplegadas. Con un software, los operadores pueden acceder rápidamente al estado en campo, concentrarse en los problemas y revisar los datos detallados del desempeño desde una aplicación fácil de usar. Si ocurre un problema y la bomba no está funcionando dentro de los límites especificados, se le puede dar aviso a una persona o grupo responsable mediante un correo electrónico, mensaje de texto o a través un centro de llamadas.

Debe tener un almacenamiento central de información detallada del desempeño, tomada durante un período de tiempo extendido. Esto les permite a los ingenieros y operadores revisar la eficiencia operativa y ubicar tendencias para predecir problemas o analizar la efectividad de los cambios realizados en las operaciones de la estación de bombeo. Además de retener y poder recuperar datos de desempeño a largo plazo, se proporciona una vista en tiempo real de todas las bombas monitoreadas.

Más que simplemente monitorear, debe existir comunicación remota de dos vías entre el operador y la bomba, permitiendo ajustes de velocidad dentro de los parámetros operativos y arranque/detención remota de la bomba si se despliega una red de comunicación. Se pueden agregar cámaras opcionales al servicio de monitoreo que ayuden a diagnosticar fallas sin tener que visitar el sitio; y que ayuden a garantizar la seguridad del sitio y que se estén aplicando los procedimientos ambientales. Además, que tenga la facilidad de implementarse en redes SCADA que permita tener la información disponible en una PC de escritorio o en los dispositivos de telefonía celular de pantalla táctil.

4.5.5.9 Presupuesto

4.5.5.9.1 Presupuesto de redes de conducción hacia los sectores costeros

El presupuesto de las tres redes de conducción hacia los sectores costeros del Paacume es de US\$ 23.223.696,83 (Veintitrés millones doscientos veintitrés mil seiscientos noventa y seis dólares con 83/100).

Del análisis anterior partiendo de una jornada de bombeo diaria de 10 horas, 30 días al mes, durante los 12 meses del año, al cabo de 10 años se habrán entregado 182,09 millones de m³ de agua lo cual implica un costo de inversión de US\$ 0,128 por m³. En la Tabla 4 62 se presenta un resumen de los principales costos en los que se debe incurrir para construir las redes de conducción hacia los sectores costeros que forman parte de este proyecto.

Tabla 4 62. Presupuesto global de las conducciones a la zona costera

Renglón	Rubro	Monto (US\$)
1	Tubería de PVC	9.846.463,80
2	Accesorios de PVC	984.646,38
3	Valvulería	1.204.755,00
4	Obras de concreto	5.264.181,10
5	Excavación y relleno zanjas	505.113,00
6	Estaciones de bombeo	3.491.595,00
7	Equipo de control y monitoreo	52.173,00
8	Electrificación	300.000,00
9	Imprevistos 5 %	1.574.769,55
MONTO TOTAL		23.223.696,83

En el Anexo 4.3.4 se muestra el detalle de los costos de los distintos componentes que conforman este presupuesto.

4.5.5.9.2 Presupuesto de bombeo para Conducción Cota 20 - 30 ms.n.m.

El presupuesto para elevar 8,3 m³/s de la cota 20 a la cota 30 ms.n.m que incluye las estaciones de bombeo ubicadas en San Blas y la de Bernabela es de US\$ 10.169.330,27 (Diez millones ciento sesenta y nueve mil trescientos treinta dólares con 27/100).

Con base en esta información y partiendo de una jornada de bombeo diaria de 10 horas, 30 días al mes, durante los 12 meses del año, al cabo de 10 años se habrán entregado 1.049,76 millones de m³ de agua lo cual implica un costo de inversión de US\$ 0,097 por m³.

En la Tabla 4 63 se presenta un resumen de los principales costos en los que se debe incurrir para construir este Paacume, en el Anexo 4.3.4 se pueden ver el detalle de los costos de los distintos componentes.

Tabla 4 63. Presupuesto global de la conducción de la cota 20 a la cota 30 ms.n.m.

Renglón	Rubro	Monto (US\$)
1	Tubería de PVC	4.965.269,30
2	Accesorios de PVC	496.526,93
3	Valvulería	770.124,00
4	Obras de concreto	575.435,00
5	Excavación y relleno zanjas	29.732,80
6	Estaciones de bombeo	2.412.840,62
7	Equipo de control y monitoreo	26.956,40
8	Electrificación	171.750,00
9	Imprevistos 5 %	720.695,22
Monto total		10.169.330,27

Los imprevistos que se estiman en los presupuestos serán utilizados para cubrir cualquier variación que se deba realizar al diseño original, que se deban realizar otras obras civiles no contempladas y que asegurarían el óptimo funcionamiento del Paacume.

4.5.5.9.3 Presupuesto de operación y mantenimiento

4.5.5.9.3.1 Costo de operación

Ahora con base en la potencia total requerida por cada estación de bombeo y basándose en los costos por KW-h que tiene el ICE donde para los primeros 3.000 KW se tiene un costo de ₡72,33/KW, para los siguientes KW el costo será de ₡115,55/KW y además se tiene un costo por potencia de ₡6.971,24 por KW.

También proyectando la curva de demanda de los cultivos a lo largo del año para el Paacume y siguiendo ese patrón se estima una curva de demanda energética, la cual se muestra en la Ilustración 4 46 donde la escala vertical muestra el consumo en GW, el consumo estimado se hace a partir de una jornada de funcionamiento de 10 horas al día por 30 días al mes (3.600 horas por año).

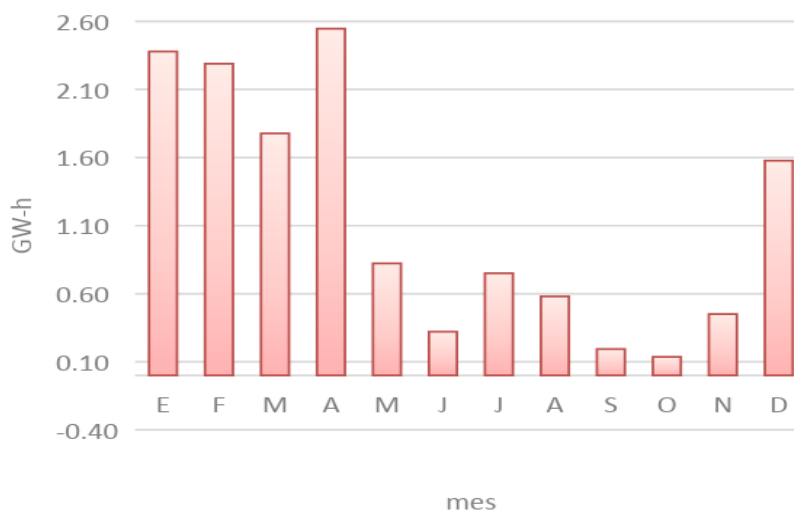


Ilustración 4 46. Demanda energética a lo largo del año

De acuerdo con el patrón de consumo se estiman los costos de energía y se muestran en la Tabla 4 64.

Tabla 4 64. Costo energético anual

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Caudal req (m3/s)		18.68	17.97	13.96	20.00	6.46	2.51	5.88	4.55	1.51	1.06	3.54	12.39
Fact Unitario uso complementario		1.03	0.99	0.77	1.10	0.36	0.14	0.32	0.25	0.08	0.06	0.19	0.68
Bombeo req (KW-h)	Estacion 1	1,130.44	1,087.45	844.60	1,210.00	390.72	151.79	355.93	275.11	91.57	64.13	214.12	749.66
Bombeo req (KW-h)	Estacion 2	1,079.05	1,038.02	806.21	1,155.00	372.96	144.89	339.75	262.60	87.41	61.21	204.39	715.58
Bombeo req (KW-h)	Estacion 3	1,387.35	1,334.59	1,036.56	1,485.00	479.52	186.29	436.83	337.63	112.38	78.70	262.78	920.03
Bombeo req (KW-h)	Estacion 4	4,335.48	4,170.60	3,239.24	4,640.63	1,498.50	582.16	1,365.08	1,055.09	351.19	245.95	821.20	2,875.11
BombeoTotal (KW-h)		7,932.32	7,630.66	5,926.61	8,490.63	2,741.70	1,065.14	2,497.59	1,930.43	642.55	450.00	1,502.48	5,260.38
Energía Requerida (GW-h/mes)		2.38	2.29	1.78	2.55	0.82	0.32	0.75	0.58	0.19	0.13	0.45	1.58
COSTO DE ENERGIA													
Costo de Bombeo millones (¢)		330.14	317.58	246.63	353.39	114.02	44.22	103.86	80.25	26.62	18.61	62.43	218.89
Costo de Bombeo millones (\$)		0.5792	0.5572	0.4327	0.6200	0.2000	0.0776	0.1822	0.1408	0.0467	0.0326	0.1095	0.3840

Basados en los costos operativos que maneja el ICAA en estaciones de bombeo de gran tamaño (4.550 HP) como la de Puente de Mulas, se determinó un modelo de costos como se presenta en la Ilustración 4 47.

Horas en Operación (hrs):	N/A	- ₡ -	- kWh -
Potencia Instalada (HP):	4550	123,858,037.00	2,082,140.00
Total de Gastos (₡):	190,944,690.00	Productividad Global: 1.39 %	
Costo Total por m3 (₡):		71.88	

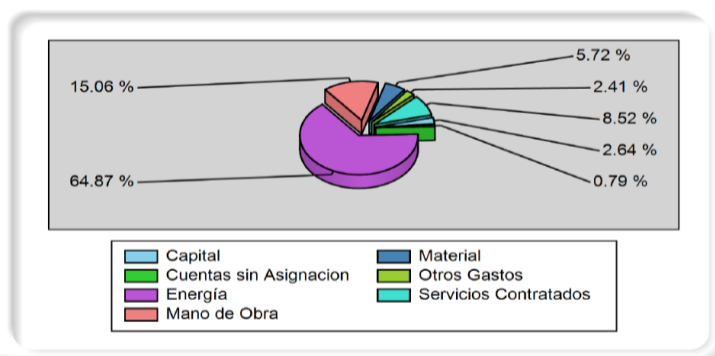


Ilustración 4 47. Modelo de costos de estación de bombeo Puente Mulas
Fuente: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

Para efectos de este proyecto el rubro de cuentas sin asignar no será considerado; no obstante, se contemplará para no variar el modelo. Con base en este modelo se estima que los costos anuales operativos esperados serán de US\$ 4.213.201,03 (Cuatro millones doscientos trece mil doscientos un dólar con 03/100). Lo anterior que implica un costo de US\$ 0,046 por m³, tomando como premisa que anualmente se bombearán 117,2 hm³, tal y como se muestra en la Tabla 4 65.

Tabla 4 65. Costo de operación anual en dólares

	%	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Costo energía	64.86	579,196.91	557,161.94	432,688.22	619,979.02	200,042.60	77,576.93	182,211.45	140,782.53	46,708.24	397.60	1,334.00	4,677.42
Capital	2.64	23,573.08	22,678.19	17,611.73	25,235.04	8,142.34	3,157.62	7,416.56	5,730.28	1,901.17	7,579.51	25,430.40	89,167.05
Cuentas sin Asignacion	0.79	7,054.66	6,786.28	5,270.18	7,551.39	2,436.53	944.89	2,219.35	1,714.74	568.91	2,878.81	9,658.82	33,866.90
Mano de Obra	15.06	134,485.13	129,368.78	100,466.92	143,954.43	46,448.37	18,012.78	42,308.12	32,688.64	10,845.30	1,212.92	4,069.54	14,269.10
Materiales	5.72	51,079.34	49,136.08	38,158.75	54,675.92	17,641.75	6,841.51	16,069.22	12,415.60	4,119.20	4,288.01	14,386.92	50,445.10
Otros Gastos	2.41	21,521.19	20,702.44	16,077.38	23,036.53	7,432.97	2,882.52	6,770.42	5,231.05	1,735.54	49,000.09	164,402.66	576,447.82
Servicios Contratados	8.52	76,083.22	73,188.71	56,837.86	81,440.35	26,277.57	10,190.49	23,935.27	18,493.17	6,135.59	52.23	175.23	614.43
Total	100.00	892,995.54	859,022.42	667,111.05	955,872.68	308,422.14	119,606.74	280,930.39	217,056.02	72,013.94	65,409.17	219,457.58	769,487.82
Costo Oper. Total Anual (US\$)		5,427,385.48											
Caudal Nominal a bombear(m3/s)	20.0												
Caudal mensual esperado(m3/s)		18.68	17.97	13.96	20.00	6.46	2.51	5.88	4.55	1.51	1.06	3.54	12.39
Volumen Bombeo mensual (Hm ³)		20.18	19.41	15.08	21.60	6.97	2.71	6.35	4.91	1.63	1.14	3.82	13.38
Volumen Bombeo Anual (Hm ³)	117.20												
Costo por m3 (US\$)	0.046												

4.5.5.9.3.2Costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento anual la literatura normalmente los estima entre un 2% a 5% del valor del equipo, por lo tanto, para este efecto se tomará como costo de mantenimiento un 2% del valor total de los equipos de bombeo y valvulería que son los

componentes del sistema más propensos a sufrir desperfectos y se toma un 15% del valor de las tuberías previendo eventuales rupturas de las mismas en las cercanías a las estaciones de bombeo. Por lo anterior el costo global de estos equipos es de US\$ 8.830.456,42 (Ocho millones ochocientos treinta mil cuatrocientos cincuenta y seis dólares con 42/100) por lo que se estima un costo de mantenimiento anual de US\$ 176.609,13 (Ciento setenta y seis mil seiscientos nueve dólares con 13/100).

4.5.5.9.4 Presupuesto de automatización y monitoreo

En este Apartado se pretende utilizar un sistema de monitoreo y control de variables como presión, caudal y niveles de agua en puntos estratégicos de las líneas de conducción y principalmente en las estaciones de bombeo que permita realizar cambios en la operación. Esto por cuanto se ha visto la necesidad de monitorear los caudales, presiones y niveles en sitios específicos que permitan realizar ajustes en los caudales de entrega en las válvulas de control para enviar más agua a una u otra zona hidráulica, facilitando de esta manera la operación del Paacume.

Por lo anterior el costo global de los equipos para realizar el monitoreo y control para las 12 estaciones de bombeo y 3 reservorios es de US\$ 79.129,40 (Setenta y nueve mil ciento veintinueve dólares con 40/100).

4.6 Costos totales de infraestructura del proyecto

En resumen, los costos totales de las diferentes obras de infraestructura requeridas en el proyecto para el transporte y almacenamiento y distribución del agua desde el Embalse río Piedras hasta los puntos más alejados en las zonas costeras se resumen en la Tabla 4 66.

Tabla 4 66. Presupuesto total de la infraestructura

Renglón	Rubro	Monto (US\$)
1	Presa y obras asociadas	131.126.300,00
2	Canal Oeste Tramo II y III	101.813.932,00
3	Red de Distribución	114.813.854,00
4	Red Presurizada Turismo	23.223.696,83
5	Red presión cota 20-30	10.169.330,27
6	Costos de adquisición de terrenos	26.853.540,00
MONTO TOTAL		408.000.653,00

CAPITULO 5. ANÁLISIS DE RIESGO A DESASTRES

En este apartado se evalúa el nivel de riesgo que tiene el Proyecto Sistema de Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del Río Tempisque y Comunidades Costeras (PAACUME), incorporado por el SENARA en el Programa Integral de Abastecimiento de Agua para Guanacaste (PIAAG) a las amenazas naturales de sismicidad, licuefacción, inundaciones y variabilidad climática; este análisis utiliza información del documento de perfil del proyecto y de los siguientes estudios desarrollados a nivel de factibilidad:

- Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Paacume
- Estudio Sismológico, Tectónico y de Amenaza Sísmica del Proyecto Embalse Río Piedras
- Evaluación del Rendimiento del Embalse Regulatorio del Canal del Oeste ubicado en el Río Piedras, Bagaces, Guanacaste

El objetivo es identificar y cuantificar las amenazas que podrían impactar de manera negativa el proyecto, y así crear diseños y planes de contingencia que permitan el desarrollo y funcionamiento del proyecto ante una posible emergencia.

5.1. Análisis de emplazamiento de sitio

El análisis de riesgo a desastres para la opción de proyecto seleccionada, partió de la revisión de la situación del sitio geográfico del proyecto y su área de influencia.

Las ubicaciones de las obras asociadas al proyecto (embalse, red de distribución del agua hacia las diferentes áreas, plantas de concreto, entre otras) fueron elegidas considerando la topografía y el plan de construcción del proyecto, con el fin de optimizar los costos de construcción y de brindar la disponibilidad de agua a una mayor cantidad de beneficiarios de las comunidades.

De acuerdo con lo anterior, se tiene como antecedente la aplicación de la Metodología de Análisis de Amenazas Naturales para Proyectos de Inversión Pública en Etapa de Perfil del Mideplan, que entregó suficientes criterios técnicos para tomar decisiones acerca del tipo de estudios requeridos para abordar los fenómenos con mayor nivel de riesgo para el proyecto. En el Anexo 5 1 se presenta el detalle de las matrices y los resultados obtenidos al aplicar la metodología indicada.

5.2. Identificación de las vulnerabilidades

5.2.1 Sismicidad

Costa Rica posee una condición tectónica compleja, se sitúa en un borde de placas convergente. Este proceso de subducción de la placa Coco bajo la placa Caribe, sumado al punto triple (conjunción de las placas Nazca, Coco y Caribe), los cinturones deformados del norte y sur de Panamá y los demás rasgos tectónicos someros, son los generadores de sismos más importantes del territorio nacional.

En la región noroeste de Costa Rica, en el sector central-sur de la península de Nicoya (sector donde se ubica el presente trabajo), la placa Coco subduce bajo la Caribe una corteza rugosa formada en la paleo-dorsal Coco-Nazca y la serranía submarina de Fisher, generando una rotación holocénica alrededor de un eje horizontal, levantamientos verticales y fallamiento neotectónico en el interior de la península (Denyer et al., 2014). Esta interacción continua entre placas es capaz de generar sismos mayores a 7.6 grados de magnitud (Protti et al., 1994).

La subducción es el proceso tectónico más importante de Costa Rica, dado que se caracteriza por grandes liberaciones de energía en forma de terremotos de magnitudes altas, que pueden generar intensidades máximas de grado VIII o IX en la zona epicentral y, además, por su profundidad, de 0 a 200 km bajo la corteza continental, en la llamada zona de Benioff, son sentidos en una región más amplia que los originados por fallas locales (Climent et al., 2016). Históricamente, la zona de subducción en la región noroeste del país ha generado importantes sismos como los de 1900, 1916, 1939, 1950, 1978, 1990 y 2012. En esta región se han identificado dos zonas sísmicas controladas por la subducción, Papagayo y Nicoya, las cuales coinciden con áreas de ruptura de sismos importantes.

Específicamente en el área de proyecto, los sismos por subducción se pueden generar a profundidades aproximadas de entre 25 km y 50 km (Climent et al., 2016).

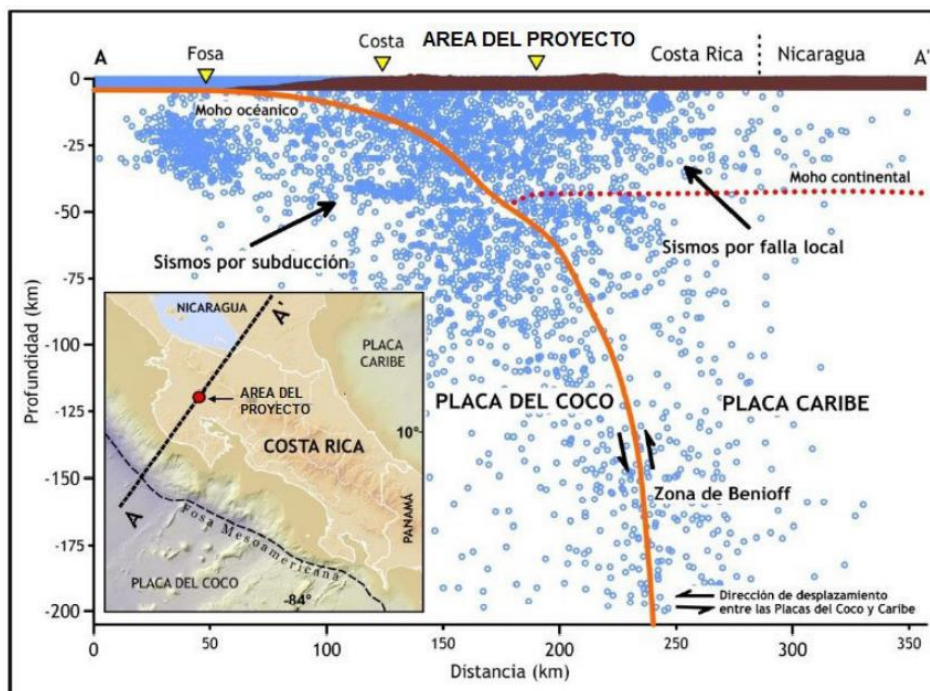


Ilustración 5.1. Perfil SO-NE de la sismicidad en la región noreste de Costa Rica

5.2.1.1 Fallas geológicas activas

El proceso de subducción presente en la zona norte de Costa Rica, genera una transferencia de esfuerzos hacia el interior del territorio continental que genera la deformación de fallas corticales superficiales, se caracterizan por generar sismos de magnitudes intermedias, menores o iguales a los 6,5 grados de magnitud, a profundidades menores a 20 km (Climent et al., 2016).

Durante este estudio se realizó una revisión de las condiciones sismo-tectónicas de la zona donde se ubicará el proyecto, encontrando en las cercanías del embalse dos fallas geológicas locales, consideradas activas, las fallas Bagaces y Montenegro, posiblemente relacionadas con los terremotos de Bagaces en 1935 y 1941 (ver Anexo 5 2, Mapa de susceptibilidad). Estas dos fallas, de rumbo NNO-SSE y longitudes de 40 km y 45,7 km respectivamente, se considera controlan la amenaza sísmica en las cercanías del proyecto (Climent et al., 2016).

Además, en los alrededores existen otras fallas inferidas, las cuales se consideran inactivas por no poseer eventos históricos asociados, las trazas de estas fallas generalmente se encuentran cubiertas, por lo que es imposible saber la ubicación exacta y la extensión de las mismas, se sabe de su existencia por rasgos morfológicos y menciones en la literatura, como el estudio realizado por Denyer et. al., en el año 2014.

Climent et al. (2016) indica que, considerando una distancia de 50 km alrededor del sitio de presa del embalse río Piedras, desde 1833 hasta el presente se han reportado nueve eventos sísmicos asociados al proceso de subducción, con magnitud superior a 7,0, y cinco terremotos generados en fallas corticales superficiales con magnitud superior a 6,0. Esto indica que se tiene una ocurrencia promedio de un evento sísmico de magnitud superior o igual a 7,0 cada 20 años relacionado con el proceso de subducción y uno de magnitud mayor o igual a 6,0 cada 36 años producto del fallamiento superficial.

De los sismos históricos relacionados con el proceso de subducción, se puede citar entre los más importantes por su magnitud y efectos causados, el de 1916 conocido como terremoto de Papagayo (MW 7,0), y los terremotos de Nicoya de 1950 (MW 7,7) y Sámara 2012 (MW 7,6). En el caso de los sismos relacionados con el fallamiento superficial, se tiene el reporte de eventos importantes ocurriendo en los años 1935 y 1941, asociados con la falla Bagaces; el de 1911 a la falla Cote-Arenal y el de 1973 a la falla Chiripa (ver Anexo 5 3, Informe de Amenaza Sísmica). Los sismos históricos ocurridos más cercanos a la zona de estudio, que generaron daños en las comunidades cercanas como Bagaces, son:

Terremoto de Bagaces, 1 de agosto de 1935: Este evento se ha asociado a la falla Bagaces y se le estimó una magnitud de 6,2 y una profundidad de 10-15 km. Este terremoto ocasionó daños principalmente en Bagaces, en donde hubo destrucción total o parcial de casas, se escucharon ruidos subterráneos y se reportaron también algunos daños en Liberia; en Cañas se sintió muy fuerte, pero no produjo daños materiales, en San José, Heredia y Cartago fue sentido fuerte y prolongado. La IMM máxima asignada fue de VII. Se ha asignado su origen a la falla Bagaces (Montero & Alvarado, 1988).

Terremoto de Bagaces, 6 de diciembre de 1941: Al igual que el sismo de 1935, este evento se ha asociado al sistema de fallas Bagaces, y se le estimó una magnitud de 6,3 y una profundidad de 10-15 km, con una intensidad epicentral de VIII. Este terremoto ocasionó daños considerables en Bagaces, en donde unas 100 casas quedaron inhabitables, el techo de la iglesia colapsó, y también quedaron dañadas las oficinas de la jefatura política, la municipalidad y el telégrafo. Otros datos de intensidades, según Montero & Alvarado (1988), son: Montano VII, Montenegro VI-VII, Salitral VII, Liberia, La Fortuna de Bagaces VI y Bebedero VI.

A continuación, se presenta un resumen sobre la estimación de amenaza sísmica realizada en el 2016 por Climent et al. (ver Anexo 5 3, Informe de Amenaza Sísmica), la cual permite cuantificar la sismicidad y la tectónica de la región, bajo diferentes parámetros sísmicos que reflejan la severidad de la posible sacudida sísmica a la cual estará expuesto un sitio en particular. Estos parámetros son utilizados generalmente para efectos de diseño sismo-resistente, así como para el análisis de la seguridad de obras civiles.

Dos metodologías son utilizadas normalmente para realizar las estimaciones de amenaza sísmica: la determinística y la probabilística (Reiter, 1991; Baker, 2008). Ambas fueron utilizadas, de tal forma que el ingeniero diseñador cuente con la información necesaria para seleccionar adecuadamente la demanda sísmica de diseño de las obras relacionadas con el embalse río Piedras. La estimación de la amenaza sísmica, por el método determinístico, se realiza con base en la determinación del peor escenario sísmico, para la determinación del mismo, se plantearon las principales fuentes sísmicas de la región y su cercanía al proyecto. Para los escenarios relacionados con el fallamiento superficial, se les asignó la magnitud máxima razonable basada en la longitud de la posible ruptura.

Para el escenario de subducción en la zona de Nicoya, el sismo se ubicó a una distancia epicentral de 35 km al sur del proyecto, a 30 km de profundidad y una distancia más cercana a la ruptura de 44 km (el epicentro cercano al del terremoto de 1950). Para el escenario en la zona de Papagayo, el epicentro se ubicó a 63 km al oeste de la zona del proyecto (15 km mar adentro de la costa), a una profundidad de 30 km y a distancia más cerca a la ruptura de 48 km (epicentro cercano al terremoto de 1916) (Climent et al., 2016).

Los resultados finales de amenaza para cada fuente sísmica evaluada se presentan en la Tabla 5 1. Los valores de aceleración horizontal pico ahí mostrados, corresponden al promedio ponderado de considerar los valores obtenidos al evaluar cada escenario sísmico con el modelo de predicción particular. A los resultados de cada una de las ecuaciones de predicción, se les dio el mismo peso en la ponderación (Climent et al., 2016).

Tabla 5 1. Escenarios sísmicos específicos relacionados con el sitio de presa y valores de aceleración horizontal pico para cada uno de ellos

Fuente sísmica	Magnitud máxima	Profundidad (km)	Distancia al sitio (km)		Aceleración pico (cm/s ²)	Duración del movimiento fuerte (s)
			rEPI ¹	rRUP ²		
Falla Bagaces						
Segmento norte	6.7	12	12.3	6	603	7.7
Segmento sur	6.5	10	4.5	2	855	6
Falla Montenegro						
Segmento norte	6.7	10	9.4	6.7	611	7.2
Falla Chiripa	6.6	10	40	41	128	11.6
Falla Cote Arenal	6.6	10	41	42	122	11.7
Falla Caño Negro	7.1	12	50	52	153	14.2
Subducción						
Zona de Papagayo	7.5	35	62	48	316	17
Zona de Nicoya	7.9	35	35	44	548	14

¹rEPI: Distancia epicentral

²rRUP: Distancia más cerca a la ruptura

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 5 1, se determina que la amenaza sísmica en el campo cercano, en el sector donde se encuentra el sitio de presa del proyecto, está controlada por la ocurrencia de un evento de magnitud 6,5 en la falla Bagaces (segmento sur), y cuyo valor máximo de aceleración horizontal pico se ha estimado en 855 cm/s² (0,87 g), valor obtenido del promedio de los valores estimados para cada uno de los modelos de predicción utilizados. Otro escenario importante, es el planteado para la zona de subducción, ya que si un evento de magnitud 7,9, ocurre en esta zona sísmica de Nicoya, se presentaría una aceleración pico de 548 cm/s² (0,56 g), el cual es un nivel de intensidad bastante importante (Climent et al., 2016).

En la estimación de la amenaza sísmica por medio del análisis probabilístico, el programa fue corrido para un punto, correspondiente a las coordenadas donde se ubica el sitio de presa del proyecto, se escogió este sitio debido a que corresponde con la estructura más sensible del proyecto, y se generó como resultado valores de

aceleración horizontal pico del terreno para una condición local de roca y probabilidades de excedencia que corresponden a periodos de retorno de 100, 200, 500, 1000, 2000, 2500, 3000 y 5000 años.

Los resultados se muestran en la Tabla 5 2, la cual incluye valores de probabilidad anual de excedencia para diferentes valores de vida útil de la obra (Climent et al., 2016).

Tabla 5 2. Resultados de la amenaza sísmica probabilística en el sitio de presa del embalse río Piedras. (Climent et al., 2016)

Probabilidad anual de excedencia	Periodo de retorno (años)	Probabilidad de excedencia en un lapso L					Aceleración Pico en cm/s ²
		30 años	50 años	75 años	100 años	150 años	
0.01000	100	0.260	0.395	0.529	0.634	0.778	325.8
0.00500	200	0.139	0.222	0.313	0.394	0.528	407.3
0.00200	500	0.058	0.095	0.139	1.181	0.259	526.7
0.00100	1000	0.029	0.049	0.072	0.095	0.139	631.4
0.00050	2000	0.015	0.025	0.037	0.049	0.072	756.9
0.00040	2500	0.012	0.02	0.029	0.039	0.058	801.9
0.00033	3000	0.009	0.016	0.024	0.032	0.048	838.8
0.00020	5000	0.006	0.01	0.015	0.020	0.03	946.7

También se realizó un análisis de desagregación de la amenaza sísmica, el cual indica que los sismos que más aportan a la amenaza sísmica en el sitio de presa, tanto para periodos de retorno de 500 años y de 2500 años, vienen de fuentes sísmicas que se encuentra entre los 50 y 60 km de distancia de él, o también en menor grado de fuentes localizadas entre los 5 y los 15 km de distancia del proyecto. Lo anterior concuerda en buena medida con la distancia a la cual se encuentra el sitio de proyecto con respecto a con la fuente sísmica de subducción y a algunas de las fallas superficiales importantes en la región (Climent et al., 2016).

Las magnitudes asignadas a los sismos de control, en distancias cercanas y que están asociados a fallas locales, son bastante similares a las observadas históricamente en la región. En el caso de las magnitudes para distancias mayores (50 a 60 km) que pueden estar asociadas a sismos ocurriendo en la subducción, están un poco por debajo del 7,7 MW reportado durante el terremoto de 1950 que ocurrió en la fuente sísmica de Nicoya (Climent et al., 2016).

5.2.1.2 Licuefacción, Subsistencia y Hundimiento

El fenómeno de licuación consiste en la pérdida de resistencia de los suelos no cohesivos (arenas o limos no plásticos) que ocurre durante un evento sísmico. Las condiciones básicas para que se dé este fenómeno son: que el suelo esté en una condición saturada, con altos niveles freático, que la compacidad relativa del material

sea suelta, una granulometría uniforme y que se produzca una condición no drenada durante el sismo.

Con base en los resultados de los ensayos de campo, ejecutados en los materiales inconsolidados presentes en el proyecto, fue realizado un análisis preliminar para descartar la ocurrencia o no del fenómeno de licuación. Para esto se recurrió a los resultados del Índice de Esfuerzo Horizontal (KD) obtenidos con la prueba con el Dilatómetro Marchetti (DMT), dado la alta sensibilidad de este tipo de ensayo en el monitoreo de la densificación de los materiales. La Ilustración 5 2 muestra los resultados obtenidos de los valores de KD, tanto para el sitio de presa, como para los canales de distribución.

Según indica la literatura y la experiencia de diferentes autores en el tema, en regiones con un potencial sísmico alto, se puede realizar el siguiente análisis:

- $KD > 5$: La licuación no es un problema, por lo que su ocurrencia se puede descartar.
- $KD < 5$: La licuación puede presentarse, por lo que es necesario la ejecución de análisis y estudios adicionales, para descartar o no la ocurrencia del fenómeno.

Considerando los materiales identificados por las exploraciones de campo geológico geotécnicas ejecutadas en el área del proyecto, la naturaleza de los materiales inconsolidados, el espesor de suelo desarrollado, la presencia de los niveles freáticos, y el criterio anteriormente expuesto, entre otros, se puede afirmar que la potencial licuación para el sitio de presa y canal de conducción (canal oeste) es bajo, por lo que se puede descartar su ocurrencia. Sin embargo, para los canales de distribución es necesario realizar un análisis más detallado.

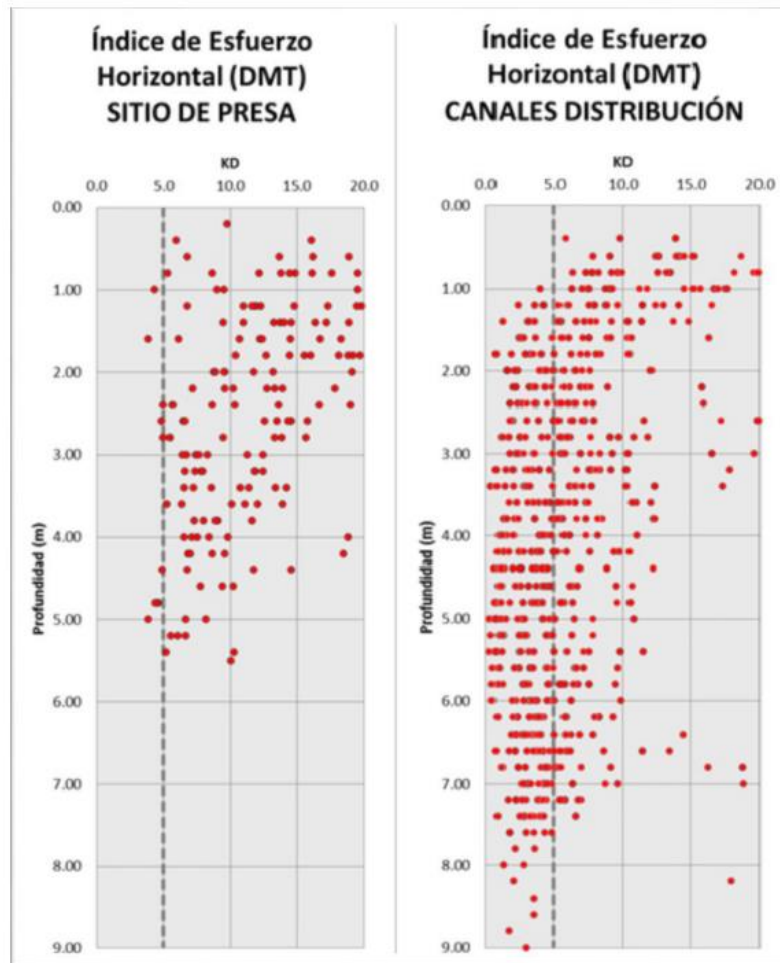


Ilustración 5 2. Valores de KD obtenidos de las pruebas con DMT

Para el análisis del potencial de licuación de los canales de distribución se recurrió al Procedimiento Simplificado de Seed & Idriss (NCEER, 1997), modificado con las ecuaciones determinadas por Monaco en el 2005 para la obtención de los valores requeridos a partir de los resultados de ensayos de campo con el DMT. Según el procedimiento, es necesario calcular los siguientes valores:

1. Razón de Esfuerzo Cíclico (CSR, Cyclic Stress Ratio).

$$CSR = 0.65 \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \left(\frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \right) r_d$$

2. Razón de Resistencia Cíclica (CRR, Cyclic Resistance Ratio).

$$CRR = 0.0107KD^3 - 0.0741KD^2 + 0.2169KD - 0.1306$$

3. Evaluar el potencial de licuación mediante la determinación del Factor de Seguridad contra licuación, FS, dividiendo la razón CRR por CSR, multiplicado por un factor de escala de magnitud del sismo (MSF).

$$FS = \frac{CRR}{CSR} MSF$$

Dicha estimación fue realizada para cada uno de los 18 ensayos con DMT ejecutados en los canales de distribución del proyecto, de manera que se obtuvieron valores de Factor de Seguridad a la licuación (FS) a cada 20 cm, hasta llegar a la profundidad final de investigación. Para dicho análisis fue considerado un sismo de magnitud 7.5 Mw y una aceleración máxima de 0.30 g, según lo recomendado por el CSCR-2010 para la zona donde se ubican las obras, tipo de suelo donde serán cimentadas las obras y la importancia de la obra.

Finalmente, a partir de los Factores de Seguridad obtenidos, es posible determinar el Potencial de Licuación (PL) el cual se define como:

$$P_L = \int_0^{Z=20m} F(z)w(z)dz$$

Donde:

Z = Profundidad bajo la superficie del terreno en metros

F(z) = Función del factor de resistencia a la licuación FL

FL = Factor de Seguridad calculado

Los valores obtenidos son clasificados según la Severidad de Licuación como se muestra en la Tabla 5 3, mientras que la Tabla 5 4 resume los valores del índice de Potencial de Licuación y Severidad de Licuación para cada uno de los 18 ensayos con DMT realizados en los canales de distribución del proyecto.

Tabla 5 3. Clasificación de la Severidad de Licuación

PL	Severidad de Licuación
0	Muy Bajo
< 5	Bajo
5 - 15	Alto
> 15	Muy Alto

Tabla 5 4. Resumen de los valores de Potencial de Licuación para los DMTs realizados en los canales de distribución

Ensayo	Coordenadas CRTM05		Potencial de Licuación (PL)	Severidad de Licuación
	Este	Norte		
DMT-24	323772	1168734	1.01	Bajo
DMT-25	326972	1161454	1.64	Bajo
DMT-26	329202	1156183	3.75	Bajo
DMT-27	328656	1150370	18.56	Muy Alto
DMT-28	335513	1149129	1.12	Bajo
DMT-29	340635	1147023	3.67	Bajo
DMT-30	340865	1153805	11.49	Alto
DMT-31	337654	1152238	11.09	Alto
DMT-32	332525	1152933	16.84	Muy Alto
DMT-33	325564	1159405	7.49	Alto
DMT-34	328422	1143901	3.82	Bajo
DMT-35	328018	1163820	32.81	Muy Alto
DMT-36	328719	1145569	12.95	Alto
DMT-37	316502	1137993	0.67	Bajo
DMT-38	342090	1139708	0.42	Bajo
DMT-39	336540	1141902	22.08	Muy Alto
DMT-40	329963	1141600	0.00	Muy Bajo
DMT-41	312608	1137188	6.53	Alto

Basados en las observaciones de campo y en los resultados de las investigaciones geológico geotécnicas, se descarta la ocurrencia de fenómenos como subsidencia y hundimientos en el área del proyecto. En el Anexo 5 2 Mapa de susceptibilidad, se observan las zonas del proyecto con potencial a licuefacción.

5.2.2 Inundaciones

El área de embalse se considera libre de amenazas por inundación, dado que en caso de una crecida en el río Piedras, cuerpo hídrico principal en la zona, el agua sería contenida en el embalse, para luego ser liberada en un caudal menor aguas abajo en el río. Además, según el mapa de amenazas de la Comisión Nacional de emergencias para el cantón de Bagaces, el área de embalse no posee amenaza por inundación.

En contraste, la zona donde se realizará la ampliación y distribución del canal se encuentra dentro de la llanura del tempisque, zona plana propensa a inundarse en la época lluviosa, como lo indican los mapas de amenazas de la Comisión Nacional de Emergencias (ver Anexo 5 2, Mapa de susceptibilidad).

5.2.2.1 Cotas de inundación en la zona del canal de conducción

Se revisaron los mapas de amenazas naturales potenciales de los cantones de Bagaces y Liberia, elaborados por la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias, CNE, en febrero de 2010. También se revisaron las capas temáticas del Atlas digital de Costa Rica, elaborado por el Instituto Tecnológico de Costa Rica en el 2014.

Según la información recopilada, la mayoría de los sitios de cruce se encuentran fuera de las zonas de inundación, solamente los sitios sobre el río Liberia, río Matapalo y río Tempisque, se encuentran dentro de las zonas inundables, como se aprecia en la Ilustración 5 3. Estos tres sitios de cruce tienen un riesgo de inundación con una probabilidad de ocurrencia moderada.

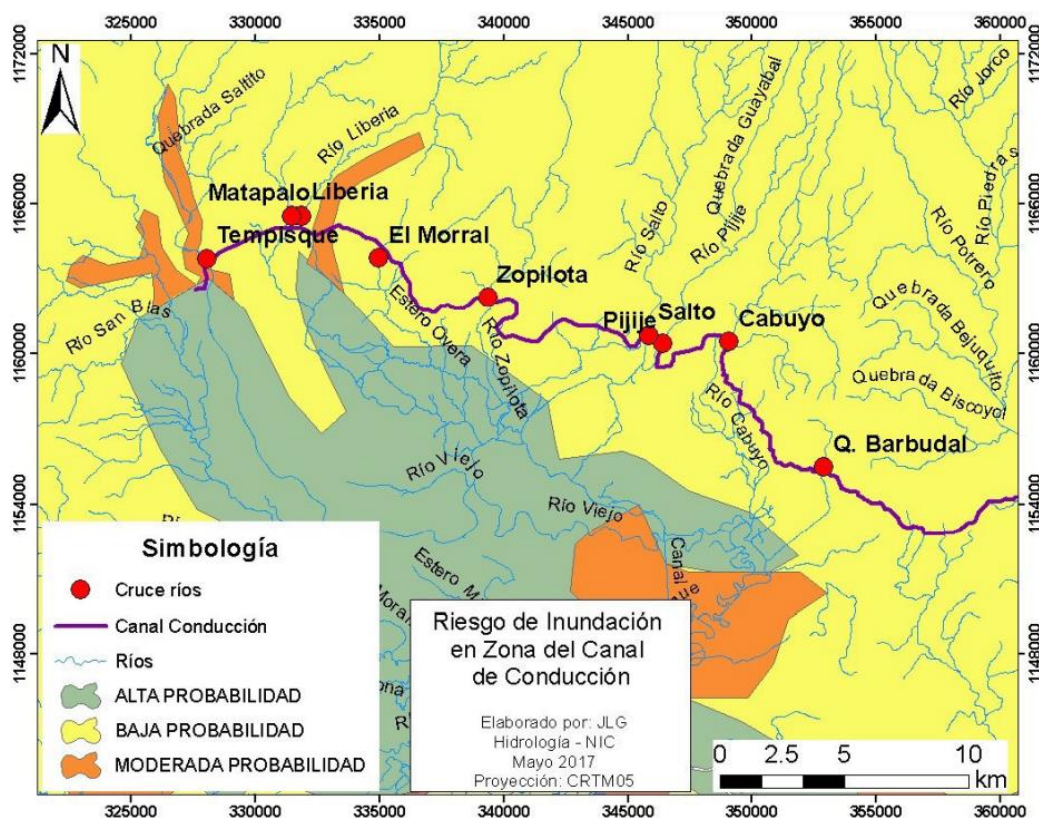


Ilustración 5 3. Áreas de riesgo de inundación en la zona del canal de conducción

5.2.2.2 Cotas de inundación en la zona de riego

Se revisaron los mapas de amenazas naturales potenciales de los cantones de Carrillo y Santa Cruz, elaborados por la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias, CNE, en febrero de 2010. También se revisaron las capas

temáticas del Atlas digital de Costa Rica, elaborado por el Instituto Tecnológico de Costa Rica en el 2014.

Según la información recopilada, todos los sitios de cruce definidos en el área de riego, están dentro de las zonas inundables, como se aprecia en la Ilustración 5 4. Los sitios de cruce de los ríos Las Palmas, Belén, Cañas y Diríá, tienen un riesgo de inundación con una probabilidad de ocurrencia alta, entre 1 y 5 años de período de retorno, el sitio de cruce con el río Bolsón tienen una probabilidad moderada, y el sitio de cruce con el río Charco tiene una baja probabilidad de ocurrencia.

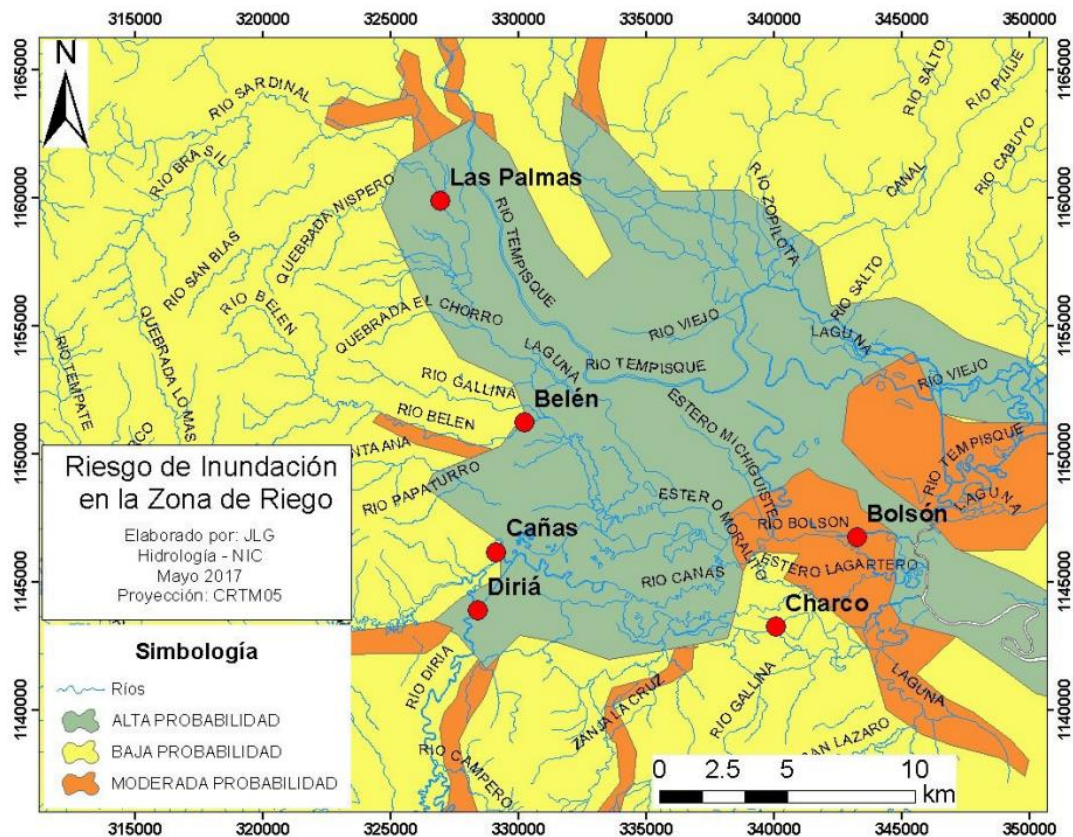


Ilustración 5 4. Áreas de riesgo de inundación en la zona de riego de la margen derecha del río Tempisque

Para estos sitios de cruce en el canal de conducción y la red de distribución, se deberán de tomar las medidas preventivas para minimizar posibles afectaciones sobre las estructuras, y sobre la operación del sistema de riego, debido al desbordamiento de los ríos.

5.2.3 Variabilidad climática

En el estudio de Evaluación del Rendimiento del Embalse Regulatorio del Canal del Oeste ubicado en el Río Piedras, Bagaces elaborado en el 2015 (Anexo 2 5) se planteó

como uno de los escenarios la posibilidad de una disminución en la precipitación ante el cambio climático, con el objetivo de conocer la sensibilidad del caudal seguro ante cambios en el abastecimiento de agua de drenaje de las subcuencas, que disminuiría los caudales mínimos con los que cuenta actualmente el proyecto ($4.11 \text{ m}^3/\text{s}$ de caudal mínimo con un caudal de estiaje de 1.44 según el caudal con una probabilidad de excedencia del 97.5% , quedando disponible para el embalse un caudal de $2.67 \text{ m}^3/\text{s}$).

Para este escenario se disminuyó un 50% el caudal base establecido para todo el periodo de la modelación. De tal forma que el aporte en época seca al embalse no sea de $2.67 \text{ m}^3/\text{s}$ sino de $0.61 \text{ m}^3/\text{s}$, conservando siempre el mismo caudal de estiaje de $1.44 \text{ m}^3/\text{s}$. Esta simulación se realizó para la condición de Trasvases con año seco y trasvases con año normal y una elevación de operación mínima de 30 metros.

En la Tabla 5 5 se puede ver el incremento en la vulnerabilidad de 5 días sucesivos de cero a 22 días para el año seco con un caudal de $10.8 \text{ m}^3/\text{s}$ y de 21 a 40 días con un caudal de $12.8 \text{ m}^3/\text{s}$ en que el caudal seguro no puede proporcionarse. Para el caso de un año normal se tiene que para una probabilidad de falla del 1 por ciento con un caudal de $13.07 \text{ m}^3/\text{s}$ se pasa a una probabilidad de falla de 2.15 por ciento disminuyendo el flujo base mínimo a $0.61 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabla 5 5. Sensibilidad del modelo ante cambios de caudal base mínimo

	Trasvases año seco			Trasvases año normal		
	Caudal Seguro m^3/s	Probabilidad de falla (%)	Vulnerabilidad de 5 días (días)	Caudal Seguro m^3/s	Probabilidad de falla (%)	Vulnerabilidad de 5 días (días)
Flujo base de $2.67 \text{ m}^3/\text{s}$	12.8	0.978	21	13.07	1.00	23
Flujo base $0.61 \text{ m}^3/\text{s}$	12.8	1.95	40	13.07	2.15	46
Flujo base de $2.67 \text{ m}^3/\text{s}$	10.8	0	0	11	0.04	2
Flujo base $0.61 \text{ m}^3/\text{s}$	10.8	1.017	22	11	0.99	23

5.3. Alternativas de reducción de riesgos

Amenaza Sísmica

El área del proyecto está asentada sobre una zona de sismicidad alta, por lo que todos los diseños deben de contemplar los lineamientos normativos y técnicos que se indiquen en materia de sismicidad para las construcciones en suelo nacional.

Para efectos de definir los sismos de diseño planteados por el Comité Internacional de Grandes Presas (ICOLD, por sus siglas en inglés) y que representan los diferentes niveles de demanda sísmica en el sitio de proyecto, el grupo diseñador utilizó los

resultados obtenidos en el informe de Amenaza Sísmica desarrollado por Climent et al., en conjunto con información relacionada con la importancia y tipo de la obra, el método de diseño y el nivel de riesgo que se considere aceptable y que asegure un adecuado balance costo-beneficio, de acuerdo a los lineamientos o normas que se siguen actualmente para el diseño de presas o cualquier otra obra relacionada a ella.

En el caso de las edificaciones del proyecto que deban ser diseñadas siguiendo métodos como el del Código Sísmico de Costa Rica 2010 (CFIA, 2010), los valores pico de aceleración del informe de Amenaza Sísmica deberán ser reducidos en un 20% para llevarlos a aceleración pico efectiva, de acuerdo a los indicado por Laporte (2006) y Climent et al. (2010).

La componente vertical del movimiento sísmico, en el caso que se necesite, se puede obtener como $2/3$ del valor de la aceleración horizontal pico.

Licuefacción

Es importante que se consideren posibles efectos secundarios, como la licuefacción, debido a la sacudida sísmica, de modo de poder implementar medidas de mitigación que respondan al nivel de riesgo identificado.

Dados los resultados obtenidos, para el diseño y construcción de los canales de distribución del proyecto, será necesario considerar el potencial de licuefacción en algunos de los tramos de los canales donde se determine la presencia de estratos de materiales con un potencial alto de ocurrencia del fenómeno.

En dichos tramos será necesario tomar medidas adicionales tales como: la conformación de rellenos de sustitución, densificación de los materiales, construcción de drenajes o columnas de grava para el alivio de las presiones de poro, entre otros, siempre en busca de disminuir el potencial de licuación y las posibles afectaciones a las obras propuestas para el proyecto.

Amenaza de Inundación

El diseño de la presa se elaboró para que soporte la capacidad de carga del agua que va a almacenar, e incluye estructuras vertedoras para el alivio de agua en la capacidad máxima de almacenamiento del agua (obra en sitio, para uso normal). El diseño de la misma toma en cuenta, los eventos máximos históricos que pudieran ser recurrentes en sitio y que eventualmente, pudieran afectar el almacenamiento de agua en el embalse.

En el caso del canal del Oeste (tramo II y III), podrían verse afectados en algunos puntos específicos, por el paso de ríos (Liberia, Cabuyo, entre otros), así como de quebradas de escurrimiento estacional, que durante la época de lluvias, por efecto de eventos pico y caudales instantáneos podrían invadir el canal de agua, para este caso se realizan todos los estudios hidráulicos de cada microcuenca que debe de atravesar

el canal oeste (aplicación de información topográfica, meteorológica, edáfica y de uso del suelo), con el fin de obtener el adecuado diseño de las alcantarillas de paso de aguas y la adopción de medidas preventivas durante el proceso constructivo.

Para la red de canales de distribución en la margen derecha se determinó un elevado riesgo de inundación, dado que toda la zona, sufre de estos fenómenos de forma periódica, por lo que se requiere realizar una modelación hidrológica de avenidas máximas para las planicies inundables de las subcuencas de los ríos Las Palmas, Cañas, Diriá y Charco. Esta simulación se utilizará como insumo para la modelación hidráulica bidimensional que permitirá determinar la amenaza de inundación y posibles medidas de mitigación.

Los resultados del desarrollo de las modelaciones hidrológica e hidráulica, según el cronograma general del proyecto, se obtendrían en el primer trimestre del año 2024, con un costo aproximado de ₡65, 000,000.00.

Se destaca que, mediante transferencia, en el pasado se le otorgó al SENARA la suma de ₡2.422.200 millones, para cubrir el estudio de factibilidad del proyecto, aplicados principalmente en lo requerido para el diseño de las obras del sitio de presa y el estudio de impacto ambiental.

Del monto anterior, el SENARA cuenta con un disponible de aproximadamente ₡500 millones, del cual se obtendrán los recursos para llevar a cabo el estudio de control de inundaciones de la Red de Distribución de la Margen Derecha. Actualmente se tramita el cambio de coetilla para la reasignación de los fondos.

5.4. Beneficios por mitigación de los riesgos a desastres

Los resultados del análisis de riesgos a desastres del Proyecto Paacume han permitido enfocar las medidas en una gestión prospectiva, es decir, la adopción de acciones de planificación orientadas a reducir la generación de nuevas vulnerabilidades o peligros para ser incorporadas en la propuesta de diseño, construcción y operación del proyecto.

Es así como los diseños elaborados en el sitio de presa y canal oeste constituyen una propuesta integral en la cual se incorpora la variable del riesgo a amenazas naturales, de manera que la infraestructura a desarrollar tome en cuenta las previsiones para que logre soportar y responder a las condiciones que representen un nivel importante de amenaza.

En lo que respecta a la red de distribución en la margen derecha, está pendiente la obtención de modelaciones hidrológicas e hidráulicas para establecer la amenaza de inundación e implementar en los diseños las medidas de mitigación que mejor respondan a los requerimientos del proyecto.

Los principales beneficios de una gestión prospectiva para lograr la mitigación de los riesgos son:

- ✓ Vida útil extendida del proyecto.
- ✓ Previsión de los posibles impactos al que se ve sometido el proyecto, por efectos de desastres naturales
- ✓ Manejo potencializado de los recursos materiales, económicos o de actividades laborales.
- ✓ Restauración adecuada y dirigida de aquellos sitios, que pueden ser potenciales riesgos para el proyecto.
- ✓ Identificación y vigilancia de sitios de posible riesgo y vulnerabilidad para las obras establecidas.

CAPITULO 6. ANÁLISIS AMBIENTAL

En este componente se identifican los impactos de Paacume, y las acciones que este podría generar en el ambiente. Igual se plantean las medidas de prevención, mitigación y compensación que dichos impactos requerirían y sus costos, los cuales deben ser llevados a las evaluaciones financiera, económica y social del proyecto. Esto permite minimizar errores de estimación de costos y escoger las alternativas que más se adecuan al medio ambiente para asegurar la protección de los recursos naturales y la armonización del proyecto con su entorno.

En los años 2016 y 2017 se trabajó el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) para el proyecto, mediante la figura de contrato, desarrollado por el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) (Anexo 6 1). Esto fue con el aporte de profesionales en varias disciplinas, en los cuales se basa este capítulo. Al final de dicho proceso de Evaluación Ambiental se debe contar con la Viabilidad Ambiental Potencial (VAP) del proyecto otorgado por la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (Setena) previo a iniciar las actividades de construcción.

El EsIA básicamente se basó en la recopilación de la información secundaria existente sobre el área del proyecto, la cual incluyó la búsqueda de mapas, fotografías aéreas, informes de trabajos anteriores, recursos electrónicos (software, atlas digitales, sitios web), entre otros; la ejecución de trabajos de campo, dentro de los cuales se incluyen el reconocimiento general de los elementos del área del proyecto (en función de cada disciplina), ensayos geotécnicos, prospección arqueológica, estudios de flora y fauna, entrevistas a grupos focales e informantes claves, proceso de comunicación y participación social en el área de influencia, entre otros; el análisis de la información recopilada, identificación de los impactos ambientales y propuesta de las medidas de prevención, mitigación y compensación; y la elaboración del informe final del EsIA.

El trabajo de campo de este Estudio se desarrolló desde enero del año 2016 hasta marzo del 2017, finalizando el trabajo de gabinete en agosto del 2017. El EsIA se entregó a la Setena el 07 de diciembre de 2017, con el número de expediente D1-21601-17.

6.1 Descripción del ambiente biológico

6.1.1 Introducción

El Paacume, tal como su nombre lo indica se encuentra en la zona intermedia de la cuenca del río Tempisque. Se ubica entre los 10 y 200 ms.n.m. y abarca una extensión total de 44.024 hectáreas a ambos lados del río. El proyecto tiene presencia en los cantones de Bagaces y Liberia en la margen izquierda, y los cantones de Carrillo, Santa Cruz y Nicoya en su margen derecha; todos pertenecientes a la provincia de Guanacaste en la región del Pacífico Norte de Costa Rica. Esta región posee una estacionalidad muy marcada con una época seca de cinco meses entre los meses de

diciembre y abril y una estación lluviosa entre los meses de mayo y noviembre, que influye en las características de su biota.

Como se comentó anteriormente el proyecto que consta de tres secciones. En su origen hay un Embalse para almacenar el excedente de agua del Canal Oeste del Distrito de Riego Arenal-Tempisque (DRAT), localizado en el cantón de Bagaces, cercano a los poblados de Falconiana y Llanos del Cortés. Además, colinda con la Reserva Biológica Lomas Barbudal (RBLB) e incluso, se inundaría una porción de 113 hectáreas de la misma.

Aguas abajo del Embalse la segunda sección del proyecto consta de un canal principal de 55 kilómetros, llamado Canal Oeste. En este se transportaría el agua hacia el oeste por los cantones de Bagaces y Liberia hasta la margen izquierda del río Tempisque, discurriendo cercano a los poblados de San Ramón y Playitas y a través de las haciendas del Pelón de la Bajura y Central Azucarera del Tempisque S.A. (Catsa). La tercera sección la constituye una red de canales de distribución en la margen derecha del río Tempisque a través de fincas agrícolas de los cantones de Carrillo, Santa Cruz y Nicoya.

6.1.1.1 Ambiente terrestre

El proyecto en sus tres sectores junto con sus áreas de influencia se encuentra inmerso en una matriz fragmentada y diversa de varios tipos de usos del suelo. Esta localizado en un paisaje rural de haciendas, fincas y asentamientos campesinos, dominado por extensas zonas agropecuarias con cultivos agrícolas, pastizales, plantaciones frutales y forestales. También posee parches boscosos y áreas silvestres aisladas tanto privadas como estatales que funcionan como refugios de vida silvestre, algunas de ellas conectadas por corredores de vegetación y bosques de galería a lo largo de ríos y quebradas.

6.1.1.1.1. Estatutos de protección del área del proyecto

6.1.1.1.1.1. Sector Embalse

El Embalse y el Canal Oeste se ubican en el Área de Conservación Arenal - Tempisque (ACAT). El Embalse colinda al suroeste con la RBLB de la cual inundaría una porción de 113 hectáreas. Es por esto que el Senara dispuso realizar un estudio para caracterizar los ecosistemas de la zona de la RBLB que eventualmente podrían ser inundados al igual que aquellos en un área potencial de compensación, la metodología y los resultados de este estudio de equivalencia ecológica se muestran en el punto 6.1.1.1.8.

6.1.1.1.1.2. Sector Canal Oeste

El Canal Oeste se divide en dos partes. El tramo II es un trayecto a reconstruir de 20 kilómetros que inicia aguas abajo del Embalse y transcurre por un bosque secundario

paralelo a la RBLB hasta el río Cabuyo. En su zona intermedia por el poblado de Playitas y del sifón de la quebrada Barbudal, el canal atraviesa el corredor biológico que une el Parque Nacional Palo Verde (PNPV) con la RBLB.

El tramo III es un trayecto a construir de 35 kilómetros. Inicialmente atraviesa los bosques secundarios y riparios asociados a los ríos Cabuyo, Pijije y El Salto y luego pasa al pie de los cerros boscosos de la Reserva Privada de la Hacienda El Pelón de la Bajura.

6.1.1.1.1.3. Sector Red de Distribución

En la margen derecha del río Tempisque, en las cercanías de las localidades de Filadelfia y La Guinea, se encuentra el Humedal Riberino Zapandí. Al noreste del poblado de Bolsón entre las confluencias de los afluentes ríos Viejo y Bolsón se localizan las Reservas de Vida Silvestre El Viejo y Cipancí.

6.1.1.1.2. Zonas de vida

El área de estudio se encuentra principalmente en dos zonas de vida: el Bosque Húmedo Premontano Transición a Basal con valores de precipitación de 2.000 a 4.000 mm anuales y una temperatura entre 18 y 24° C (bh-P6) y el Bosque Seco Tropical (bs-T) que se caracteriza por tener precipitaciones entre los 1.000 y 2.000 mm anuales, y una temperatura promedio que oscila de los 24 a los 30° C.

El Embalse se ubica en la colindancia de ambas zonas de vida en una zona transicional bajo la influencia de ambos bioclimas. El canal principal en la margen izquierda del río Tempisque y la sección de la distribución en la margen derecha, se localizan en el Bosque Húmedo Premontano Transición a Basal, excepto un área con Bosque Seco Tropical al extremo norte de la distribución en los alrededores de los poblados de Comunidad y Guardia de los cantones de Liberia y Carrillo. Adicionalmente otra área cercana a la costa en el extremo suroeste de la distribución, por los poblados de San Pedro y Lagunilla del cantón de Santa Cruz, posee el bioclima Bosque Seco Tropical transición a perhúmedo.

6.1.1.1.3. Asociaciones naturales presentes

En la zona se aprecian diferentes usos del suelo, en los cuales destacan las siguientes asociaciones naturales: bosque maduro intervenido asociado a ríos y quebradas denominado bosque ripario, bosque secundario caducifolio, pastizal o potrero, pastizal con árboles aislados, matorral o charral, matorral con árboles aislados y matorral espinoso.

6.1.1.1.3.1. Sector del Embalse

En este sector, los potreros y el bosque maduro ripario son las comunidades vegetales más abundantes cubriendo entre 36,00 y 38,00% del área de inundación, seguidos por el bosque secundario con un 22,00%. Por último, están los matorrales, los cuales

ocupan solamente el 1,00%. Los potreros arbolados se concentran en la zona central del Embalse a ambos lados del río Piedras.

El bosque ripario se localiza en franjas angostas de ancho variable de 10 a 30 m a la orilla de ríos y quebradas, principalmente a lo largo del río Piedras en la parte inferior e intermedia del Embalse, al igual que en la quebrada Biscoyol y sus afluentes. Desde el centro hasta la cola este ecosistema abarca una franja muy angosta de 10 m de ancho o menos en las márgenes del río Piedras.

El bosque secundario se encuentra en la parte baja del Embalse a ambos lados del bosque ripario del río Piedras y en la serranía de la finca Invenio cercana al sitio de presa. También se encuentra en el brazo del extremo suroeste contiguo al bosque ribereño de la quebrada Biscoyol. Los charrales o matorrales cubren áreas de poca extensión en el centro del Embalse y también en la cima de los cerros al oeste del sitio de presa en la finca Invenio, donde se encuentra una asociación edáfica denominada matorral espinoso.

6.1.1.1.3.2. Sector Canal Oeste

En el canal principal son muy abundantes los bosques secundarios y riparios con casi un 59,00% del total, seguido por los potreros arbolados con un 12,00% y por último los matorrales o charrales ocupan una pequeña porción del 2,50%. Es conveniente indicar que los cultivos ocupan un porcentaje del 12,40% y el agua del canal el 13,50%.

En el primer tramo a reconstruir el canal inicialmente transcurre por 3 kilómetros de potreros arbolados y luego cruzaría un sector extenso de bosque secundario al pie de los cerros boscosos de la RBLB, pasando por franjas angostas de 10 m de ancho de bosque maduro ripario a la orilla de algunas quebradas y desagües, hasta una franja más extensa de 50 m de ancho de bosque maduro ribereño en la margen izquierda del río Cabuyo.

En el segundo tramo el nuevo canal a construir atravesaría un trecho extenso de bosque secundario con franjas aisladas de bosque maduro ripario desde su inicio en el río Cabuyo, cruzando los ríos Pijije, El Salto y la quebrada Zopilota e ingresando a la hacienda El Pelón de la Bajura, donde transcurriría al pie de los cerros boscosos de la Reserva Privada de dicha hacienda. La cobertura cambia al ingresar a Catsa, donde el trazo sería a través de cultivos de caña de azúcar y arroz, cruzando solamente franjas angostas de 10 m de ancho con bosque ripario muy alterado en la quebrada El Moral, en el río Liberia y finalmente en la margen izquierda del río Tempisque que posee una faja ancha de 200 m de bosque maduro ribereño ralo muy intervenido.

6.1.1.1.3.3. Sector Red de Distribución

En este sector de la margen derecha del río Tempisque los canales de distribución se orientan hacia zonas agropecuarias, sin embargo, también pasan cerca a zonas urbanas y cruzan caminos tanto rurales como rutas principales.

A. Subsector norte

En el extremo norte se encuentran fincas cercanas a los poblados de Comunidad, Palmira y Paso Tempisque y también hacia el sur en los alrededores de las comunidades de Filadelfia, Belén y Palestina. El canal inicialmente atraviesa la franja de 30 m de ancho del bosque ripario ralo intervenido en la margen derecha del río Tempisque y los bosquetes de poca extensión del río Las Palmas. Posteriormente cruza las franjas angostas de 10 m de ancho de bosque intervenido ribereño a la orilla de los ríos Sardinal, San Blas, Gallina, Belén y Carrizal.

B. Subsector este

Inicialmente en las cercanías del poblado de La Guinea y Corralillos el canal cruza el bosque ripario angosto de un ancho menor a los 10 m en las márgenes del río Viejo y luego con rumbo al sureste y al sur por las comunidades de Ortega, Bolsón, Talolinga, Talolinguita y Polvazal. Los canales pasan por las franjas angostas de 10 m de ancho de bosque ribertino intervenido en las riberas de los ríos Bolsón, Charco y Talolinguita.

C. Subsector oeste

Partiendo de los pueblos de Río Cañas y Bernabela los canales atraviesan las franjas de 10 a 20 m de bosque ribereño a orilla de los ríos Cañas y Diría, luego hacia el suroeste por las localidades de Puente Negro, Chirco, San Pedro y Hatillo, cruzan los bosques riparios intervenidos de 10 m de ancho de los ríos Negro, Chirco y Cañas.

6.1.1.1.4. Cobertura vegetal actual por asociación natural**6.1.1.1.4.1. Bosque maduro ripario**

El bosque maduro ripario intervenido es una comunidad vegetal siempre verde asociado a ríos y quebradas. En la región del Pacífico Seco con una estacionalidad muy marcada, en la época seca los componentes florísticos de este ecosistema cuentan con mayor disponibilidad de humedad y mantienen el follaje a diferencia de la mayoría de las plantas de los bosques caducifolios que botan sus hojas. Esto es una estrategia adaptativa para mantener la poca humedad disponible.

Esta comunidad vegetal se ha reducido a franjas angostas en las riberas de los ríos y quebradas, las cuales son objeto de extracción de madera y leña, además de utilizarse para refugio y ramoneo del ganado. Por lo tanto, su extensión, densidad, estructura y composición florística son muy variables dependiendo del grado de intervención. Son pocos los sitios en el área del proyecto donde las franjas son más amplias y la intervención ha sido menor, por lo cual poseen mayor complejidad estructural y riqueza florística.

En los sitios menos intervenidos y con franjas más amplias, este ecosistema es más complejo estructuralmente con al menos 3 estratos y un dosel de 25 m constituido por

árboles de madroño (*Calycophyllum candidissimum*), guapinol (*Hymenaea courbaril*), roble de sabana (*Tabebuia rosea*), jobo (*Spondias mombin*), indio desnudo (*Bursera simaruba*), entre otras, al igual que individuos aislados de ron ron (*Astronium graveolens*) y caoba (*Swietenia macrophylla*), junto con emergentes de mayor tamaño de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), espavel (*Anacardium excelsum*), cenízaro (*Samanea saman*), ceiba (*Ceiba pentandra*), chilamate (*Ficus insipida*), entre otros.

En estratos intermedios hay árboles de porte medio de papaturro (*Cocoloba caracasana*, *C. acuminata*, *C. guanacastensis* y *C. venosa*), soncoya (*Annona purpurea*), cocoras (*Guarea glabra* y *G. nicaraguensis*), urucas de montaña, cedrón y manteco (*Trichilia americana*, *T. havanensis*, *T. hirta*, *T. martiana* y *T. pallida*), entre otros.

En el piso llamado sotobosque abundan árboles de pequeño porte de tucuico (*Ardisia revoluta*), avellán (*Garcia nuctans*), huesillo (*Allophylus occidentalis* y *A. psilospermus*), malacahuite (*Chomelia spinosa*), acerola (*Malphigia glabra*), entre otros. Además, se encuentran especies arbustivas como siempreviva (*Bonellia nervosa*), achiote de monte (*Bixia urucurana*), anisillos y rabo de ratón (*Piper spp.*), talcacao (*Capparis frondosa* y *C. indica*), piedrilla (*Erythroxylum havanense*), entre otras.

En zonas más intervenidas con mayor luminosidad, hay menor presencia de las especies apuntadas anteriormente y en su lugar predominan especies arbóreas típicas de ambientes abiertos como guácimo (*Guazuma ulmifolia*), guarumo (*Cecropia peltata*), cornizuelo (*Acacia collinsii*), balsa (*Ochroma pyramidale*), capulines (*Trema micrantha* y *Muntingia calabura*), entre otras.

Además, en estos sitios abiertos también se encuentran árboles frondosos muy dispersos de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), cenízaro (*Samanea saman*), pochote (*Bombacopsis quinata*), quebracho (*Lysiloma divaricatum*), guayaquil (*Pseudosamanea guachapele*), entre otros. Abajo el sotobosque cuenta con mayor luminosidad por lo cual es denso y encharralado con abundancia de arbustos y hierbas heliófitas de rabo de chancho (*Helicteres guazumifolia*), candelillo (*Senna hayesiana*), pisí (*Hamelia patens*), escobilla (*Sida rhombifolia*), chan (*Hyptis suaveolens*), entre otras.

6.1.1.1.4.2. Bosque secundario

Esta comunidad vegetal consiste en un bosque secundario caducifolio de fase temprana e intermedia, que se estableció por sucesión natural posteriormente al abandono de los potreros. Estructuralmente posee de 2 a 3 estratos, con un dosel principal de altura variable de 7 a 15 m dependiendo de la edad, las condiciones edáficas y humedad, además se caracteriza por la presencia de árboles aislados de gran porte.

Estos árboles emergentes de gran porte característicos de esta región del Pacífico Seco pertenecen a especies como cenízaro (*Samanea saman*), pochote (*Bombacopsis quinata*), Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), alcornoque (*Licania arborea*), panamá (*Sterculia apetala*), entre otras.

El estrato principal debajo de estos emergentes aislados, presenta dominancia de especies arbóreas pioneras y heliófitas durables de rápido crecimiento como guácimo (*Guazuma ulmifolia*), cornizuelo (*Acacia collinsii*), chapernillo (*Lonchocarpus minimiflorus*), poró poró (*Cochlospermum vitifolium*), chaperno (*Lonchocarpus filipei*), entre otras. Aisladamente se encuentran individuos de mediano porte de ron ron (*Astronium graveolens*) especie amenazada y también Cristóbal (*Platymiscium parviflorum*), laurel negro (*Cordia gerascanthus*) y cocobolo (*Dalbergia retusa*), las cuales están en peligro de extinción y cuya corta está vedada.

El estrato intermedio posee una densidad y composición florística variable dependiendo del grado de luminosidad presente, por lo tanto, es una mezcla de especies arbóreas heliófitas efímeras y durables en asocio con algunas esciófitas parciales en sitios más sombreados, son muy comunes árboles de matacartago (*Casearia arguta*), soncoya (*Annona purpurea*), plomillos (*Casearia aculeata*, *C. tremula*, *C. praecox* y *C. sylvestris*), cola de ardilla (*Alvaradoa amorphoides*), guácharo (*Semialrium mexicanum*), entre otros.

La composición de especies arbustivas y herbáceas y otras plantas de flora menor que componen el estrato bajo o sotobosque varía según las condiciones microclimáticas y edáficas, influenciadas en gran parte por la densidad de la cobertura de los árboles de estratos superiores y emergentes. En sitios sombreados se encuentran las mismas especies del sotobosque del bosque ripario, junto con regeneración natural de especies arbóreas heliófitas durables y esciófitas de etapas sucesionales más avanzadas.

En zonas con mayor humedad del suelo como en suampos u orillas de quebradas o desagües, se da gran abundancia de especies arbóreas de pequeño porte y arbustivas adaptadas a esta condición tales como papaturro (*Coccoloba caracasana*), aroma (*Acacia farnesiana*), michiguiste (*Pithecelobium dulce*), trompillo (*Alibertia edulis*), palma uvita (*Bactris guianensis*), entre otras.

Para la determinación de la estructura y composición florística del bosque ripario y secundario descritos anteriormente, además de recorridos exhaustivos por el área del Proyecto y sus áreas de influencia, se realizó un inventario forestal mediante un muestreo sistemático con arranque aleatorio, considerando una intensidad mínima de muestreo del 1,12% y un error máximo de muestreo permisible del 15,00% para la estimación del área basal por hectárea, con una confiabilidad probabilística no menor del 95,00%. En cuanto a composición florística en el área del proyecto en total se contabilizaron 123 géneros y 192 especies pertenecientes a 46 familias botánicas.

6.1.1.1.4.3. Charral o matorral

El charral es la primera etapa del proceso de sucesión natural y se caracteriza por la presencia de especies herbáceas y arbustivas, con algunos árboles delgados aislados de especies pioneras heliófitas, así como regeneración natural de especies arbóreas de etapas más tardías de la sucesión que germinan y desarrollan bajo la sombra del dosel.

En la cima de los cerros de la finca Invenio al oeste del sitio de presa se ubica un tipo de charral denominado matorral espinoso, que corresponde a una asociación edáfica de suelos vertisoles con arcillas expansivas sobre una capa de roca a poca profundidad (30 a 50 centímetros), que representa una limitante para el desarrollo de los árboles por lo cual la vegetación se compone de especies leñosas achaparradas, tales como cornizuelo (*Acacia collinsii*), aroma (*Acacia farnesiana*), abejoncillo (*Senna pendula* var. *grabrata*), caraño (*Bursera graveolens*), jicaro (*Crescentia cujete*), entre otras.

6.1.1.1.4.4. Potrero o pastizal con árboles aislados

Esta comunidad vegetal está compuesta por gramíneas o zacates principalmente jaragua (*Hipharrenia ruja*) en asocio con especies herbáceas y arbustivas, así como árboles aislados remanentes de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), guayaquil (*Albizia guachapele*), cenízaro (*Samanea saman*), roble sabana (*Tabebuia rosea*), Guanacaste blanco (*Albizia niopoides*), entre otros.

6.1.1.1.5. Especies indicadoras por ecosistema natural

6.1.1.1.5.1. Flora

A. Bosque ripario

El bosque ripario del área del proyecto es un bosque siempre verde asociado a ríos y quebradas, por lo cual sus componentes florísticos cuentan con mayor disponibilidad de humedad incluso durante la época seca. Estas condiciones favorables permiten un mayor desarrollo, por lo cual son característicos árboles muy frondosos de copas amplias de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), espavel (*Anacardium excelsum*), cenízaro (*Samanea saman*), ceiba (*Ceiba pentandra*), chilamate (*Ficus insipida*), entre otros. Así mismo, se encuentran árboles de porte medio muy abundantes de estratos inferiores como sotacaballo (*Zigia longifolia*), matapulgas (*Thounidium decandrum*), almendro de río (*Andira inermis*), canelo (*Ocotea veraguensis*), papaturros (*Cocoloba caracasana*, *C. acuminata*, *C. guanacastensis* y *C. venosa*), entre otros.

Es pertinente apuntar que este ecosistema se encuentra muy alterado y en muchos casos son franjas angostas con presencia de especies propias de ambientes abiertos detalladas en el punto anterior mencionado.

B. Bosque secundario

Esta comunidad vegetal consiste en un bosque secundario caducifolio de fase temprana e intermedia, que se estableció por sucesión natural posteriormente al abandono de los potreros. Estructuralmente posee de 2 a 3 estratos, con un dosel principal de altura variable de 7 a 15 m dependiendo de la edad, las condiciones edáficas y humedad, además se caracteriza por la presencia de árboles aislados de gran porte y copas amplias remanentes de los antiguos potreros, además el estrato principal debajo de estos emergentes aislados presenta dominancia de especies arbóreas pioneras y heliófitas como guácimo (*Guazuma ulmifolia*), cornizuelo (*Acacia collinsii*), chapernillo (*Lonchocarpus minimiflorus*), poró poró (*Cochlospermum vitifolium*), chaperno (*Lonchocarpus filipei*), entre otros.

6.1.1.1.5.2. Fauna

A. Metodología para la realización del diagnóstico de fauna

Para mayor facilidad, el área de proyecto se dividió en tres zonas de estudio:

- **Embalse:** Área de inundación y zonas aledañas que comprende el Embalse, sitio de presa y áreas de influencia directa.
- **Canal Oeste:** Área de conducción de agua conformada por el Canal Oeste que comprende desde el pie de presa hasta la margen izquierda del río Tempisque.
- **Red de Distribución:** Área de conducción y distribución de riego en la margen derecha del río Tempisque, en los cantones de Carrillo, Santa Cruz y Nicoya.

En el área de estudio, para la identificación de fauna terrestre (aves, mamíferos, reptiles y anfibios), se utilizaron las siguientes metodologías según protocolo del ICE (EslA):

- **Transectos:** Con el propósito de abarcar todos los tipos de cobertura presentes en el área de Embalse, se realizaron transectos de un kilómetro de longitud y un ancho de banda variable a cada lado de la línea central, en los cuales se registró tanto de día como de noche todos los grupos de fauna presentes.
- **Búsqueda intensiva:** Esta técnica se realizó como actividad complementaria a los transectos, que implica recorridos aleatorios con el fin de abarcar mayor área y la identificación de más especies. Además, se incluye búsqueda de rastros (huellas, heces, señales de ramoneo, y cantos de aves) y la utilización de cámaras trampa ubicadas en sitios estratégicos de manera que abarcaran mayor cantidad de hábitats.

Debido a que los distintos ecosistemas mencionados se encuentran entremezclados en algunas áreas y los bosques forman islas entre zonas de potreros y campos

agrícolas, es poco útil identificar especies indicadoras para cada tipo de ecosistema ya que se trasladan de un sitio a otro libremente en su búsqueda de alimento en una zona que hace difícil la sobrevivencia por el avance de la frontera agrícola y la cacería, lo cual se agudiza en los meses de verano donde la sequía es muy severa y son frecuentes los incendios forestales y agrícolas. Se observaron especies típicas de bosques como manigordos, en áreas abiertas posiblemente en sus rutas de paso de un sitio a otro, así como pumas y coyotes transitando fuera de la RBLB.

B. Avifauna del Embalse

Un total de 3127 individuos fueron observados o escuchados durante el período de estudio. Como referencia se tiene que la avifauna reportada para la RBLB, consta de alrededor de 56 familias y 282 especies migratorias y residentes. En este caso en la zona de monitoreo del Embalse, el grupo de aves está conformado por 49 familias y 136 especies representando el 48,60%, del PNPV, esta menor cantidad refleja a grosso modo el estado de conservación de la zona de estudio, la cual está constituida en su mayoría por bosque ripario estrechado por el avance de las fincas ganaderas, pastizales y zonas de regeneración reciente.

C. Mastofauna del Embalse

Un total de 154 mamíferos terrestres no voladores fueron detectados por observación directa, indirecta o por medio de cámaras trampa. Este número de individuos se compone de 17 familias y 21 especies. Al igual que las aves, la mayoría de las especies deambulan por las distintas coberturas vegetales, por ello, con las observaciones no es posible asignarles a todas unas preferencias de hábitat específica a excepción de algunas de ellas que solamente fueron observadas en bosque secundario y ripario como el tepescuincle, guatusa y la rata vespertina.

De acuerdo a los listados de mamíferos del Ministerio de Ambiente y Energía (Minae) para la zona del PNPV, se reportan 17 familias de mamíferos terrestres con 74 especies sin incluir los mamíferos voladores o murciélagos. En este caso, la riqueza para el área de proyecto representa el 28,00% de lo reportado para el parque y zonas aledañas, en tanto que para la RBLB el Minae reporta 18 familias y 38 especies de tal manera que el área de Embalse presenta una riqueza del 55,00% de lo reportadas para esta reserva.

D. Herpetofauna del Embalse

- **Reptiles**

Para la comunidad de reptiles se observó un total de 43 individuos. Este número se compone de 8 familias y 12 especies. De acuerdo a los listados de herpetofauna del PNPV, se reportan 20 familias y 59 especies en el parque y áreas aledañas, cantidad mucho mayor a lo observado en este estudio donde obtuvimos un 25,50% de esta riqueza. Por otra parte, esta riqueza de 12 especies de reptiles resulta menor que la

reportada por la Organización para Estudios Tropicales (OET) (2017) para el área de inundación de la RBLB y área de compensación propuesta Asetrek (18 especies) y de los listados del Minae donde para la RBLB se reportan 14 familias y 23 especies, lo que sugiere que se requiere mayor esfuerzo de muestreo y/o que la riqueza del área del proyecto podría ser menor a lo esperado para áreas en mejor estado de conservación.

Al igual que en los grupos anteriores se evidencia una composición de especies comunes para la zona, a excepción de la presencia de un único individuo, la culebra ciega (*Epicta goudotii*), la cual es una especie difícil de detectar y parece no haber sido reportada previamente para la zona del PNPV y RBLB. Además, se observa que las iguanas únicamente están presentes en los bosques riparios con cuerpos de agua permanentes.

- Anfibios

Se observaron un total de 143 individuos. Este número lo componen 3 familias y 6 especies. En la zona de Embalse, este grupo es más abundante que el de los reptiles, sin embargo, es de menor riqueza. Por otra parte, representa solamente el 27,00% de las especies del PNPV, el cual se compone de 7 familias y 22 especies, y el 42,80% de lo reportado hasta el momento para la RBLB y Asetrek donde la OET (2017) reporta 16 especies de anfibios para la cobertura vegetal de bosque seco y 14 para el área de inundación de la RBLB y área de compensación Asetrek.

Al igual que con los reptiles, se observa una riqueza mucho menor que las áreas de conservación cercanas, aunque con una composición de especies similar. Todas ellas son especies indicadoras de ambientes acuáticos, observándose en orillas de ríos, quebradas y charcas temporales que ocurren en época de invierno.

E. Canal Oeste y Red de Distribución

- Avifauna

En cuanto al Canal Oeste Tramo II, se registró un total de 107 especies pertenecientes a 46 familias, siendo este el sector con más registros de las tres zonas de muestreo. Por otro lado, en Tramo III se contabilizaron 74 especies de 33 familias diferentes y finalmente para el área de distribución solamente 72 especies las cuales corresponden a 27 familias.

Entre las especies migratorias se encuentran rapaces como el Elanio Tijereta (*Elanoides forficatus*), y el gavilán de Swainsoni (*Buteo swainsoni*), especies migratorias (*Dendrocygna autumnalis*) como el piche y reinitas varias (*Oreothlypis peregrina*, *Basileuterus rufifrons*, *Parkesia noveboracensis*, *Protonotaria citrea*, *Setophaga petechia*, entre otras).

Dentro de los sitios muestreados a lo largo del Canal Oeste, se debe destacar la finca el Pelón de la Bajura entre el río Cabuyo y el río Salto, donde existe una transición entre bosque secundario y cultivo de tilapia, por lo que se cuantificaron grandes cantidades de aves acuáticas y rapaces. Especies como el Gavilán Caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), la Espátula Rosada (*Platalea ajaja*), el Cigüeñon (*Mycteria americana*), y el Cormorán (*Phalacrocorax brasilianus*) se observan en cantidades conviviendo en este ambiente.

- Mastofauna

La mastofauna presente en los sitios de muestreo suma un total de 17 especies de 14 familias diferentes, siendo la familia *Felidae* la que presenta más especies.

La mayoría de las especies mayores como coyotes (*Canis latrans*), el Puma (*Puma concolor*) y Manigordo (*Leopardus pardalis*) se reportaron en la colindancia de la RBLB mediante el uso de cámaras trampa en las cercanías de los puentes de acceso a la reserva, además se observaron huellas al otro lado del canal, lo que sirve como indicio de que estos puentes son utilizados como pasos de fauna para movilizarse en la zona.

- Herpetofauna

Para la zona del Canal Oeste y la Red de Distribución, se reportan 10 especies de reptiles y 5 especies de anfibios, pertenecientes a 8 y 5 familias respectivamente. Entre las especies de reptiles observadas en todos los sitios se encuentran el Basilisco (*Basiliscus basiliscus*), el Cocodrilo (*Crocodylus acutus*), el Garrobo (*Ctenosaura similis*), la Iguana Verde (Iguana iguana) y la Lagartija (*Holcosus undulatus*). Mientras que en el caso de los anfibios solo la especie *Lithobates forreri* se encontró en toda el área.

6.1.1.1.6. Especies endémicas con poblaciones reducidas o en vías de extinción

Con base en el muestreo forestal realizado en el área del proyecto, únicamente se encontró una especie endémica que es el cactus de nombre vernáculo cardón y nombre científico *Stenocereus aragonii* de la familia *Cactaceae*. Adicionalmente se registraron 14 especies arbóreas que en Costa Rica se consideran con algún grado de amenaza en sus poblaciones (sin llegarse a considerar especies en peligro de extinción).

En cuanto a especies declaradas en peligro de extinción, en la zona de estudio se registraron las siguientes cinco especies: cocobolo (*Dalbergia retusa*), chaperno (*Lonchocarpus phaseolifolius*), laurel negro (*Cordia gerascanthus*), Cristóbal (*Platymiscium parviflorum*) y caoba (*Swietenia macrophylla*).

6.1.1.1.6.1. Avifauna del Embalse

Todas las especies observadas se encuentran en categoría de preocupación menor LC o no están registradas.

Las especies sobre las que se cierne el mayor grado de peligro son la lora nuca amarilla (*Amazona auropalliata*), lapa roja (*Ara macao*), el galán sin ventura (*Jabiru mycteria*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) y la espátula rosada (*Platalea ajaja*).

Cabe destacar que solamente la lora nuca amarilla se encuentra de manera frecuente en el área de inundación, las otras especies citadas han sido observadas una única vez, hacia el sur este del sitio de presa, en las zonas de campos de cultivos aledaños al río Piedras en la finca Cabo Blanco, sitio que no será inundado y que se ubica aproximadamente 10 kilómetros aguas abajo del sitio de presa.

6.1.1.1.6.2. Avifauna en el Canal Oeste y la Red de Distribución

De todas las especies observadas en el Canal Oeste y la Red de Distribución solamente la *Passerina ciris* también conocida como Azulillo Siete Colores se encuentra en la categoría de Casi Amenazada (NT) para la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), mientras que las demás se clasifican como Preocupación Menor (LC). Entre las especies con mayor grado de protección según la Ley de Conservación de Vida Silvestre 32633 (LCVS) para nuestro país son los psitácidos como la Lora de Nuca Amarilla (*Amazona auropalliata*), el Periquito Barbinaranja (*Brotheris jugularis*) y el Perico Frentinaranja (*Eupsittula canicularis*).

6.1.1.1.6.3. Mastofauna en el Embalse

Con respecto al estado de conservación de las especies, según los listados de la UICN, todas las especies observadas se encuentran en categoría de preocupación menor LC. Tres especies presentan peligro de extinción: mono Congo (*Alouatta palliata*), yaguaroundi (*Puma yagouaroundi*) y Manigordo (*Leopardus pardalis*), mientras que el mono carablanca (*Cebus capucinus*) se encuentra como reducida o amenazada.

6.1.1.1.6.4. Mastofauna en el Canal Oeste y la Red de Distribución

En cuanto al estado de conservación, el mono congo (*Alouatta palliata*), el manigordo (*Leopardus pardalis*) y el puma (*Puma concolor*) se encuentran catalogadas en peligro de Extinción según la Legislación Nacional. Mientas que solo el Mono Cariblanco (*Cebus capucinus*) se considera como especie con poblaciones Reducidas o Amenazadas para el país.

6.1.1.1.6.5. Herpetofauna del Embalse

A. Reptiles

Únicamente el geko rayado (*Coleonis mitratus*) se encuentra en categoría de reducida o amenazada según LCVS, esta especie se observó solamente un individuo en la finca Invenio en una zona de potreros arbolados, contiguo a un corral y una casa abandonada. En categoría de preocupación menor según la UICN se observaron 6 especies.

B. Anfibios

Todas las especies detectadas están en categoría de preocupación menor según la UICN y no hay especies en peligro de extinción, solamente el sapo amarillo (*Incilius luetkenii*) en categoría de reducida o amenazada según la LCVS. Esta especie se observó una vez, un individuo en la finca ASETREK colindante con la RBLB.

6.1.1.1.6.6. Herpetofauna en el Canal Oeste y la Red de Distribución

Todas las especies de anfibios se encuentran catalogadas como Preocupación Menor (LC) en la UICN y no presentan regulaciones en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (Cites) ni en la LCVS. Por otro lado, de los reptiles encontrados, la Boa (*Boa constrictor*), se encuentra incluida en el apéndice II de Cites y sus poblaciones se encuentran Reducidas y en Peligro de Extinción, mientras que el Cocodrilo (*Crocodylus acutus*), presenta poblaciones en categoría Vulnerable (VU) para la UICN y por su condición de comercio, se considera en Peligro de Extinción según la LCVS.

6.1.1.1.7. Fragilidad de ecosistemas

La integridad ecológica de un ecosistema depende de la permanencia de las complejas interrelaciones de flora y fauna que permiten la continuidad de los ciclos de vida de todos sus componentes y el equilibrio dinámico del sistema.

La fragilidad del ecosistema en términos de su capacidad intrínseca de restauración involucra aspectos tales como a) existencia y distribución espacial en la región y áreas de influencia del Proyecto b) grado de intervención y degradación c) grado de amenaza o peligro de extinción (erosión genética) de sus componentes de flora y fauna.

En la cuenca media del río Tempisque y en las zonas de influencia del Proyecto, el bosque maduro ripario es el ecosistema de mayor complejidad en fisonomía, relaciones ecológicas y composición de flora y fauna. Así mismo por la fuerte intervención antrópica actualmente es muy escaso, restringido a franjas angostas discontinuas en las riberas de ríos y quebrada.

Además, se encuentra degradado con poblaciones reducidas de flora de etapas sucesionales maduras y por ende con una variabilidad genética pobre que restringe las relaciones ecológicas entre sus componentes como alimentación, polinización y dispersión de semillas y propágulos, disminuyendo su capacidad de restauración ecológica y requiriendo períodos de tiempo más extensos. Según el EslA el período de restauración de un bosque maduro comprende más de 50 años, por lo tanto, su fragilidad se califica como muy alta.

6.1.1.1.8. Caracterización del área a inundar en la RBLB y del sitio de eventual compensación

Debido a que el Embalse inundaría 113 hectáreas de la RBLB, es fundamental considerar el artículo 71 y 72 del **Reglamento a la Ley de Biodiversidad N°34433**, donde se establece la normativa para modificar o cambiar la categoría de manejo de Áreas Silvestres Protegidas (ASP):

Artículo 71. —*Declaratoria, modificación o cambio de categoría de manejo de ASP. Para la declaratoria, modificación o cambio de categoría de manejo de ASP, deberá elaborarse un informe técnico, que estará coordinado por la instancia respectiva del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (Sinac).*

Artículo 72. —*Sobre el informe técnico. El informe técnico para los efectos del artículo anterior, deberá contener los objetivos de creación del área propuesta y recomendaciones sobre la categoría de manejo más adecuada, con las justificaciones técnicas correspondientes. Dentro de los criterios utilizados para elaborar este informe, definir los objetivos y emitir tales recomendaciones, se considerarán al menos los siguientes:*

- a) *Relevancia y fragilidad de los ecosistemas, poblaciones silvestres, atributos geológicos o geomorfológicos que incluye el área propuesta.*
- b) *Dimensiones estimadas de los ecosistemas más relevantes, atributos geológicos o geomorfológicos que contiene el área propuesta.*
- c) *Estado de conservación de dichos ecosistemas, poblaciones silvestres más relevantes, atributos geológicos o geomorfológicos y potencial comprobado para la recuperación ecológica de sitios degradados dentro del área propuesta.*
- d) *Relevancia y naturaleza de los bienes y servicios ambientales que suministra el área propuesta para las comunidades locales circunvecinas.*
- e) *Potencial comprobado del área propuesta para aquellos usos que sean compatibles con la categoría de manejo recomendada.*
- f) *Régimen de tenencia de la tierra (estatal, privada o mixta) en el área propuesta.*

- g) *Existencia de recursos financieros suficientes para adquirir los terrenos del área propuesta y asegurar su adecuada protección y manejo en el largo plazo.*
- h) *Consulta obligatoria a poblaciones indígenas o comunidades locales que puedan ser afectadas, impactadas con la creación o modificación de áreas silvestres protegidas.*

Dicho informe con los documentos pertinentes deberá ser remitidos al Consejo Regional de Áreas de Conservación (Corac), para su consideración y de ser procedente, remitirlo al Consejo Nacional de Áreas de Conservación (Conac) para lo que corresponda.

Cuando la modificación implique elevar la categoría de manejo existente, además deberá considerarse dentro del informe técnico respectivo la exposición de las razones concretas que motivan la propuesta de cambio en la categoría de manejo.

Para la elaboración del informe técnico, en enero de 2016 se suscribió el Convenio entre la OET el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (Senara), para la elaboración del ***Establecimiento de la línea base de biodiversidad para la Reserva Biológica Lomas Barbudal y finca adyacente***, finalizado en junio de 2017.

6.1.1.1.8.1. Establecimiento de la línea Base de Biodiversidad para la Reserva Biológica Lomas Barbudal y finca adyacente

El objetivo del informe realizado por la OET, fue elaborar y definir la línea base de biodiversidad que permita determinar la integridad ecológica, relevancia y fragilidad de los ecosistemas presentes, así como la biodiversidad existente en el área de la RBLB a ser impactada directamente por el Embalse río Piedras. A la vez, se efectúa un análisis comparativo entre un área de la RBLB, la cual va a ser inundada (113 hectáreas) y terrenos aledaños previamente seleccionados (189,30 hectáreas), los cuales pertenecen a la finca Asetrek Tres Azul S.A., para conocer las condiciones de similitud, factibilidad de utilizarse como zona de reemplazo y equivalencia ecológica. Es importante señalar que la finca en la que se realizó el Estudio fue seleccionada por su relación de conectividad con la RBLB y del área del Embalse río Piedras, ya que es fundamental para el adecuado manejo y administración por parte del Sinac.

El procedimiento realizado por la OET para la evaluación de la compensación, se basa en una metodología llamada: Hábitat/Hectárea, la que corresponde a un sistema de puntajes, desarrollado por investigadores australianos y adaptada por la OET al bosque seco tropical de Costa Rica, la cual identifica una serie de indicadores de calidad de ambiente y otros factores y asigna valores a cada uno de los indicadores de los hábitats a evaluar, con el fin de comparar dichos ambientes (RBLB y Finca Asetrek).

Se realizaron dos evaluaciones de compensación de forma independiente, una basada en indicadores de calidad de hábitat y la otra basada en diversidad y composición de comunidades.

La evaluación de calidad de hábitat fue establecida sobre atributos geofísicos (composición de suelos, atributos geomorfológicos); calidad de paisaje (tipo de hábitat, tamaño de fragmento, conectividad); estructura de vegetación (dominancia de árboles, cobertura de dosel, hábitos de especies de sotobosque, biomasa en pie, cobertura de hierbas, reclutamiento, cantidad de hojarasca y troncos caídos) y servicios ecosistémicos (producción de agua, descomposición de materia orgánica y fijación potencial de carbono). Para la evaluación de diversidad y composición de comunidades se incluyó: plantas vasculares, avifauna, mamíferos, herpetofauna, ictiofauna y diversidad de insectos del sotobosque.

Además, el informe determinó que la RBLB cuenta con tres tipos de cobertura boscosa: bosque maduro en 24,71 hectáreas, bosque secundario en 9,13 hectáreas y bosque deciduo en 96,05 hectáreas. Además, este sector cuenta con 1,18 hectáreas en área no forestal y pastos.

El bosque maduro o bosque ripario, está relacionado a los cuerpos de agua de la zona y compuesto por remanentes de vegetación que subsisten en las riberas de los ríos y quebradas, constituido, en su mayoría, por especies siempre verdes, y es uno de las asociaciones vegetales más amenazadas de la región.

El bosque deciduo, que corresponde a un estadio de sucesión temprano caracterizado por ser muy abierto, con especies colonizadoras y una alta densidad de árboles delgados, domina el paisaje. El bosque secundario posee mayor estructura y corresponde a un estadio más avanzado donde persisten árboles dominantes.

En la finca Asetrek se identificaron 2,20 hectáreas de bosque ripario, 17,10 hectáreas de bosque secundario, 139,10 hectáreas de bosque deciduo y 30,90 hectáreas de áreas no forestales y pastos. El área de bosque ripario en Asetrek, corresponde a pequeñas áreas fragmentadas que se ubican en la zona de impacto directo del Embalse, situación que llevó a la OET a no considerar su existencia para efectos de la asignación de puntajes en la evaluación realizada.

Como resultados del estudio, se obtiene que, en cuanto al primer componente, es decir, según la calidad de hábitat, es necesario un área equivalente entre 290 y 332 hectáreas para compensar el área a inundar en la RBLB, debido a que la finca estudiada representa entre el 34,00% y el 51,20% del sitio de referencia (100,00% RBLB). Estas diferencias indican que la finca Asetrek ha sido más perturbada y al no contar con cobertura de bosque ripario, se requerirán 332 hectáreas para la compensación, considerando el valor máximo probable que da como resultado la metodología aplicada.

Por otra parte, aplicando la metodología para diversidad y composición de comunidades, la finca Asetrek contiene un 45,00% del sitio de referencia (100% RBLB), es decir, la RBLB cuenta con una riqueza de especies mayor de los grupos taxonómicos estudiados, por lo que se necesitan 252 hectáreas mínimo para compensar el área afectada en la RBLB.

En conclusión, considerando el resultado obtenido por la aplicación de la metodología, tanto para calidad de hábitat como para diversidad y composición de comunidades, el sitio de compensación Asetrek es inferior en calidad de ambiente, composición y biodiversidad al sitio de la RBLB que sería inundado por el Embalse río Piedras, razón por la cual, al considerar la condición más adecuada para la RBLB, la OET recomienda que se adquieran como mínimo 332 hectáreas del hábitat evaluado en Asetrek para resarcir las pérdidas en la RBLB.

A. Parámetros a tomar en cuenta para definir las áreas de compensación

Al considerar el área de compensación propuesta como resultado del informe técnico elaborado por la OET, se realizó un análisis del sitio, para determinar el área para compensar las 113 hectáreas a inundar de la RBLB, atendiendo a los siguientes parámetros fundamentales:

1. Cumplir con el área mínima requerida para la compensación, obtenida del informe técnico de la OET que corresponde a 332 hectáreas.
2. Considerar que el área por adquirir para compensación cuente con la cantidad de bosque suficiente, según los tipos de cobertura que se encuentran en el área por inundar de la RBLB.
3. Que el área a comprar incluya las 189,30 hectáreas de la finca Asetrek que fueron estudiadas por la OET para las respectivas comparaciones entre el sitio potencial de compensación (Asetrek) y el sitio de referencia (RBLB).
4. Que el área se pueda integrar adecuadamente al resto de la RBLB, respetando entre ellas el mayor porcentaje de colindancia posible.
5. Que el área propuesta para la compensación, permita la conectividad de la RBLB con las zonas de protección que se considera dejar alrededor el futuro Embalse río Piedras como anillo de protección, principalmente en la margen izquierda del mismo.
6. Limitar al máximo los linderos que integren áreas de potreros y pastos en las fincas propuestas, con el fin de prevenir y facilitar el control de incendios forestales dentro de la RBLB.
7. Uniformizar el lindero de la propiedad, para que el área de compensación permita el adecuado manejo por parte de la administración del Sinac en la RBLB.

6.1.1.1.8.2. Determinación de las áreas de compensación

A. Asetrek Tres Azul S.A.

Esta finca se encuentra el cantón cuarto Bagaces, con un área de registro de 751 hectáreas, de las cuales, una parte importante está dedicada a la producción agrícola y ganadera.

Una vez analizados los parámetros indicados en el punto A, el resultado obtenido denota que el área que se debería comprar de la finca Asetrek es de 444,04 hectáreas. De esta área definida, se estima una presencia de bosque ripario de 6,14 hectáreas, bosque secundario en 59,50 hectáreas, bosque deciduo en 286,67 hectáreas, pastizales en 73,23 hectáreas y un área no forestal, es decir, un área de pastos con otras hierbas nativas de 18,50 hectáreas. Es importante aclarar, que de las 6,14 hectáreas de bosque ripario mencionadas anteriormente, únicamente 2,20 hectáreas se encuentran dentro del área de estudio (189,30 hectáreas); las 3,94 hectáreas restantes pertenecen al área definida para la compensación (444,04 hectáreas).

Si bien, el área propuesta de 444,04 hectáreas como compensación a las 113 hectáreas que serían inundadas de la RBLB cumple con los requerimientos establecidos con base en los resultados de la metodología de calidad de hábitat aplicada en el estudio por parte de la OET, la realidad es que esta área solo posee 6,14 hectáreas de bosque ripario con características similares al encontrado en el área por inundar en la RBLB. En estas circunstancias, se estimó pertinente por parte del ACAT, la búsqueda de un área adicional que pueda solventar esta deficiencia de bosque ripario del área de compensación en la finca Asetrek, cumpliendo con los parámetros mencionados anteriormente.

B. 3-101-734726 S.A.

En conjunto con la OET y funcionarios de la RBLB (Sinac), se identificó una segunda finca potencial para compensación, ubicada en el lindero noroeste de la RBLB a nombre de 3-101-734726 S.A.²⁰, situada en Bagaces, con un área de registro de 80 hectáreas con 2.008,14 m².

Según conversaciones con funcionarios de la RBLB (Sinac) y personas que conocen la finca, se menciona que la misma ha estado en protección durante al menos veinte años, y aunque no se encuentra bajo el Programa de Pago de Servicios Ambientales (PSA) del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (Fonafifo), programa del Minae, se ubica en una zona de prioridad de importancia hídrica, ya que la finca es atravesada por el río Cabuyo, un cuerpo de agua permanente que irriga la RBLB.

²⁰ Anteriormente a nombre de Brindis de Amor en Liberia S.A.

De acuerdo a lo anterior, la OET procedió a realizar un diagnóstico de esta finca y determinó que cuenta con un área de 15,87 hectáreas de bosque ripario, 8,40 hectáreas de bosque secundario, 45,20 hectáreas de bosque deciduo y 10,73 hectáreas corresponden a zonas de pastizales que muestran estadios tempranos de sucesión de bosque deciduo.

Un aspecto importante, es que el área de bosque ripario en esta finca puede constituirse un área núcleo de especies para repoblar otros ambientes riparios en la propiedad. Aunque esta situación no es cronológicamente correspondiente a la pérdida en la RBLB, según la OET, si es una considerable ventaja ya que esta área núcleo permite a corto plazo una restauración e incorporación de nuevos bosques riparios, situación que no se estaría dando en la propiedad de Asetrek.

El bosque deciduo, así como el bosque secundario en 3-101-734726 S.A. han sido protegidos, tal y como se mencionó anteriormente, por al menos veinte años y no hay registros de talas ni fuegos recientes, por lo que están en mejor condición de estructura y composición que los encontrados en el sitio de potencial impacto en la RBLB o en la propiedad de Asetrek. Aunque no es el objetivo principal, la anexión de este tipo de bosque de 3-101-734726 S.A. a la RBLB si implica una ganancia significativa en estas coberturas forestales.

El establecimiento de línea base de biodiversidad para la RBLB evidenció el incremento en diversidad de diferentes grupos taxonómicos como respuesta a la existencia de fuentes de agua permanentes, condición que se ve muy favorecida en la finca 3-101-734726 S.A. que posee varias fuentes de agua permanentes, incluyendo el río Cabuyo y sus afluentes, lo que da un valor agregado a esta finca.

Es importante hacer referencia a los estudios de la Dra. Susan Perry (Universidad de California, Los Ángeles, USA), los cuales señalan que tropas de monos carablanca (*Cebus capuccinus*) de la RBLB utilizan los bosques dentro de esta finca como sitios de alimentación y descanso; es decir, hay evidencia de un constante flujo de animales entre la RBLB y 3-101-734726 S.A. como sitio de forrajeo, lo que demuestra la importancia biológica al incorporar un elemento extra para la RBLB.

Aunado a los valores agregados que se mencionan, también debe considerarse que esta finca cuenta con una serie de infraestructuras que pueden ser utilizadas por la administración de la RBLB (Sinac) como un sitio de control para la misma.

C. Hacienda Ciruelas SP S.A.

Con la propuesta de compensación planteada (Asetrek y 3-101-734726 S.A.), se procedió a remitir la misma al Minae, para que se le diera el trámite correspondiente de acuerdo a lo establecido en el artículo 71 y 72 del reglamento de la Ley de Biodiversidad. El Consejo Regional de Área de Conservación Arenal Tempisque (Coracat) (Corac), según acuerdo N° 1, en sesión extraordinaria celebrada el 05 de julio de 2017 y posteriormente el Conac, en sesión extraordinaria N° 3 del 11 de julio de

2017, consideran que la suma de áreas propuestas de bosque ripario (Asetrek y 3-101-734726 S.A.) corresponde a 18,07 hectáreas, un área menor que el fragmento que se perdería en el sitio de inundación de la RBLB (24,71 hectáreas), uno de los objetivos de creación de la RBLB.

Por tanto, estas instancias plantean la identificación de un área adicional para la propuesta de compensación, que contenga bosque ripario y que permita así resarcir el faltante en hectáreas para este tipo de ecosistema. El faltante sería alrededor de 6,64 hectáreas de bosque ripario, debido a que el área debe ser compensada por otra de igual tamaño (24,71 hectáreas) que cumpla con los mismos fines y que posea semejantes condiciones ecosistémicas, es decir, en una relación mínima de 1:1 en cuanto a áreas con presencia de este tipo de bosque.

Después de analizar una serie de propuestas como posibles áreas de compensación del bosque ripario faltante y en conjunto con los funcionarios del Sinac, se considera adicionar una parte de la finca Hacienda Ciruelas SP S.A., situada en Bagaces, con un área total de 1.299 hectáreas 1.699,15 m².

Después de un análisis en campo, realizado con funcionarios de la Dirección de Aguas y Senara, se propone la adquisición de 25,00 hectáreas. Dicha propuesta colinda al norte con la finca 3-101-734726 S.A., al este con el resto de la finca de Hacienda Ciruelas, al sur con la quebrada Amores y al oeste con la RBLB.

Se realizó un análisis preliminar de las 25,00 hectáreas de la finca, las cuales presentan 7,16 hectáreas de bosque ripario, 2,42 hectáreas de bosque secundario, 13,13 hectáreas de bosque deciduo y 2,28 hectáreas de pastos.

6.1.1.1.8.3. Propuesta de Compensación para la Reserva Biológica Lomas Barbudal

El estudio de línea base de biodiversidad realizado por la OET estimó la necesidad de adquirir un área de 332 hectáreas para la compensación de 113 hectáreas dentro de la RBLB que se requieren para la construcción del Embalse en el río Piedras. Sin embargo, con base en lo anteriormente expuesto, se hace la siguiente propuesta de áreas de compensación por adquirir para ser integradas a la RBLB:

1. De la finca Asetrek Tres Azul S.A., un total de 444,04 hectáreas.
2. La totalidad de la Finca 3-101-734726 S.A., con un área de 80,20 hectáreas²¹.
3. De la finca Hacienda Ciruelas SP S.A., un total de 25,00 hectáreas.

En total, se propone la compra de 549,24 hectáreas, lo que representa un factor de 4,86 veces el área que se verá afectada en la RBLB.

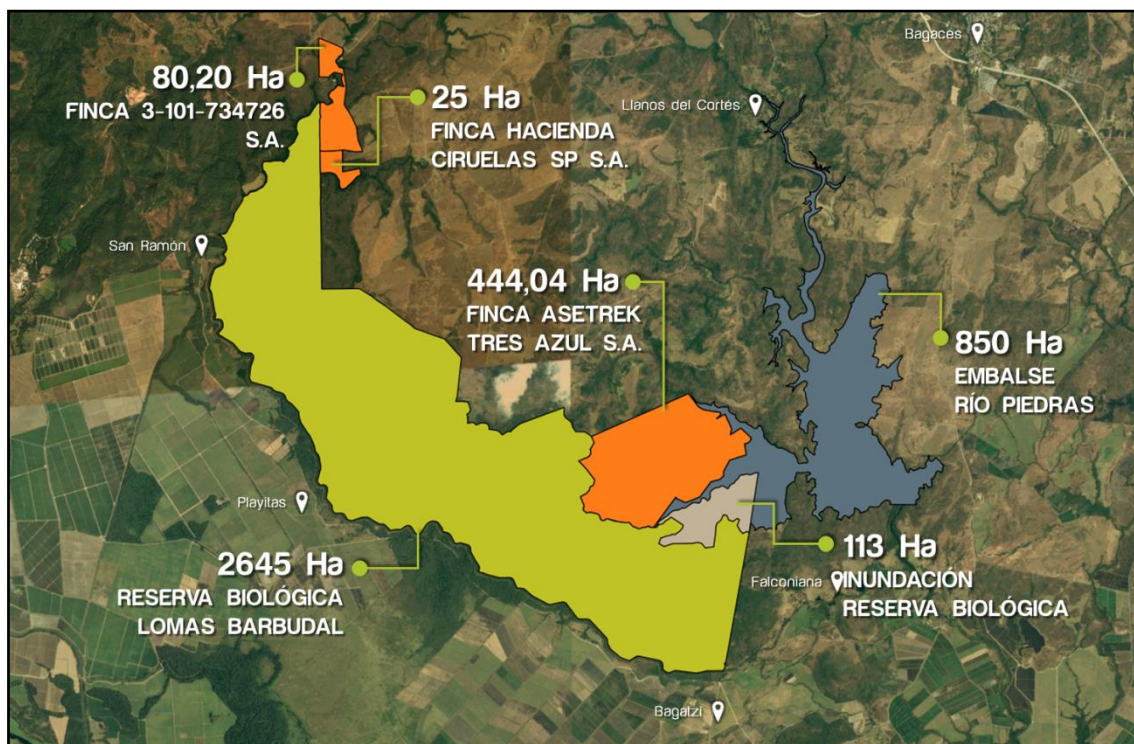


Ilustración 6 1. Croquis del área del Embalse, en el área de afectación, la RBLB y las áreas de compensación propuestas

La propuesta presenta una semejanza en tipos de bosques, conforme con lo que se indica en la Tabla 6 1 Cabe destacar que el área de la RBLB aumentará en 436,24 hectáreas, es decir, la RBLB pasará de 2.645 hectáreas (según la OET), a un total de 3.081,24 hectáreas.

²¹ Se ajusta el área según Registro

Tabla 6 1 Comparación de área por tipo de cobertura entre el área afectada de la RBLB y el área total propuesta para compensación

Tipo de cobertura	Área afectada en la RBLB (Ha) ^A	Área total propuesta de compensación (Ha)
Bosque maduro (Ripario)	24,71	29,17 ^B
Bosque secundario	9,13	70,32
Bosque deciduo	96,05	345,00
Pastos	0,79	86,24
Áreas no forestales	0,39	18,50
TOTAL	131,07	549,24

^A La OET realizó el estudio sobre 131,07 hectáreas, razón por la cual se usa este valor para realizar la comparación.

^B Esta área de bosque ripario contempla las 3,94 hectáreas de la finca Asetrek que no fueron consideradas por el Coracat y el Conac, ya que están fuera del área del estudio realizado por la OET.

Es importante mencionar, que el informe técnico realizado por la OET establece un área de compensación que considera la condición actual de los terrenos que se están valorando. Es decir, no se hace ninguna valoración sobre las mejoras que a futuro puedan tener las áreas propuestas al ser incorporadas a la RBLB como compensación, como parte de un régimen de protección.

Sin embargo, es primordial suponer que dentro de los beneficios que a futuro tendrá la regeneración de pastizales que poseen las fincas propuestas, se encuentra la contribución al establecimiento de bosque secundario, la fijación de carbono (CO₂), protección de suelos, ganancia de cobertura, protección de la biodiversidad y de la belleza escénica del lugar, protección de fuentes de agua, a la vez que contribuye a aumentar su valor ecológico, económico y social. Es decir, la nueva superficie establecida bajo el régimen de protección, tendrá una tendencia a mejorar la condición de la RBLB actual, tanto en calidad de hábitat como en diversidad y composición de comunidades.

Según indica Quesada (2008), en su Manual para promover la regeneración natural en pastos degradados en el Pacífico Central y Norte de Costa Rica, *“para revertir áreas de pastos en bosques a través de métodos de regeneración natural, deben tener una ubicación estratégica a fuentes semilleras y cercanía a parches boscosos”*, condiciones que presentan las fincas propuestas.

Estas condiciones hacen predecir que si bien en la actualidad las 91,73 hectáreas (zona de pastizales de 73,23 hectáreas y un área no forestal de 18,50 hectáreas) en Asetrek, las 10,73 hectáreas de pastos en 3-101-734726 S.A. y 2,28 hectáreas de pasturas en Hacienda Ciruelas, no aportan valor a la estimación del área de compensación, en pocos años, bajo un régimen de protección como el de la RBLB y un manejo controlado de fuegos, esta superficie podría incorporarse a las distintas etapas de sucesión de bosques secundarios.

6.1.1.1.8.4. Actividades en desarrollo

El 20 de julio de 2017 se presenta el proyecto de ley ante la Asamblea Legislativa, denominado: “Ley para la modificación de límites de la Reserva Biológica Lomas Barbudal, para el desarrollo del Proyecto de Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del Río Tempisque y Comunidades Costeras”, bajo expediente N°20 465, el cual incorpora los requisitos establecidos en la legislación.

La Ley N°9010 fue aprobada y publicada en el Diario Oficial La Gaceta N° 199 del 23 de noviembre de 2018, dentro de la cual fue contemplada la necesidad de contar con un Plan de Manejo de Uso Sostenible y Racional para el Embalse Río Piedras, por lo que se instituye el deber de crear una comisión con representación del Sinac, Senara y la Municipalidad de Bagaces.

Desde su publicación hasta la fecha, la Sala Constitucional ha dado curso a tres acciones de inconstitucionalidad presentadas contra la Ley en enero de 2019, octubre de 2019 y febrero de 2021. En el caso de las dos primeras, se conoció sobre el fallo de la Sala a favor de la Ley al declararlas sin lugar, sin embargo, la última acción se mantiene a la espera del análisis y resolución por parte de la Sala.

6.1.1.2 Ambiente acuático (aguas continentales)

El ambiente acuático en la zona de proyecto está representado por ecosistemas naturales de ríos y quebradas y ecosistemas artificiales de canales de distribución de agua para riego y sus embalses. Los ríos se caracterizan por tener un suministro permanente de agua durante el año, con dos fluctuaciones de caudal muy marcadas donde en época de invierno aumentan el caudal y la turbidez y en época de verano disminuyen considerablemente.

Las quebradas en su mayoría presentan un comportamiento intermitente donde en verano se secan, sin embargo, en invierno cuando vuelven las aguas se observa una recolonización de peces y anfibios que hacen uso temporal de estos cuerpos de agua. Estos ríos y quebradas se encuentran rodeados de potreros, campos agrícolas y mantienen en su mayoría una franja delgada de bosque ripario. Por otra parte, los ecosistemas acuáticos artificiales, están constituidos por los canales de riego, un Embalse de almacenamiento y un pequeño humedal que funciona también como pequeño sitio de almacenamiento.

Los canales, aunque son artificiales y revestidos de cemento presentan fauna muy particular, la cual en su mayoría proviene del lago Arenal tales como olominas (*Poecilia gilli*), sardinas (*Astyanax aeneus*), variedad de mojarra (*Amphilopus citrinellus*), guapotes (*Parachromis dovii*), machacas (*Brycon costarricensis*), especies introducidas como la tilapia, además de cocodrilos y nutrias que ingresan de los ríos aledaños. Es importante destacar que el Embalse y el humedal, aunque son artificiales, al recibir agua proveniente de los canales han permitido el establecimiento de comunidades faunísticas no solo de peces, sino de aves, anfibios, reptiles y macro

invertebrados, sirviendo en cierta forma de oasis para especies de mamíferos y aves que no son acuáticas en una zona muy seca en época de verano.

En general se han observado aves acuáticas residentes y migratorias que hacen uso de los ríos, quebradas y los bordes riparios con vegetación, algunos ejemplos de ellas son el pato real (*Cairina moschata*), pato piche (*Dendrocygna autumnalis*), gavián caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), martín pescador (*Megaceryle americana*), garzas (*Tigrisoma mexicanus*, *Ardea alba*, *Nyctanasa violacea*, *Cochlearius cochlearius*) y jacanas (*Jacana spinosa*) entre otros.

En menor cantidad, se observan especies de reptiles que hacen uso de los bosques riparios como iguanas (*Iguana iguana*), garrobos (*Ctenosaura similis*), basiliscos (*Basiliscus basiliscus*), serpientes (*Leptodeira annulata*), cocodrilos (*Crocodylus acutus*), este último solamente en el Canal Oeste y la Red de Distribución, tanto en ríos y quebradas como en los propios canales de Senara, también habitan anfibios como ranas (*Lithobates forreri*) y sapos (*Rhinella marina*).

6.1.1.2.1 Fauna acuática

6.1.1.2.1.1 Listados de especies

La determinación de las especies que habitan el área del proyecto y área de influencia directa se llevó a cabo mediante el muestreo de 15 sitios de muestreo.

En cada sitio se muestreó un transecto de 50 metros lineales, se eligieron zonas que representaran la máxima variedad de hábitats posible. En cada muestreo los animales se devolvieron vivos a los cuerpos de aguas una vez identificados y medidos en el mismo lugar de colecta. Los individuos colectados fueron identificados a nivel de especie y se tomaron las medidas morfométricas de longitud total y longitud estándar. La determinación de especie se llevó a cabo utilizando las claves de Rolier (2009), Bussing (2002) y Bussing & López (1993).

6.1.1.2.1.2 Crustáceos

En Costa Rica en el grupo de los decápodos podemos encontrar camarones, langostinos, burras, langostas, cangrejos y cangrejos ermitaños, solamente tres familias habitan en las aguas dulces de Costa Rica, la familia Palaemonidae o langostinos, la familia Atyidae o burras y la familia Pseudothelphusidae o cangrejos, este último grupo debido a la complejidad para identificarlos se nombraron solamente como cangrejos.

En la zona de estudio se detectaron solamente dos familias, la familia Palaemonidae (langostinos) con 3 especies y la familia Pseudothelphusidae (cangrejos) con un representante. No se observaron individuos de la familia Atyidae o burras. Se observó que las especies de crustáceos fueron muy escasas en toda el área del proyecto.

Este grupo se caracteriza porque tradicionalmente sufre una gran presión por pesca debido a que son muy apetecidos como alimento y además son muy susceptibles a contaminantes químicos lo que los hace muy vulnerables. A pesar de que no se encuentran en ninguna categoría oficial de amenaza, se considera que podrían ser indicadores tanto de contaminación como de impacto humano por el sobreuso del recurso hídrico.

La especie de langostino más abundante fue *Macrobrachium digueti*, la cual es una especie de talla pequeña que no es de interés comercial. *M. americanum* es una de las especies menos abundantes, alcanza grandes tallas y tiene un alto valor comercial por la calidad de su carne. En cuanto a los cangrejos solamente se observó un individuo en el río Piedras en el sector de inundación representando el grupo de menor abundancia.

6.1.1.2.1.3 Ictiofauna del Embalse

En la zona de inundación, se encuentran dos ríos, el río Piedras el cual forma parte de la cuenca del río Bebedero que a su vez drena en el río Tempisque y el río potrero que drena sus aguas en el río Piedras y la quebrada Biscoyol, que también drena hacia el río Piedras. Los tres tienen la particularidad de que no se secan en verano y mantienen una fauna acuática que debe resistir condiciones adversas de calidad de agua en verano y altos caudales y sedimentación en la temporada lluviosa.

Según la tolerancia a la salinidad de las especies descrita por Myers (1949) el río Bebedero presenta una fauna íctica compuesta por especies primarias como las sardinas y los barbudos que son exclusivas de agua dulce, especies secundarias como las olominas, las mojaras, guapotes y tilapias, que son las que toleran cierta cantidad de salinidad por períodos cortos y un alto porcentaje de especies periféricas que pueden vivir en agua salada y agua dulce (diádromas) como los bagres, róbalo, chupapiedras, pargos y corvinas entre otros. Es importante recalcar que el río Piedras al estar ubicado en la cuenca media del río Bebedero, a considerable distancia del estuario, la presencia de las especies periféricas es baja y aunado a que la riqueza de un río es inversamente proporcional a la altitud, da como resultado que la riqueza en el área del proyecto sea mucho más baja que lo reportado para la cuenca en general.

En el presente estudio se capturaron 703 individuos distribuidos en 9 familias y 20 especies, lo que representa el 35,70% de las especies reportadas para la cuenca del río Bebedero.

Se puede apreciar que las especies que predominan son las sardinas (*Astyanax aeneus*) y las mojaras (*Amatitlania siquia*, *Hypsophrys nematopus*) y la olomina (*Poecilia gilli*), las cuales son especies primarias.

Por otra parte, se observa que los sitios dentro de la zona de inundación presentan abundancias mucho mayores que del sitio río Piedras cabo Blanco, el cual se ubica aguas abajo del sitio de presa. Esta sección del río se caracteriza porque pasa de ser

un río rocoso a un río con fondos arenosos, lodosos y de menor velocidad, este cambio hace que el río tenga menos variedad de hábitats lo que se refleja en la menor riqueza y abundancia relativa. Solo 5 especies se observaron en esta sección y son especies que toleran bien este tipo de hábitat tales como el barbudo (*Rhamdia nicaraguensis*), sardinas (*Astyanax aeneus*), machacas (*Brycon* sp.) y guapotes (*Parachromis dovii*) las cuales son especies primarias o netamente de agua dulce. Además, se detectó solamente una especie periférica, el bagre (*Sciades guatemalensis*), sin embargo, según informes de pobladores también habitan róbalo y roncadores, aunque probablemente en muy baja cantidad ya que se realizaron muestreos específicos para tratar de capturar estas especies sin resultados positivos.

Es importante mencionar que esta cuenca recibe las descargas de agua directamente del sistema de riego de Senara del Canal Oeste, estas aguas provienen del lago arenal, lo que ha provocado la introducción de especies de la vertiente atlántica a la vertiente pacífica. Tal es el caso de la machaca (*Brycon costarricensis*), esta especie habita la vertiente atlántica y *Brycon behreae* el pacífico central y sur, los individuos capturados probablemente sean de la variedad de la vertiente atlántica. Otros casos son la presencia de *Amphilophus citrinellus*, *A. rostratus* y de *Hypsophrys nematopus*.

Por otra parte, se observó la presencia una especie endémica para Costa Rica, la olomina (*Brachyrhaphis olomina*) en todos los sitios dentro del área de inundación y varias especies con comportamientos migratorios como lo son el tepemechín (*Agonostomus monticola*) y los chupapiedras (*Sicydium salvini* y *Awaous trasandeanus*).

6.1.1.2.1.4 Ictiofauna en el Canal Oeste y la Red de Distribución

Los peces que habitan estas zonas pertenecen a la cuenca del río Tempisque, a diferencia del Embalse, la cual pertenece a la cuenca del río Bebedero.

Los ríos y quebradas monitoreados se caracterizan por sufrir bajas considerables de caudal en época seca, sin embargo, normalmente no se secan en su totalidad. La quebrada el Moral, quebrada Zopilota, río El Salto, río Pijje y río Liberia se encuentran con alteraciones de manera que funcionan como canales de abastecimiento y drenaje de las fincas agrícolas aledañas observándose modificaciones de su cauce y obras de represamiento que podrían interferir en la continuidad longitudinal.

En este estudio se monitorearon 10 ríos y quebradas asociados con obras de construcción de sifones, los cuales se utilizan para dar paso a los canales de riego sin interrumpir el flujo y la continuidad de los cuerpos de agua naturales. Se capturaron un total de 371 individuos, distribuidos en 5 familias y 19 especies, lo que corresponde al 37,25% de las especies y el 25,00% de las familias de la cuenca del Tempisque. Esta cantidad es consistente con la fauna dulceacuícola de la zona donde hay poca influencia de especies periféricas debido a la distancia que separa estos ríos del mar.

Entre las especies encontradas llama la atención la presencia de especies introducidas por la acuicultura como tilapias (exótica) y el guapote tigre, el cual habita en la vertiente norte y probablemente fue introducido por la acuicultura.

Se observa la presencia de un único individuo de róbalo (*Centropomus nigrescens*), especie periférica o de origen marino, sin embargo, aunque no fueron capturados en este estudio, se espera la presencia de algunos otros representantes de este grupo tales como lenguados, bagres y roncadores. La especie más abundante en esta zona es la sardina (*Astianax aeneus*), seguida por el grupo de los cíclidos como la tilapia y las mojaras. No se observan especies endémicas.

6.1.1.2.2 Caracterización del ecosistema ripario

El ecosistema ripario está constituido por los ríos y quebradas del área del proyecto cuyas orillas se encuentran ocupadas principalmente por franjas angostas de bosque maduro ripario intervenido, el cual fue descrito en el punto 6.1.1.1.4, detallando su estructura y composición florística, así como el hábito de crecimiento.

6.1.1.2.2.1 Sector Embalse

En este sector la cobertura vegetal aledaña al ecosistema ripario es el bosque maduro ribereño intervenido, localizado en franjas angostas de ancho variable de 10 a 30 m a la orilla de ríos y quebradas, principalmente a lo largo del río Piedras en la parte inferior e intermedia del Embalse en las fincas Invenio, Martimex y Ganadera Tropical el Volcán, al igual que en la quebrada Biscoyol y sus afluentes en el extremo suroeste en las propiedades de Asetrek y la RBLB. Desde el centro hasta la cola del Embalse este bosque ribereño intervenido abarca una franja muy angosta de 10 m de ancho o menos en las márgenes del río Piedras.

6.1.1.2.2.2 Sector Canal Oeste

En este sector la cobertura vegetal aledaña al ecosistema ripario también es el bosque maduro ripario intervenido. En el primer tramo de 20 kilómetros el canal transcurriría al pie de los cerros boscosos de la RBLB, pasando por varios yurros y quebradas pequeñas como La Mula y Barbudal, cuyas orillas están ocupadas por franjas angostas de 10 m de ancho de bosque maduro ripario intervenido, al final de este tramo se encuentra el río Cabuyo que posee una franja más extensa de 50 m de ancho de bosque maduro ribereño en su margen izquierda y una franja angosta de 10 m en su orilla derecha.

En el segundo tramo el nuevo canal a construir atravesaría los ríos Pijije, El Salto y Zopilota en la hacienda El Pelón de la Bajura, los cuales cuentan con franjas angostas de 10 m de ancho de bosque ripario intervenido en sus riberas excepto el río Salto que posee franjas más anchas de 100 m con este mismo tipo de vegetación. La cobertura cambia al ingresar a Catsa, donde el trazo sería a través de cultivos de caña de azúcar y arroz, cruzando solamente franjas angostas de 10 m de ancho con bosque ripario muy alterado en la quebrada El Moral y en el río Liberia. Al final el río Tempisque posee

una faja ancha de 200 m de bosque maduro ribereño ralo muy intervenido en su margen izquierda.

6.1.1.2.2.3 Sector de distribución en la margen derecha del río Tempisque

En este sector de la margen derecha del río Tempisque los canales de distribución cruzan varias quebradas que poseen franjas angostas de bosque maduro ripario muy intervenido.

- **Subsector norte:** En el extremo norte en las fincas cercanas a los poblados de Comunidad, Palmira y Paso Tempisque y luego hacia el sur en los alrededores de los comunidades de Filadelfia, Belén y Palestina, el canal inicialmente atraviesa la franja de 30 m de ancho del bosque ripario ralo intervenido en la margen derecha del río Tempisque y los bosquetes de poca extensión del río Las Palmas, posteriormente cruza las franjas angostas de 10 m de ancho de bosque intervenido ribereño a la orilla de los ríos Sardinal, San Blas, Gallina, Belén y Carrizal.
- **Subsector este:** Inicialmente en las cercanías del poblado de La Guinea y Corralillos el canal cruza el bosque riberino angosto de un ancho menor a los 10 m en las márgenes del río Viejo y luego con rumbo al sureste y al sur por las comunidades de Ortega, Bolsón, Talolinga, Talolinguita y Polvazal, los canales pasan por las franjas angostas de 10 m de ancho de bosque ripario intervenido en las riberas de los ríos Bolsón, Charco y Talolinguita.
- **Subsector oeste:** Partiendo de los pueblos de Río Cañas y Bernabela los canales atraviesan las franjas de 10 a 20 m de bosque ribereño a orilla de los ríos Cañas y Diría, luego hacia el suroeste por las localidades de Puente Negro, Chirco, San Pedro y Hatillo, cruzan los bosques riparios intervenidos de 10 m de ancho de los ríos Negro, Chirco y Cañas.

6.1.1.2.3 Especies indicadoras

Respecto a la estructura de las comunidades de macrobentos, éstos se evaluaron de manera extensa por medio del índice BMWP y la calidad de agua por medio del índice holandés y presencia de coliformes fecales, donde se determina que la calidad del ecosistema acuático para los ríos y quebradas de la zona del Embalse es muy buena mientras que en los ríos y quebradas en la del Canal Oeste y la Red de Distribución es de mala a muy mala.

6.1.1.2.4 Especies endémicas con poblaciones reducidas o en vías de extinción

El grupo de fauna íctica y de crustáceos continentales de Costa Rica no cuenta con evaluaciones oficiales de su estado de conservación, únicamente algunos de ellos son catalogados con preocupación menor en los listados de la UICN por lo que se hace difícil determinar el estado de amenaza o peligro de extinción de las especies, sin

embargo se conoce localmente que algunas especies de agua dulce de interés comercial sufren presión por sobre pesca tales como los róbalo, guapotes y los langostinos. En el presente estudio, estas especies han sido muy escasas en los muestreos del área del proyecto y área de influencia directa.

En el caso de la zona de estudio referente al proyecto Paacume, no se detectaron especies en categoría de amenazada o en peligro de extinción, sin embargo se encontró una especie de olomina endémica para Costa Rica (*Brachyrhaphis olomina*), la cual se encuentra presente en todos los sitios monitoreados dentro del área del Embalse.

6.1.1.2.5 Fragilidad del ambiente acuático continental

Se considera que los ríos y quebradas son los únicos ecosistemas acuáticos naturales frágiles presentes en el área del proyecto debido a que se encuentran sometidos a una disminución de los caudales producto del uso agrícola y del consumo humano, además del impacto recibido por vertido de aguas residuales, posible contaminación por agroquímicos, aumento de sedimentación y la continua pérdida de la cobertura boscosa lo que afecta negativamente su capacidad intrínseca de recuperación natural y su estructura original. Por este motivo se clasifica como ambiente con fragilidad media ya que, si se restaura la condición de calidad y cantidad de agua, el tiempo de recuperación de las comunidades acuáticas sería menor a 5 años.

Por otra parte, se observa en el área del proyecto la presencia de varios humedales artificiales considerados como frágiles, los cuales se han formado en sitios de almacenamiento de agua a lo largo del Canal Oeste de Senara y en poco tiempo han facilitado la presencia y establecimiento de comunidades de flora y fauna, generando nuevos ecosistemas en la zona. Estos ecosistemas son dependientes del abastecimiento constante de agua del canal, por lo que, si se les interrumpe este suministro, no habría forma de que se recupere naturalmente. Esta condición hace que se clasifique como ecosistema altamente frágil.

6.2 Diagnóstico ambiental

6.2.1 Elementos del proyecto generadores de impactos ambientales

Para poder construir la Matriz Interactiva de Impactos Ambientales (MIIA) (Ver EslA, Tomo II, Página 787), primero fue necesario considerar las principales obras constructivas del mismo (Tabla 6 2). La acción determinada por el ICE, con más interacciones con el entorno corresponde a la construcción y ampliación de caminos de acceso con un total de 21 interacciones en los factores ambientales de suelo y agua.

6.2.2 Factores del medio Ambiente susceptibles de ser impactados

Se definieron tres medios:

- **Medio Físico:** este incluye la atmósfera (calidad de aire, ruido natural y clima), el agua (escurrimiento superficial, agua subterránea y aguas residuales), el suelo (geomorfología, erosión y depositación, suelo y residuos).
- **Medio Biótico:** incluye flora (ecosistemas frágiles, flora y área protegida) y fauna (fauna terrestre y fauna acuática).
- **Medio Social:** contempla el uso de la tierra (turismo, agroindustria, paisaje, habitacional (tenencia de la tierra) y área protegida RBLB), infraestructura (red vial, puentes, etc., servicios: agua, luz, internet, telefonía, infraestructura sanitaria y seguridad vial), social - cultural (demografía/ densidad poblacional, seguridad/ educación/ salud, salud ocupacional, infraestructura comunal, percepción local y patrimonio arqueológico) y economía (empleo).

6.2.3 Identificación y pronósticos de impactos ambientales

6.2.3.1 Enfoque Metodológico

El enfoque está orientado a la obtención de una tipificación de los impactos y valoraciones ambientales, con el objetivo de diseñar las medidas de control y de atenuación a través de la formulación de un plan de gestión ambiental, en el que se asegure la viabilidad ambiental del presente Proyecto. A efectos de cumplir con la normativa ambiental nacional, se ha aplicado el procedimiento metodológico, que establece la Ley Orgánica del Ambiente N°7554, los lineamientos ambientales establecidos por la Setena.

La metodología propuesta establece la denominada MIIA, utilizada por la Setena desde el año 1997, según su Resolución 588-1997, así como la valoración de impactos relevantes.

Los impactos se valoran de acuerdo con su importancia, la cual considera los siguientes elementos: naturaleza (Sig.) (impacto beneficioso o perjudicial), extensión (EX) (área de influencia), persistencia (PE) (permanencia del efecto), sinergia (SI) (potenciación de la manifestación), efecto (EF), Recuperabilidad (MC), intensidad (IN), momento (MO), reversibilidad (RV), acumulación (AC) y periodicidad (PR). Esta valoración permite clasificar los impactos en irrelevantes o compatibles, moderados, severos y críticos. Para un mayor detalle ver EsiA, Tomo II, Página 788 - 793.

La columna de importancia (I) representa la suma de los impactos, lo que determina la agresividad de las acciones, que posteriormente dan paso a los resultados. Impacto Positivo (Azul): $I > 0$. Impacto irrelevante (Verde): $-25 < I < 0$. Impacto Moderado (Amarillo): $-50 < I < -25$. Impacto Severo (Naranja): $-75 < I < -50$, Impacto Crítico (Rojo): $I < -75$.

Tabla 6 2 Acciones del proyecto definidas para la Matriz Interactiva Causa- Efecto

Fase Construcción	Actividades generales preliminares	A1	Adquisición de terrenos y servidumbres
		A2	Ampliación y construcción de caminos de acceso
	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	A3	Remoción de la cobertura vegetal y excavación para la construcción de ataguía, contraataguía y presa
		A4	Excavación para la construcción del desvío y conducción
		A5	Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas)
		A6	Almacenamiento y transporte de insumos y materiales
		A7	Montaje electromecánico de compuertas y equipos de generación
	Embalse	A8	Llenado del Embalse
	Escombreras	A9	Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes
		A10	Transporte y manejo de escombros
		A11	Cierre técnico
	Instalaciones temporales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes)	A12	Remoción de la cobertura vegetal y preparación del sitio
		A13	Construcción de obra civil
		A14	Operación del campamento
		A15	Centro de Producción de concreto
		A16	Operación de la planta concreto
		A17	Cierre técnico
	Canal Oeste	A18	Remoción de la cobertura vegetal
		A19	Excavación y relleno
		A20	Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones)
		A21	Construcción de obras mayores (puentes, sifones)
	Red de conducción y distribución del riego	A22	Limpieza del terreno, remoción de vegetación
		A23	Excavación y relleno
		A24	Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela derivaciones)
		A25	Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo)
Fase Operación	Embalse y obras presa	A26	Limpieza de sedimentos y control avenidas
		A27	Usos sociales
		A28	Mantenimiento
		A29	Presencia
	Casa de máquinas	A30	Operación de las oficinas administrativas
		A31	Mantenimiento electromecánico
	Canal Oeste y Red de conducción y distribución del riego	A32	Mantenimiento de la servidumbre y calibración de caudales
		A33	Operación de la red de riego
		A34	Mantenimiento de la red de riego

Fuente: ESIA, ICE, 2017

6.2.3.2 Impactos ambientales que producirán el proyecto y sus opciones

Identificadas las acciones y aspectos del ambiente que podría afectarse por la construcción y operación del Paacume, se procede a la valoración cualitativa que permite estimar la magnitud de cada uno de estos impactos. Como resultado de la aplicación de dicha metodología, se obtuvo la MIIA (Tabla 6 3 y Tabla 6 4).

Como balance general se identificaron un total de 267 impactos tanto para la etapa de construcción como de operación. De los impactos identificados, 29 son compatibles, 145 moderados, 74 severos y 6 críticos; así como 13 impactos positivos.

6.2.4 Selección de la opción del proyecto

Se considera Paacume como la mejor opción para el logro de los objetivos planteados en el marco de la atención al problema del déficit hídrico de la provincia de Guanacaste, principalmente en la cuenca media del río Tempisque.

Tabla 6 3 Matriz de Importancia de Impactos ambientales para la etapa constructiva

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
1	Físico	Calidad de Aire	Actividades generales preliminares	Construcción	Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2)	Afectación de la calidad del aire por material particulado (polvo), emisiones y ruido.	(-)	4	2	4	2	2	2	2	1	4	2	35	Moderado
2	Físico	Calidad de Aire	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Excavación para la construcción de ataguía, contraataguía y presa (A3)	Afectación de la calidad del aire por material particulado (polvo), emisiones y ruido.	(-)	4	2	4	2	2	2	2	1	4	2	35	Moderado
3	Físico	Calidad de Aire	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Excavación para la construcción del desvío y conducción (4)	Afectación de la calidad del aire por material particulado (polvo), emisiones y ruido	(-)	4	2	4	2	2	2	2	1	4	2	35	Moderado
4	Físico	Calidad de Aire	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5)	Afectación de la calidad del aire por material particulado (polvo), emisiones y ruido	(-)	4	2	4	2	2	2	2	1	4	4	37	Moderado
5	Físico	Calidad de Aire	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (6)	Afectación de la calidad del aire por material particulado (polvo), emisiones y ruido.	(-)	4	4	4	2	2	2	2	1	4	1	38	Moderado
6	Físico	Calidad de Aire	Escombreras	Construcción	Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes (9)	Afectación de la calidad del aire por material particulado (polvo), emisiones y ruido.	(-)	4	2	4	2	2	2	2	1	4	2	35	Moderado
7	Físico	Calidad de Aire	Escombreras	Construcción	Transporte y manejo de escombros (10)	Afectación de la calidad del aire por material particulado (polvo), emisiones y ruido	(-)	4	4	4	2	2	2	2	1	4	1	38	Moderado
8	Físico	Calidad de Aire	Escombreras	Construcción	Cierre técnico (A11)	Afectación de la calidad del aire por material particulado (polvo), emisiones y ruido.	(-)	4	2	4	2	2	2	2	1	4	1	34	Moderado
9	Físico	Calidad de Aire	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Remoción de la cobertura vegetal y preparación del sitio (A12)	Afectación de la calidad del aire por material particulado (polvo), emisiones y ruido. Los procesos	(-)	4	2	4	2	2	2	2	1	4	2	35	Moderado
10	Físico	Calidad de Aire	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Construcción de obra civil (A13)	Afectación de la calidad del aire por material particulado (polvo), emisiones y ruido	(-)	4	2	4	2	2	2	2	1	4	4	37	Moderado
11	Físico	Calidad de Aire	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Operación del campamento, almacenes y planteles y manejo de residuos (14)	Afectación de la calidad del aire por emisiones, ruido y olores	(-)	4	2	4	2	2	2	2	1	4	4	37	Moderado
12	Físico	Calidad de Aire	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Centro de Producción de concreto (A15)	Afectación de la calidad del aire por material particulado (polvo), emisiones y ruido	(-)	4	2	4	2	2	2	2	1	4	4	37	Moderado
13	Físico	Calidad de Aire	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Operación de la planta concreto (A16)	Afectación de la calidad del aire por material particulado (polvo), emisiones y ruido.	(-)	4	2	4	2	2	2	2	1	4	4	37	Moderado
14	Físico	Calidad de Aire	Canal Oeste	Construcción	Remoción de la cobertura vegetal (A18)	Afectación de la calidad del aire por material particulado (polvo), emisiones y ruido	(-)	4	2	4	2	2	2	2	1	4	2	35	Moderado
15	Físico	Calidad de Aire	Canal Oeste	Construcción	Excavación y relleno (A19)	Afectación de la calidad del aire por material particulado (polvo), emisiones y ruido	(-)	4	4	4	2	2	2	2	1	4	2	39	Moderado
16	Físico	Calidad de Aire	Canal Oeste	Construcción	Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20)	Afectación de la calidad del aire por material particulado (polvo), emisiones y ruido	(-)	4	2	4	2	2	2	2	1	4	2	35	Moderado
17	Físico	Calidad de Aire	Canal Oeste	Construcción	Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21)	Afectación de la calidad del aire por material particulado (polvo), emisiones y ruido	(-)	4	2	4	2	2	2	2	1	4	2	35	Moderado
18	Físico	Calidad de Aire	Red de conducción y distribución	Construcción	Limpieza del terreno, remoción de	Afectación de la calidad del aire por	(-)	4	2	4	2	2	2	2	1	4	2	35	Moderado

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
			del riego		vegetación (A22)	material particulado (polvo), emisiones y ruido													
19	Físico	Calidad de Aire	Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Excavación y relleno (A23)	Afectación de la calidad del aire por material particulado (polvo), emisiones y ruido	(-)	4	4	4	2	2	2	2	1	4	2	39	Moderado
20	Físico	Calidad de Aire	Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A24)	Afectación de la calidad del aire por material particulado (polvo), emisiones y ruido.	(-)	4	2	4	2	2	2	2	1	4	2	35	Moderado
21	Físico	Calidad de Aire	Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25)	Afectación de la calidad del aire por material particulado (polvo), emisiones y ruido.	(-)	4	2	4	2	2	2	2	1	4	2	35	Moderado
22	Físico	Aguas Residuales	Actividades generales preliminares	Construcción	Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	4	4	4	2	2	2	2	1	4	2	39	Moderado
23	Físico	Aguas Residuales	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Excavación para la construcción de ataguía, contraataguía y presa (A3)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	8	4	4	2	2	2	2	1	4	2	39	Moderado
24	Físico	Aguas Residuales	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Excavación para la construcción del desvío y conducción (A4)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	8	4	4	2	2	2	2	1	4	2	39	Moderado
25	Físico	Aguas Residuales	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	8	4	4	2	2	2	2	1	4	4	53	Severo
26	Físico	Aguas Residuales	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (A6)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	8	4	4	2	2	2	2	1	4	4	53	Severo
27	Físico	Aguas Residuales	Escombreras	Construcción	Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes (A9)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	8	4	4	2	2	2	2	1	4	2	51	Severo
28	Físico	Aguas Residuales	Escombreras	Construcción	Transporte y manejo de escombros (A10)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	4	4	4	2	2	2	2	1	4	2	39	Moderado
29	Físico	Aguas Residuales	Escombreras	Construcción	Cierre técnico (A11)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias	(-)	4	4	4	2	2	2	2	1	4	2	39	Moderado

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
						peligrosas (derrames).													
30	Físico	Aguas Residuales	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Remoción de la cobertura vegetal y preparación del sitio (A12)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	8	4	4	2	2	2	2	1	4	2	51	Severo
31	Físico	Aguas Residuales	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Construcción de obra civil (A13)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	8	4	4	2	2	2	2	1	4	4	53	Severo
32	Físico	Aguas Residuales	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Operación del campamento, almacenes y planteles y manejo de residuos (A14)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	8	4	4	2	2	2	2	1	4	4	53	Severo
33	Físico	Aguas Residuales	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Centro de Producción de concreto (A15)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	8	4	4	2	2	2	2	1	4	4	53	Severo
34	Físico	Aguas Residuales	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Operación de la planta concreto (A16)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	8	4	4	2	2	2	2	1	4	4	53	Severo
35	Físico	Aguas Residuales	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Cierre técnico (A17)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	4	4	4	2	2	2	2	1	4	2	39	Moderado
36	Físico	Aguas Residuales	Canal Oeste	Construcción	Remoción de la cobertura vegetal (A18)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	8	4	4	2	2	2	2	1	4	2	51	Severo
37	Físico	Aguas Residuales	Canal Oeste	Construcción	Excavación y relleno (A19)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	8	4	4	2	2	2	2	1	4	2	51	Severo
38	Físico	Aguas Residuales	Canal Oeste	Construcción	Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	8	4	4	2	2	2	2	1	4	4	53	Severo
39	Físico	Aguas Residuales	Canal Oeste	Construcción	Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de	(-)	8	4	4	2	2	2	2	1	4	4	53	Severo

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
						sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames)													
40	Físico	Aguas Residuales	Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Limpieza del terreno, remoción de vegetación (A22)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	8	4	4	2	2	2	2	1	4	2	51	Severo
41	Físico	Aguas Residuales	Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Excavación y relleno (A23)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	8	4	4	2	2	2	2	1	4	2	51	Severo
42	Físico	Aguas Residuales	Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A24)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	8	4	4	2	2	2	2	1	4	4	53	Severo
43	Físico	Aguas Residuales	Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	8	4	4	2	2	2	2	1	4	4	53	Severo
44	Físico	Suelo	Actividades generales preliminares	Construcción	Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	2	37	Moderado
45	Físico	Suelo	Actividades generales preliminares	Construcción	Excavación para la construcción de ataguía, contraataguía y presa (A3)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	2	37	Moderado
46	Físico	Suelo	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Excavación para la construcción del desvío y conducción (A4)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	2	37	Moderado
47	Físico	Suelo	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	8	2	4	2	2	4	2	1	4	4	51	Severo
48	Físico	Suelo	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (A6)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	2	37	Moderado
49	Físico	Suelo	Escombreras	Construcción	Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes (A9)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	2	37	Moderado
50	Físico	Suelo	Escombreras	Construcción	Transporte y manejo de escombros (A10)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	4	2	4	2	2	2	2	1	4	2	35	Moderado
51	Físico	Suelo	Escombreras	Construcción	Cierre técnico (A11)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de	(-)	4	2	4	2	2	2	2	1	4	2	35	Moderado

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
						aguas residuales.													
52	Físico	Suelo	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Remoción de la cobertura vegetal y preparación del sitio (A12)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	2	37	Moderado
53	Físico	Suelo	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Construcción de obra civil (A13)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	8	2	4	2	2	4	2	1	4	4	51	Severo
54	Físico	Suelo	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Operación del campamento, almacenes y planteles y manejo de residuos (A14)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	8	2	4	2	2	4	2	1	4	4	51	Severo
55	Físico	Suelo	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Centro de Producción de concreto (A15)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	8	2	4	2	2	4	2	1	4	4	51	Severo
56	Físico	Suelo	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Operación de la planta concreto (A16)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	8	2	4	2	2	4	2	1	4	4	51	Severo
57	Físico	Suelo	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Cierre técnico (A17)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	4	4	4	2	2	4	2	1	4	2	41	Moderado
58	Físico	Suelo	Canal Oeste	Construcción	Remoción de la cobertura vegetal (A18)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	2	37	Moderado
59	Físico	Suelo	Canal Oeste	Construcción	Excavación y relleno (A19)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	2	37	Moderado
60	Físico	Suelo	Canal Oeste	Construcción	Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	8	2	4	2	2	4	2	1	4	4	51	Severo
61	Físico	Suelo	Canal Oeste	Construcción	Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (21A)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	8	2	4	2	2	4	2	1	4	4	51	Severo
62	Físico	Suelo	Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Limpieza del terreno, remoción de vegetación (A22)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	2	37	Moderado
63	Físico	Suelo	Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Excavación y relleno (23A)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	2	37	Moderado
64	Físico	Suelo	Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (24A)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	8	2	4	2	2	4	2	1	4	4	51	Severo
65	Físico	Suelo	Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (25A)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	8	2	4	2	2	4	2	1	4	4	51	Severo

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
66	Físico	Agua y Suelo	Actividades generales preliminares	Construcción	Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2)	Deterioro de la calidad ambiental por el manejo inadecuado de los residuos generados. El manejo inadecuado de los residuos puede generar malos olores, lixiviados, vectores, así como riesgos labores y la contaminación de factores ambientales (agua, suelo, biota y aire)	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	1	36	Moderado
67	Físico	Agua y Suelo	Actividades generales preliminares	Construcción	Excavación para la construcción de ataguía, contraataguía y presa (A3)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	4	1	4	2	2	4	2	1	4	1	36	Moderado
68	Físico	Agua y Suelo	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Excavación para la construcción del desvío y conducción (A4)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	4	1	4	2	2	4	2	1	4	1	36	Moderado
69	Físico	Agua y Suelo	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	8	2	4	2	2	4	2	1	4	4	51	Severo
70	Físico	Agua y Suelo	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (A6)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	1	36	Moderado
71	Físico	Agua y Suelo	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Montaje electromecánico de compuertas y equipos de generación (A7)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	4	1	4	1	1	4	2	1	4	1	32	Moderado
72	Físico	Agua y Suelo	Escombreras	Construcción	Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes (A9)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	2	37	Moderado
73	Físico	Agua y Suelo	Escombreras	Construcción	Transporte y manejo de escombros (A10)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	1	36	Moderado
74	Físico	Agua y Suelo	Escombreras	Construcción	Cierre técnico (A11)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	4	1	4	2	2	2	2	1	4	2	33	Moderado
75	Físico	Agua y Suelo	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Remoción de la cobertura vegetal y preparación del sitio (A12)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	2	37	Moderado
76	Físico	Agua y Suelo	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Construcción de obra civil (A13)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	8	2	4	2	2	4	2	1	4	4	51	Severo
77	Físico	Agua y Suelo	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Operación del campamento, almacenes y planteles y manejo de residuos (A14)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	8	2	4	2	2	4	2	1	4	4	51	Severo
78	Físico	Agua y Suelo	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Centro de Producción de concreto (A15)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	8	2	4	2	2	4	2	1	4	4	51	Severo
79	Físico	Agua y Suelo	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Operación de la planta concreto (A16)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la	(-)	4	2	4	1	2	4	2	1	4	1	35	Moderado

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
						excavación													
80	Físico	Agua y Suelo	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Cierre técnico (A17)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	2	37	Moderado
81	Físico	Agua y Suelo	Canal Oeste	Construcción	Remoción de la cobertura vegetal (18)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	4	1	4	2	2	4	2	1	4	1	34	Moderado
82	Físico	Agua y Suelo	Canal Oeste	Construcción	Excavación y relleno (A19)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	8	2	4	2	2	4	2	1	4	4	51	Severo
83	Físico	Agua y Suelo	Canal Oeste	Construcción	Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	8	2	4	2	2	4	2	1	4	4	51	Severo
84	Físico	Agua y Suelo	Canal Oeste	Construcción	Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	8	2	4	2	2	4	2	1	4	4	51	Severo
85	Físico	Agua y Suelo	Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Limpieza del terreno, remoción de vegetación (A22)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	2	37	Moderado
86	Físico	Agua y Suelo	Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Excavación y relleno (A23)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	4	1	4	2	2	4	2	1	4	1	34	Moderado
87	Físico	Agua y Suelo	Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	8	2	4	2	2	4	2	1	4	4	51	Severo
88	Físico	Agua- Escorrentía Superficial	Actividades generales preliminares	Construcción	Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2)	Aumento en la escorrentía superficial debido a la remoción de capa vegetal en el área de caminos y a la compactación del suelo lo cual reduce la infiltración del terreno.	(-)	1	1	4	4	2	2	2	1	1	4	25	Compatible
89	Físico	Agua- Escorrentía Superficial	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (A6)	Aumento en la escorrentía superficial debido al cambio en el uso del suelo y compactación del suelo, debido a las cargas acumuladas, lo cual reduce la infiltración del terreno.	(-)	1	1	4	1	1	1	2	1	1	1	17	Compatible
90	Físico	Agua- Escorrentía Superficial	Embalse	Construcción	Llenado del Embalse (A8)	Aumento en la escorrentía superficial debido al cambio en el uso del suelo y compactación del suelo, debido a las cargas acumuladas, lo cual reduce la infiltración del terreno.	(-)	8	8	4	2	1	1	4	1	4	2	59	Severo
91	Físico	Agua- Escorrentía Superficial	Embalse	Construcción	Llenado del Embalse (A8)	Alteración del régimen natural del río Piedras debido a la disminución del caudal natural del río durante la fase de llenado el Embalse	(-)	8	8	4	2	1	1	4	1	4	2	59	Severo
92	Físico	Agua- Escorrentía Superficial	Escombreras	Construcción	Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes (A9)	Aumento de la escorrentía superficial debido a la remoción de la capa vegetal, compactación de suelos y el encausamiento de las aguas pluviales	(-)	1	1	4	4	2	2	2	1	1	4	25	Compatible
93	Físico	Agua- Escorrentía Superficial	Escombreras	Construcción	Transporte y manejo de escombros (A10)	Aumento de la escorrentía superficial debido al cambio en el uso del suelo	(-)	1	1	4	1	1	1	2	1	1	1	17	Compatible

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO	
							+/-	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I		
94	Físico	Agua- Escorrentía Superficial	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Remoción de la cobertura vegetal y preparación del sitio (A12)	Aumento de la escorrentía superficial debido a la remoción de la capa vegetal, compactación de suelos y el encausamiento de las aguas pluviales	(-)	1	1	4	4	2	2	2	1	1	4	25	Compatible	
95	Físico	Agua- Escorrentía Superficial	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Construcción de obra civil (A13)	Aumento de la escorrentía superficial debido al cambio en el uso del suelo, donde se pasa de una cobertura vegetal a tener estructuras impermeables como oficinas, bodegas, aceras, parqueos, etc.	(-)	1	1	4	4	1	1	2	1	1	4	23	Compatible	
96	Físico	Agua- Escorrentía Superficial	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Centro de producción de concreto (A15)	Aumento de la escorrentía superficial debido al cambio en el uso del suelo, donde se pasa de una cobertura vegetal a tener estructuras impermeables y acopio de materiales.	(-)	1	1	4	1	1	1	2	1	1	1	17	Compatible	
97	Físico	Agua- Escorrentía Superficial	Canal Oeste	Construcción	Remoción de la cobertura vegetal (A18)	Aumento de la escorrentía superficial debido a la remoción de la capa vegetal y a la compactación del suelo	(-)	1	1	4	4	1	2	2	1	1	4	24	Compatible	
98	Físico	Agua- Escorrentía Superficial	Canal Oeste	Construcción	Excavación y relleno (A19)	Aumento de la escorrentía superficial debido al cambio en el uso del suelo y a la compactación del suelo. Además, el canal representa una barrera para el flujo normal de la escorrentía superficial.	(-)	8	4	4	4	1	1	2	1	4	4	53	Severo	
99	Físico	Agua- Escorrentía Superficial	Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Limpieza del terreno y remoción de la cobertura vegetal (A22)	Aumento de la escorrentía superficial debido a la remoción de la capa vegetal y a la compactación del suelo	(-)	1	1	4	4	1	2	2	1	1	4	24	Compatible	
100	Físico	Agua- Escorrentía Superficial	Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Excavación y relleno (A23)	Aumento de la escorrentía superficial debido al cambio en el uso del suelo y a la compactación del suelo. Además, el canal representa una barrera para el flujo normal de la escorrentía superficial.	(-)	8	4	4	4	1	1	2	1	4	4	53	Severo	
101	Físico	Ruido Natural	Actividades generales preliminares	Construcción	Ampliación y construcción de accesos (A2)	Aumento en el ruido del lugar debido a la actividad propia de las máquinas.	(-)	2	4	4	2	2	2	2	1	1	4	4	34	Moderado
102	Físico	Suelo- Geomorfología	Actividades generales preliminares. Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas) Escombreras Canal Oeste Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Ampliación y construcción de accesos (A2) Excavación para la construcción del desvío y conducción (A4), Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5). Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes (A9) Excavación y relleno (A19) Limpieza del terreno, remoción de vegetación (A22), Excavación y relleno (A23)	Variación en la topografía del terreno por los trabajos de excavación para la construcción de las obras.	(-)	2	4	2	4	4	8	2	1	4	4	43	Moderado	
103	Físico	Erosión y deposición	Actividades generales preliminares. Obras Presa (presa, vertedor y	Construcción	Ampliación y construcción de accesos (A2) Excavación para la construcción del	Aumento de erosión por la excavación de taludes en el terreno natural.	(-)	2	2	2	4	4	8	2	1	4	4	39	Moderado	

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
			casas máquinas). Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)		desvío y conducción (A4), Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5). Centro de Producción de concreto (A15), Operación de la planta concreto (A16).														
104	Físico	Erosión y depositación	Actividades generales preliminares	Construcción	Ampliación y construcción de accesos (A2)	Deterioro de la calidad del paisaje en el sector de la Red de Distribución por remoción de la cobertura vegetal.	(-)	1	2	4	2	2	1	1	1	1	1	20	Compatible
105	Físico	Erosión y depositación	Actividades generales preliminares	Construcción	Ampliación y construcción de accesos (A2)	Deterioro de la calidad del paisaje por efecto de construcciones civiles.	(-)	1	1	4	1	2	2	1	1	4	1	21	Compatible
106	Físico	Agua Subterránea	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5)	Impermeabilización del macizo rocoso donde ser fundará la presa, cortado el flujo natural de los niveles de agua sub superficiales	(-)	4	2	2	4	4	8	2	1	4	4	45	Moderado
107	Físico	Geomorfología (Relieve)	Actividades generales preliminares	Construcción	Ampliación y construcción de accesos A2)	Degradación de las formas del relieve por ampliación y construcción de accesos.	(-)	1	1	4	4	4	4	1	1	4	1	28	Moderado
108	Físico	Geomorfología (Relieve)	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Remoción de la cobertura vegetal y excavación para la construcción de ataguía, contraataguía y presa (A3)	Degradación de las formas de relieve en el área del sector presa y/o obras anexas.	(-)	4	1	4	4	4	8	1	1	4	1	45	Moderado
109	Físico	Geomorfología (Dinámica fluvial)	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Excavación para la construcción del desvío y conducción (A4)	Degradación de las formas de relieve por acciones de excavación para la construcción de obras de desvío y conducción.	(-)	4	2	4	4	4	8	1	1	4	1	43	Moderado
110	Físico	Geomorfología (Relieve)	Embalse	Construcción	Llenado del Embalse (A8)	Disminución de la dinámica fluvial en el cauce del río Piedras dentro del AP	(-)	4	2	1	4	4	8	1	4	4	1	47	Moderado
111	Físico	Geomorfología (Relieve)	Escombreras	Construcción	Transporte y manejo de escombros (A10)	Modificación de la forma del relieve en los sitios seleccionados para el acopio y manejo de escombros por degradación de la forma del terreno.	(-)	2	2	4	4	4	4	1	1	4	1	33	Moderado
112	Físico	Geomorfología (Relieve)	Canal Oeste	Construcción	Excavación y relleno (A19)	Destrucción de la forma del relieve en el área de paso del Canal Oeste Tramo III.	(-)	4	4	4	4	4	8	1	1	4	1	47	Moderado
113	Físico	Geomorfología (Relieve)	Canal Oeste	Construcción	Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21)	Modificación del lecho del cauce de los ríos y quebradas en los sitios de paso del Canal Oeste.	(-)	4	2	2	2	2	2	1	1	4	1	35	Moderado
114	Físico	Geomorfología (Relieve)	Red de conducción y distribución del riego.	Construcción	Excavación y relleno (A23)	Destrucción de la forma del relieve en el área de paso de la Red de Distribución de riego.	(-)	4	4	4	2	2	2	1	4	4	1	40	Moderado
115	Físico	Geomorfología (Relieve)	Red de conducción y distribución del riego.	Construcción	Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25)	Modificación del lecho del cauce de los ríos y quebradas en los sitios de la Red de Distribución	(-)	2	2	4	2	2	2	1	1	4	1	27	Moderado
116	Físico	Geomorfología (Relieve)	Embalse y obras presa	Operación	Presencia Embalse (A29)	Modificación de la morfología del tramo del río Piedras donde se localice el Embalse.	(-)	8	4	2	4	4	8	1	1	4	1	57	Severo
117	Físico	Agua Escorrentía superficial	Embalse y obras presa	Operación	Presencia Embalse (A29)	Amortiguamiento natural de las avenidas del río Piedras por el efecto del Embalse.	(+)	4	4	4	4	1	1	2	1	4	2	39	Positivo
118	Biótico	Fauna acuática	Actividades generales preliminares	Construcción	Ampliación y construcción de caminos de acceso(A2)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	(-)	4	1	4	1	1	1	1	4	4	2	32	Moderado
119	Biótico	Fauna acuática	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Remoción de la cobertura vegetal y excavación para la construcción de ataguía, contra ataguía y presa(A3)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	(-)	8	8	8	2	2	2	2	4	4	4	68	Severo

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
120	Biótico	Fauna acuática	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Excavación para la construcción del desvío y conducción(A4)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática y aislamiento de fauna atrapada sin opción de regresar al cauce del río.	(-)	8	8	8	2	2	2	2	4	4	4	68	Severo
121	Biótico	Fauna acuática	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Obras civiles (Presa, torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	(-)	8	8	8	2	2	2	2	4	4	4	68	Severo
122	Biótico	Fauna acuática	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (A6)	Alteración de la calidad bioquímica del agua del río Piedras. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	(-)	2	2	8	1	1	1	2	1	4	1	29	Moderado
123	Biótico	Fauna acuática	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Montaje electromecánico de compuertas y equipos de generación (A7)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	(-)	1	1	4	1	1	1	2	1	1	1	17	Compatible
124	Biótico	Fauna acuática	Embalse	Construcción	Llenado del Embalse (A8)	Modificación de tipo de hábitat lótico por lentico, alteración de la abundancia y composición de especies, afectación a especies endémicas, interrupción de la continuidad del río y reducción de la variabilidad genética.	(-)	12	12	8	4	4	8	1	1	4	4	94	Critico
125	Biótico	Fauna acuática	Escombreras	Construcción	Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes (A12)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	(-)	2	1	4	2	1	1	1	4	4	2	27	Moderado
126	Biótico	Fauna acuática	Escombreras	Construcción	Trasporte y manejo de escombros (A10)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	(-)	1	1	4	2	1	1	1	4	4	2	24	Compatible
127	Biótico	Fauna acuática	Instalaciones temporales (planteles- campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Remoción de la cobertura vegetal y preparación del sitio (A18)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	(-)	2	1	4	2	1	1	1	4	4	2	27	Moderado
128	Biótico	Fauna acuática	Instalaciones temporales (planteles- campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Construcción de obra civil (A13)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	(-)	1	1	4	2	1	1	1	4	4	2	24	Compatible
129	Biótico	Fauna acuática	Instalaciones temporales (planteles- campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Operación del campamento y manejo de residuos (A14)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	(-)	1	1	4	2	1	1	1	4	4	2	24	Compatible
130	Biótico	Fauna acuática	Instalaciones temporales (planteles- campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Operación de la planta de concreto (A16)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	(-)	4	1	4	1	1	1	1	4	4	2	32	Moderado
131	Biótico	Fauna acuática	Canal Oeste	Construcción	Excavación y relleno (A19)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	(-)	4	1	4	1	1	1	1	4	4	2	32	Moderado
132	Biótico	Fauna acuática	Canal Oeste	Construcción	Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	(-)	4	1	4	1	1	1	1	4	4	2	32	Moderado

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
133	Biótico	Fauna acuática	Canal Oeste	Construcción	Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	(-)	8	4	4	1	1	1	1	4	4	2	50	Severo
134	Biótico	Fauna acuática	Red de conducción y distribución de riego	Construcción	Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	(-)	8	4	4	1	1	1	1	4	4	2	50	Severo
135	Biótico	Fauna acuática	Red de conducción y distribución de riego	Construcción	Excavación y relleno (A23)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	(-)	4	1	4	1	1	1	1	4	4	2	32	Moderado
136	Biótico	Fauna acuática	Red de conducción y distribución de riego	Construcción	Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A24)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	(-)	4	1	4	1	1	1	1	4	4	2	32	Moderado
137	Biótico	Fauna acuática	Red de conducción y distribución de riego	Construcción	Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A25)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	(-)	8	4	4	1	1	1	1	4	4	2	50	Severo
138	Biótico	Fauna acuática	Embalse y obras presa	Construcción	Limpieza de sedimentos y control de avenidas (A26)	Alteración severa de la calidad del agua, del comportamiento, de la sobrevivencia y mortalidad instantánea de fauna acuática aguas abajo de la presa y afectación de la calidad del agua y alteración del hábitat dentro del Embalse.	(-)	8	12	8	2	2	2	2	1	4	2	71	Severo
139	Biótico	Flora	Actividades generales preliminares	Construcción	Ampliación y construcción de accesos (A2)	Reducción del área de bosque secundario e interrupción del proceso de sucesión natural, por la remoción de vegetación para la construcción de caminos de acceso en la zona de influencia de las Obras Presa.	(-)	4	2	4	4	4	4	1	4	4	1	42	Moderado
140	Biótico	Flora	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5)	Reducción del área de bosque secundario e interrupción del proceso de sucesión natural, por la remoción de vegetación para la construcción de las Obras Presa.	(-)	4	2	4	4	4	8	1	4	4	4	49	Moderado
141	Biótico	Flora	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Excavación para el desvío y conducción de Obras Presa (A4)	Reducción del área de bosque secundario e interrupción del proceso de sucesión natural, por la excavación del desvío y conducción del río Piedras.	(-)	4	2	4	4	4	8	1	4	4	4	49	Moderado
142	Biótico	Flora	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5)	Alteración de los procesos fisiológicos y reproductivos del bosque secundario por la acumulación de polvo en el follaje, flores y frutos, debido a las obras civiles de Obras Presa	(-)	2	1	4	2	2	2	1	4	4	2	29	Moderado
143	Biótico	Flora	Escombreras	Construcción	Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (A6), así como escombros para las Obras Presa (A10)	Alteración de los procesos fisiológicos y reproductivos del bosque secundario por la acumulación de polvo en el follaje, flores y frutos, debido al acarreo de insumos y materiales, así como escombros para las Obras Presa.	(-)	2	1	4	2	2	2	1	4	4	2	29	Moderado
144	Biótico	Flora	Embalse	Construcción	Llenado del Embalse (A8)	Reducción del área de bosque secundario e interrupción del proceso de sucesión natural, por la remoción de vegetación y llenado del Embalse. Además de fragmentación del bosque y disminución de la conectividad.	(-)	12	8	4	4	4	8	1	4	4	4	89	Critico

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
145	Biótico	Flora	Escombreras Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes (A9) Remoción de la cobertura vegetal y preparación del sitio (A12)	Reducción del área de bosque secundario e interrupción del proceso de sucesión natural, por la remoción de vegetación para los sitios de escombreras e instalaciones temporales.	(-)	2	1	4	4	4	4	1	4	4	1	34	Moderado
146	Biótico	Flora	Canal Oeste	Construcción	Remoción de cobertura vegetal para la construcción (A18)	Reducción del área de bosque secundario e interrupción del proceso de sucesión natural, por la remoción de vegetación para la construcción del tramo 3 del Canal Oeste.	(-)	4	4	4	4	4	8	1	4	4	4	53	Severo
147	Biótico	Fauna terrestre	Actividades generales preliminares	Construcción	Ampliación y construcción de caminos de accesos (A2)	Fragmentación de las áreas de bosque para por la apertura de caminos de acceso, tránsito de vehículos y maquinaria y presencia de los canales de riego.	(-)	8	4	4	4	4	8	4	1	4	4	65	Severo
148	Biótico	Fauna terrestre	Obras de presa (presa, vertedor y casa de máquinas)	Construcción	Remoción de la cobertura vegetal y excavación para la construcción de ataguía, contraataguía y presa (A3)	Aumento del riesgo de lesión y mortalidad de fauna que transita por las rutas de transporte de materiales, maquinaria y traslado de personal para las obras constructivas	(-)	8	1	4	2	4	8	1	4	4	2	55	Severo
149	Biótico	Fauna terrestre	Obras de presa (presa, vertedor y casa de máquinas)	Construcción	Excavación para la construcción del desvío y conducción (A4)	Pérdida de hábitat de aves, mamíferos, anfibios y reptiles por la remoción de la cobertura vegetal (bosque ripario, bosque secundario y charrales) por lo que se reducen sitios de alimentación, refugio y reproducción de las especies presentes en el sitio.	(-)	4	1	4	4	4	8	1	1	4	1	41	Moderado
150	Biótico	Fauna terrestre	Obras de presa (presa, vertedor y casa de máquinas)	Construcción	Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5)	Pérdida de hábitat de aves, mamíferos, anfibios y reptiles por la remoción de la cobertura vegetal (bosque ripario, bosque secundario y charrales) por lo que se reducen sitios de alimentación, refugio y reproducción de las especies presentes en el sitio.	(-)	4	1	4	4	4	8	1	1	4	1	41	Moderado
151	Biótico	Fauna terrestre	Obras de presa (presa, vertedor y casa de máquinas)	Construcción	Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (A6)	Aumento del riesgo de lesión y mortalidad de fauna que transita por las rutas de transporte de materiales, maquinaria y traslado de personal para las obras constructivas.	(-)	4	8	4	2	4	1	1	1	4	2	47	Moderado
152	Biótico	Fauna terrestre	Embalse	Construcción	Llenado del Embalse (A8)	Pérdida de hábitat de aves, mamíferos, anfibios y reptiles por la inundación de la cobertura vegetal por lo que se reducen sitios de alimentación, refugio y reproducción de las especies presentes en el sitio. Muerte por ahogamiento durante la fase de llenado.	(-)	12	12	4	4	4	8	2	1	4	4	91	Critico
153	Biótico	Fauna terrestre	Embalse	Construcción	Llenado del Embalse (A8)	Mayor disponibilidad de agua y alimento a mediano y largo plazo debido a la presencia de un cuerpo de agua estable, además del incremento de la humedad en los terrenos aledaños al Embalse, lo cual genera microambientes que pueden propiciar el establecimiento de más especies.	(+)	8	8	4	4	4	8	2	1	4	4	71	Positivo
154	Biótico	Fauna terrestre	Escombreras	Construcción	Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes (A9)	Fragmentación de las áreas de bosque por la apertura de caminos de acceso, tránsito de vehículos y maquinaria y presencia de los canales de riego.	(-)	4	1	4	2	2	1	1	1	4	1	30	Moderado

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
155	Biótico	Fauna terrestre	Escombreras	Construcción	Transporte y manejo de escombros (A10)	Aumento del riesgo de lesión y mortalidad de fauna que presente en transita por las rutas de transporte de materiales, maquinaria y traslado de personal para las obras constructivas.	(-)	1	1	4	2	4	1	1	1	4	2	24	Compatible
156	Biótico	Fauna terrestre	Escombreras	Construcción	Cierre técnico (A11)	Mejora de las condiciones naturales de los sitios por el cese de actividades impactantes.	(+)	2	1	2	4	1	1	1	1	4	1	23	Positivo
157	Biótico	Fauna terrestre	Instalaciones temporales (planteles- campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Remoción de la cobertura vegetal y preparación del sitio (A12)	Pérdida de hábitat de aves, mamíferos, anfibios y reptiles por la remoción de la cobertura vegetal (bosque ripario, bosque secundario y charrales) por lo que se reducen sitios de alimentación, refugio y reproducción de las especies presentes en el sitio	(-)	4	1	4	2	1	1	1	1	4	1	29	Moderado
158	Biótico	Fauna terrestre	Instalaciones temporales (planteles- campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Operación del campamento (A14)	Alteración del comportamiento natural de la fauna por la generación de residuos alimenticios que atraen especies silvestres. Incremento en especies generalistas consideradas plagas como ratas, ratones y mapaches en las áreas cercanas al campamento. Atracción y mortalidad de insectos por la iluminación artificial.	(-)	4	1	4	2	1	1	1	1	4	2	30	Moderado
159	Biótico	Fauna terrestre	Canal Oeste	Construcción	Remoción de la cobertura vegetal (A18)	Pérdida de hábitat de aves, mamíferos, anfibios y reptiles por la remoción de la cobertura vegetal por lo que se reducen sitios de alimentación, refugio y reproducción de las especies presentes en el sitio	(-)	8	4	4	4	4	8	1	1	4	1	59	Severo
160	Biótico	Fauna terrestre	Canal Oeste	Construcción	Excavación y relleno (A19)	Eliminación de las capas del suelo puede lesionar la fauna subterránea.	(-)	4	4	4	2	4	8	1	4	4	2	49	Moderado
161	Biótico	Fauna terrestre	Canal Oeste	Construcción	Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21)	Alteración en conectividad y flujo genético por la presencia del espejo de agua del Embalse y obras en los bosques riparios de Paacume.	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	19	Compatible
162	Biótico	Fauna terrestre	Red de conducción y distribución de riego.	Construcción	Limpieza del terreno, remoción de vegetación (A22)	Pérdida de hábitat de aves, mamíferos, anfibios y reptiles por la remoción de la cobertura vegetal (bosque ripario, bosque secundario y charrales) por lo que se reducen sitios de alimentación, refugio y reproducción de las especies presentes en el sitio.	(-)	4	4	4	4	4	8	1	1	4	1	47	Moderado
163	Biótico	Fauna terrestre	Red de conducción y distribución de riego.	Construcción	Excavación y relleno (A23)	Eliminación de las capas del suelo puede lesionar la fauna subterránea.	(-)	4	4	4	2	4	8	1	4	4	2	49	Moderado
164	Biótico	Fauna terrestre	Embalse y obras de presa.	Construcción	Limpieza de sedimentos y control de avenidas (A26)	Alteración de sitios de anidamiento y sobrevivencia de fauna riparia aguas abajo del Embalse debido al aumento del caudal de vertido en maniobras de operación y mantenimiento de Embalse para la limpieza de sedimentos	(-)	4	2	4	1	1	1	1	1	4	1	30	Moderado
165	Biótico	Fauna terrestre	Embalse y obras de presa.	Construcción	Presencia (A29)	Fragmentación y reducción de conectividad de bosques y flujo genético de flora y fauna por la presencia del espejo de agua del Embalse, debido a la interrupción de pasos de fauna entre los bosques riparios del Río Piedras y zonas boscosas de la región, particularmente la	(-)	8	8	4	4	4	8	2	1	4	4	71	Severo

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales											RESULTADO	
							+/-	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR		I
						RBLB.													
166	Biótico	Fauna terrestre	Casa de máquinas	Construcción	Operación de las oficinas administrativas (A30)	Alteración del comportamiento natural de la fauna y mortalidad de insectos causado por la disponibilidad de residuos alimenticios que atraen especies silvestres y atracción de insectos por iluminación artificial, posible incremento en especies generalistas consideradas plaga como ratas, ratones y mapaches.	(-)	1	1	4	4	1	1	1	1	4	1	22	Compatible
167	Biótico	Ecosistemas frágiles	Actividades generales preliminares	Construcción	Ampliación y construcción de accesos (A2)	Reducción del área de bosque ripario por la construcción de accesos a las Obras Presa, que es un ecosistema muy escaso de alta riqueza ecológica, calificado de alta fragilidad y localizado en uno de los dos sitios donde la franja de este ecosistema es más amplia, lo cual implica una degradación progresiva de este ecosistema con la consecuente disminución de la variabilidad genética de sus especies y aumento del peligro de extinción.	(-)	4	6	4	4	4	8	1	4	4	1	54	Severo
168	Biótico	Ecosistemas frágiles	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Remoción de la cobertura vegetal y excavación para construcción de ataguía, contraataguía, presa, vertedor y casa de máquinas (A3)	Reducción del área de bosque ripario por la excavación de Obras Presa, que es un ecosistema muy escaso de alta riqueza ecológica, calificado de alta fragilidad y localizado en uno de los dos sitios donde la franja de este ecosistema es más amplia, lo cual implica una degradación progresiva de este ecosistema con la consecuente disminución de la variabilidad genética de sus especies y aumento del peligro de extinción.	(-)	4	6	4	4	4	8	1	4	4	4	57	Severo
169	Biótico	Ecosistemas frágiles	Obras de presa (presa, vertedor y casa de máquinas)	Construcción	Excavación para el desvío y conducción de Obras Presa (A4)	Reducción del área de bosque ripario por la excavación del desvío y conducción del río Piedras, que es un ecosistema muy escaso de alta riqueza ecológica, calificado de alta fragilidad y localizado en uno de los dos sitios donde la franja de este ecosistema es más amplia, lo cual implica una degradación progresiva de este ecosistema con la consecuente disminución de la variabilidad genética de sus especies y aumento del peligro de extinción.	(-)	2	5	4	4	4	8	1	4	4	4	49	Moderado
170	Biótico	Ecosistemas frágiles	Obras de presa (presa, vertedor y casa de máquinas)	Construcción	Obras civiles de Obras Presa (A5)	Alteración de los procesos fisiológicos y reproductivos del bosque ripario por la acumulación de polvo en el follaje, flores y frutos, debido a las obras civiles de Obras Presa, que es un ecosistema muy escaso de alta riqueza ecológica, calificado de alta fragilidad y localizado en uno de los dos sitios donde la franja de este ecosistema es más amplia.	(-)	2	5	4	2	2	2	1	4	4	2	37	Moderado
171	Biótico	Ecosistemas frágiles	Obras de presa (presa, vertedor y casa de máquinas). Escombreras	Construcción	Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (A6). Transporte y manejo de escombros	Alteración de los procesos fisiológicos y reproductivos del bosque ripario por la acumulación de polvo en el follaje, flores y frutos, debido al transporte de insumos y materiales, así como escombros para la	(-)	2	5	4	2	2	2	1	4	4	2	37	Moderado

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
					(A10)	construcción de Obras Presa, que es un ecosistema muy escaso de alta riqueza ecológica, calificado de alta fragilidad y localizado en uno de los dos sitios donde la franja de este ecosistema es más amplia.													
172	Biótico	Ecosistemas frágiles	Obras de presa (presa, vertedor y casa de máquinas) Embalse	Construcción	Remoción de cobertura vegetal (A3). Llenado del Embalse (A8)	Reducción del área de bosque ripario por la remoción de vegetación y llenado del Embalse, que es un ecosistema muy escaso de alta riqueza ecológica, calificado de alta fragilidad, implicando la degradación progresiva de este ecosistema con la consecuente disminución de la variabilidad genética de sus especies y aumento del peligro de extinción. Además de fragmentación del bosque y disminución de la conectividad. Este mismo impacto se aplicaría para la reducción de la RBLB por la inundación de 113 ha por el llenado del Embalse.	(-)	12	12	4	4	4	4	1	4	4	4	89	Critico
173	Biótico	Ecosistemas frágiles	Canal Oeste	Construcción	Remoción de cobertura vegetal para la construcción del (A18)	Reducción del área de bosque ripario por la remoción de vegetación para la construcción de los sifones y pasos de ríos y quebradas del tramo 3 del Canal Oeste, que es un ecosistema muy escaso de alta riqueza ecológica, calificado de alta fragilidad, implicando la degradación progresiva de este ecosistema con la consecuente disminución de la variabilidad genética de sus especies y aumento del peligro de extinción.	(-)	2	6	4	4	4	8	1	4	4	4	51	Severo
174	Biótico	Ecosistemas frágiles	Red de conducción y distribución de riego	Construcción	Limpieza del terreno y remoción de cobertura vegetal (A22)	Reducción del área de bosque ripario por la remoción de vegetación para la construcción de los sifones y pasos de ríos y quebradas del tramo 2 del Canal Oeste, que es un ecosistema muy escaso de alta riqueza ecológica, calificado de alta fragilidad, implicando la degradación progresiva de este ecosistema con la consecuente disminución de la variabilidad genética de sus especies y aumento del peligro de extinción.	(-)	2	5	4	4	4	8	1	4	4	4	49	Moderado
175	Biótico	Flora	Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Remoción de cobertura vegetal para la construcción de la Red de Distribución (A22)	Reducción del área de bosque secundario e interrupción del proceso de sucesión secundaria por la eliminación de vegetación para la construcción de la Red de Distribución.	(-)	1	1	4	4	4	8	1	4	4	4	38	Moderado
176	Físico	Agua Subterránea	Embalse Embalse y obras presa	Construcción Operación	Llenado del Embalse (A8) Presencia (A29)	Cambio en los niveles de agua superficial por la presencia del Embalse, provocando que los niveles de agua que en algunas épocas del año bajen su capacidad o se secan, puedan perdurar por más tiempo.	(-)	4	4	1	4	2	2	2	4	4	2	41	Moderado
177	Social	Uso de la tierra: Agroindustria	Actividades generales preliminares. Embalse	Construcción	Adquisición de terrenos y servidumbres (A1) Llenado del Embalse(A8)	Pérdida de acceso al río Piedras para extracción de agua por parte de propietarios del área de inundación del Embalse.	(-)	8	5	6	4	4	4	4	4	4	4	68	Severo
178	Social	Uso de la tierra: Agroindustria	Actividades generales preliminares.	Construcción	Adquisición de terrenos y servidumbres (A1)	Cambio en el uso de la tierra por la inundación del Embalse en sitios que se	(-)	4	6	4	4	4	4	2	4	4	4	54	Severo

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
						desarrollan actividades agropecuarias familiares o empresariales.													
179	Social	Uso de la tierra: Agroindustria	Canal Oeste	Construcción	Excavación y relleno (A19), Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20), Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21).	Afectación de la continuidad y calidad del servicio de agua para riego a los usuarios del DRAT por las mejoras y construcción del Canal Oeste.	(-)	8	5	8	2	2	2	4	4	4	2	62	Severo
180	Social	Uso de la tierra: Agroindustria	Actividades generales preliminares.	Construcción	Adquisición de terrenos y servidumbres (A1)	Afectación de propiedades privadas fragmentadas por la construcción del Embalse, Canal Oeste y la red de conducción y distribución de riego.	(-)	8	5	8	4	4	8	2	4	4	4	72	Severo
181	Social	Área protegida RBLB	Actividades generales preliminares. Embalse	Construcción	Adquisición de terrenos y servidumbres (A1) Llenado del Embalse(A8)	Cambio del uso de la tierra en la RBLB por la necesidad de inundar terreno para el Embalse.	(-)	12	5	2	4	1	4	2	4	4	4	71	Severo
182	Social	Servicios públicos	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Construcción de obra civil (A13), Operación del campamento (A14)	Aumento en la demanda de servicios públicos existentes en las comunidades aledañas al campamento.	(-)	2	5	2	2	1	2	2	1	4	2	32	Moderado
183	Social	Seguridad vial	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes). Canal Oeste. Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Construcción de obra civil (A13) Excavación y relleno (A19), Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20), Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21) Limpieza del terreno, remoción de vegetación (A22), Excavación y relleno (A23), Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela derivaciones) (A24), Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25).	Generación de riesgo de accidentes de tránsito a los habitantes de las comunidades aledañas a las obras constructivas de Paacume.	(-)	8	8	4	2	2	2	2	4	1	2	59	Severo
184	Social	Seguridad vial	Actividades generales preliminares Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas) Escombreras Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes) Oeste	Construcción	Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2) Remoción de la cobertura vegetal y excavación para la construcción de ataguía, contraataguía y presa (A3), Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5), Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (A6), Montaje electromecánico de compuertas y equipos de generación (A7) Transporte y manejo de escombros (A10) Construcción de obra civil (A13) Remoción de la cobertura vegetal (A18), Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones)	Aumento en el riesgo de ocurrencia de accidentes de tránsito dentro del área del proyecto (AP).	(-)	8	8	8	2	2	2	4	4	1	2	65	Severo

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
			Red de conducción y distribución del riego.		(A20), Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21) Excavación y relleno (A23), Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela derivaciones) (A24), Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25).														
185	Social	Seguridad vial	Actividades generales preliminares. Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas) Embalse	Construcción	Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2) Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5), Montaje electromecánico de compuertas y equipos de generación (A7). Llenado del Embalse (A8).	Aumento en el riesgo de accidentes de tránsito en los sitios de población aledaños las obras de presa y Embalse.	(-)	8	8	4	2	2	2	2	4	4	1	61	Severo
186	Social	Demografía/ Densidad poblacional	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas) Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5) Operación del campamento (A14)	Alteración de la densidad poblacional en las comunidades por la construcción de las obras de presa, Embalse y campamento.	(-)	4	6	2	2	2	2	2	4	4	2	44	Moderado
187	Social	Demografía/ Densidad poblacional	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Operación del campamento (A14)	Aumento en la demanda de infraestructura para el servicio de agua potable, electricidad y telecomunicaciones para la operación del campamento, planteles, construcción de las obras de presa y Embalse.	(-)	4	5	4	2	2	2	2	4	4	2	44	Moderado
188	Social	Demografía/ Densidad poblacional	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas) Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	(Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5) Operación del campamento (A14)	Aumento en la demanda de servicios de salud en la zona de Bagaces por la atracción de mano de obra para la construcción del Embalse y presa.	(-)	8	4	4	2	2	2	2	1	1	2	48	Moderado
189	Social	Calidad de vida/ seguridad/ educación/ salud	Actividades generales preliminares Embalse. Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes) Canal Oeste. Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Adquisición de terrenos y servidumbres (A1). Llenado del Embalse (A8) Operación del campamento (A14) Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20). Excavación y relleno (A23), Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela derivaciones) (A24), Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25).	Cambio en los patrones y dinámicas socioculturales en las comunidades del área de influencia social por presencia del proyecto.	(-)	8	5	2	2	2	2	2	4	4	4	56	Severo
190	Social	Calidad de vida/ educación/ salud	Actividades generales preliminares Embalse. Instalaciones temporales	Construcción	Adquisición de terrenos y servidumbres (A1). Llenado del Embalse (A8) Operación del campamento (A14)	Alteración de la tranquilidad como valor social de las comunidades del área de influencia social.	(-)	8	5	4	2	2	2	2	4	4	4	58	Severo

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
			(Planteles- Campamento-oficinas-almacenes) Canal Oeste. Red de conducción y distribución del riego		Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20). Excavación y relleno (A23), Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela derivaciones) (A24), Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25).														
191	Social	Calidad de vida/ seguridad/ educación/ salud	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas) Escombreras. Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (A6). Transporte y manejo de escombros (A10). Construcción de obra civil (A13), Operación del campamento (A14).	Afectación de la salud de la población de las comunidades presentes en la principal ruta de traslado de maquinaria y equipo por levantamiento de polvo para las obras de presa y Embalse.	(-)	8	5	4	2	2	2	2	4	4	2	56	Severo
192	Social	Calidad de vida/ seguridad/ educación/ salud	Actividades generales preliminares Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas) Escombreras Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes) Canal Oeste Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2) Remoción de la cobertura vegetal y excavación para la construcción de ataguía, contraataguía y presa (A3), Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5), Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (A6), Montaje electromecánico de compuertas y equipos de generación (A7) Transporte y manejo de escombros (A10) Construcción de obra civil (A13) Remoción de la cobertura vegetal (A18), Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20), Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21) Excavación y relleno (A23), Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela derivaciones) (A24), Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25).	Aumento de flujo vehicular y maquinaria en los caminos públicos para el acceso a la construcción de obras (presa, Canal Oeste, Red de Distribución de riego).	(-)	8	5	4	2	2	2	2	4	4	1	55	Severo
193	Social	Salud ocupacional	Actividades generales preliminares Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2) Remoción de la cobertura vegetal y excavación para la construcción de ataguía, contraataguía y presa (A3), Obras civiles (torre compuertas,	Aumento en el riesgo de accidentes y lesiones para los trabajadores de las obras en construcción.	(-)	8	5	4	2	4	4	2	4	4	1	59	Severo

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
			Escombreras Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes) Canal Oeste 																

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
			Embalse Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes). Canal Oeste Red de conducción y distribución del riego		vertedor y casa máquinas) (A5). Llenado del Embalse (A8). Construcción de obra civil (A13), Operación del campamento (A14). Remoción de la cobertura vegetal (A18), Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20), Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21). Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela derivaciones) (A24), Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25).														
199	Social	Percepción local	Embalse	Construcción	Llenado del Embalse (A8)	Generación de expectativa de las comunidades aledañas al Embalse y actores institucionales de las actividades que se realizaran para el llenado del Embalse.	(-)	8	5	4	2	2	2	2	4	4	4	58	Severo
200	Social	Percepción local	Embalse	Construcción	Llenado del Embalse(A8)	Percepción de riesgo por el llenado del Embalse.	(-)	4	5	4	2	2	2	2	4	4	4	46	Moderado
201	Social	Percepción local	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5)	Percepción de riesgo por la construcción y operación del Embalse y presa en las comunidades aguas abajo.	(-)	4	5	4	2	2	2	2	4	4	4	46	Moderado
			Embalse		Llenado del Embalse (A8)														
			Embalse y obras presa	Operación	Presencia (A29														
202	Social	Empleo	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas).	Construcción	Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5), Montaje electromecánico de compuertas y equipos de generación (A7). Llenado del Embalse (A8)	Incremento en la demanda de mano de obra temporal para la construcción del proyecto.	(+)	8	6	4	2	2	4	2	4	4	2	60	Positivo
			Embalse		Construcción de obra civil (A13), Operación del campamento (A14)														
			Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes). Canal Oeste Red de conducción y distribución del riego		Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20), Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21). Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela derivaciones) (A24), Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25).														
203	Social	Empleo	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas).	Construcción	Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5),	Mejoramiento de las condiciones laborales en la zona durante la etapa constructiva de las obras.	(+)	8	5	4	4	2	2	2	4	4	2	58	Positivo

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
			Embalse Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes). Canal Oeste Red de conducción y distribución del riego		Montaje electromecánico de compuertas y equipos de generación (A7). Llenado del Embalse (A8) Construcción de obra civil (A13), Operación del campamento (A14) Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20), Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21). Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela derivaciones) (A24), Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25).														
204	Social	Paisaje	Actividades generales preliminares	Construcción	Ampliación y construcción de accesos (A2)	Alteración del patrón del paisaje por efecto de la construcción de nuevos caminos y accesos	(-)	1	2	2	4	2	2	1	1	1	1	21	Compatible
205	Social	Paisaje	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Remoción de la cobertura vegetal y excavación para la construcción de ataguía, contraataguía y presa (A3)	Deterioro de la calidad paisajística por procesos de excavación.	(-)	4	1	4	2	2	2	1	1	1	1	32	Moderado
206	Social	Paisaje	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Excavación para la construcción del desvío y conducción (A4)	Deterioro de la calidad Paisajística por procesos de excavación.	(-)	2	1	4	2	2	2	1	1	1	1	26	Moderado
207	Social	Paisaje	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Construcción	Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5)	Alteración del paisaje en los sitios donde se construyan obras civiles	(-)	2	1	2	4	2	4	1	1	4	1	31	Moderado
208	Social	Paisaje	Embalse	Construcción	Llenado del Embalse (A8)	Deterioro de la calidad del paisaje por acciones del llenado del Embalse.	(-)	2	4	4	4	2	2	1	1	4	1	37	Moderado
209	Social	Paisaje	Escombreras	Construcción	Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes (A9)	Deterioro de la calidad del paisaje en sitios donde se construyan las escombreras	(-)	1	1	4	4	4	4	1	1	4	1	28	Moderado
210	Social	Paisaje	Escombreras	Construcción	Transporte y manejo de escombros (A10)	Deterioro de la Calidad del Paisaje en los sitios donde se localicen las escombreras	(-)	2	1	4	4	4	2	1	1	4	1	29	Moderado
211	Social	Paisaje	Escombreras	Construcción	Cierre técnico (A11)	Recuperación de la Calidad del paisaje en los sitios de escombrera por procesos de cierre técnico.	(-)	4	1	1	4	4	8	1	1	4	1	38	Moderado
212	Social	Paisaje	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Remoción de la cobertura vegetal y preparación del sitio (A12)	Deterioro de la Calidad del Paisaje por efecto de preparación de los sitios para instalaciones temporales	(-)	1	1	1	2	1	2	1	1	4	1	18	Compatible
213	Social	Paisaje	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Centro de Producción de concreto (A15)	Deterioro de la Calidad del Paisaje en el sector donde se localice la planta de concreto.	(-)	1	1	4	2	4	2	1	1	4	1	24	Compatible
214	Social	Paisaje	Actividades generales preliminares	Construcción	Ampliación y construcción de accesos (A2)	Deterioro de la Calidad del Paisaje en el sector por operación de la planta de concreto.	(-)	1	4	2	1	2	2	2	4	4	1	29	Moderado
215	Social	Paisaje	Canal Oeste	Construcción	Remoción de la cobertura vegetal (A18)	Deterioro de la calidad del paisaje en el sector del tramo III por remoción de la cobertura vegetal.	(-)	2	2	4	4	4	2	1	1	1	1	28	Moderado
216	Social	Paisaje	Canal Oeste	Construcción	Excavación y relleno (A19)	Deterioro de la calidad del paisaje en el sector del tramo III por procesos de excavación y relleno del canal.	(-)	1	2	4	2	4	4	1	1	4	1	28	Moderado
217	Social	Paisaje	Canal Oeste	Construcción	Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21)	Deterioro de la calidad del paisaje en el sector del tramo III en los sitios de paso	(-)	4	2	4	2	2	2	1	1	4	1	37	Moderado

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	
						sobre quebradas y ríos por construcción de obras.													
218	Social	Paisaje	Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Excavación y relleno (A23)	Deterioro de la calidad del paisaje en el sector del tramo III por procesos de excavación y relleno de la red de riego.	(-)	1	2	4	2	2	1	1	1	4	1	23	Compatible
219	Social	Paisaje	Red de conducción y distribución del riego	Construcción	Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25)	Deterioro de la calidad del paisaje en el sector del tramo III en los sitios de paso sobre quebradas y ríos por construcción de obras.	(-)	2	2	4	2	2	4	1	1	4	1	29	Moderado
220	Social	Patrimonio Arqueológico	Canal Oeste y red de conducción y distribución de riego.	Construcción	Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2)	Alteración del patrimonio arqueológico por movimientos de tierra durante la ampliación y construcción de caminos de acceso proyecto.	(-)	1	1	4	1	4	8	1	1	4	1	29	Moderado
221	Social	Patrimonio Arqueológico	Obras de presa (presa, vertedor, casa de máquinas)	Construcción	Excavación para la construcción de ataguía, contrataguía y presa (A3)	Alteración del patrimonio arqueológico por movimientos de tierra durante la ampliación y construcción de caminos de acceso proyecto.	(-)	1	1	4	1	4	8	1	1	4	1	29	Moderado
222	Social	Patrimonio Arqueológico	Obras de presa (presa, vertedor, casa de máquinas)	Construcción	Excavación para la construcción del desvío y conducción (A4)	Alteración del patrimonio arqueológico por movimientos de tierra durante la ampliación y construcción de caminos de acceso.	(-)	1	1	4	1	4	8	1	1	4	1	29	Moderado
223	Social	Patrimonio Arqueológico	Embalse	Construcción	Llenado de Embalse (A8)	Alteración del patrimonio arqueológico por llenado de Embalse.	(-)	8	4	4	4	4	4	2	4	4	1	59	Severo
224	Social	Patrimonio Arqueológico	Escombreras	Construcción	Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes (A9)	Alteración del patrimonio arqueológico por limpieza de cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes (escombreras)	(-)	1	1	4	1	4	8	1	1	4	1	29	Moderado
225	Social	Patrimonio Arqueológico	Instalaciones temporales (planteles- campamento-oficinas-almacenes)	Construcción	Remoción de la cobertura vegetal y preparación del sitio (A12)	Alteración del patrimonio arqueológico por remoción de la cobertura vegetal y preparación del sitio (Plantel, campamento, oficinas y almacenes).	(-)	1	1	4	1	4	8	1	1	4	1	29	Moderado
226	Social	Patrimonio Arqueológico	Canal Oeste	Construcción	Remoción de cobertura vegetal (A18)	Alteración del patrimonio arqueológico por remoción de la cobertura vegetal en canales.	(-)	2	2	4	1	4	8	2	4	4	1	38	Moderado
227	Social	Patrimonio Arqueológico	Canal Oeste	Construcción	Excavación y relleno (A19)	Alteración del patrimonio arqueológico por excavación y relleno de canales.	(-)	2	2	4	1	4	8	2	4	4	1	38	Moderado
228	Social	Patrimonio Arqueológico	Red de conducción y distribución de riego	Construcción	Limpieza del terreno, remoción de vegetación (A22)	Alteración del patrimonio arqueológico por limpieza del terreno y remoción de vegetación en canales.	(-)	2	2	4	1	4	8	2	4	4	1	38	Moderado
229	Social	Patrimonio Arqueológico	Red de conducción y distribución de riego	Construcción	Excavación y relleno (A23)	Alteración del patrimonio arqueológico por excavación y relleno de canales	(-)	2	2	4	1	4	8	2	4	4	1	38	Moderado
230	Social	Patrimonio Arqueológico	Embalse Canal Oeste	Construcción	Llenado del Embalse (A8), Excavación y relleno (A19)	Recuperación y traslado de petroglifos a las oficinas administrativas del proyecto, con el propósito de garantizar su conservación.	(+)	8	1	4	4	1	1	4	1	4	4	49	Positivo
231	Social	Calidad de vida/ seguridad/ educación/ salud	Embalse. Embalse y obras presa Canal Oeste y Red de conducción y distribución del riego	Construcción Operación	Llenado del Embalse (A8) Usos sociales (A27). Operación de la red de riego (A33)	Incremento en la plusvalía de las propiedades aledañas al desarrollo de las obras.	(-)	8	2	2	4	4	4	2	4	4	4	56	Severo
232	Social	Uso de la tierra: Turismo	Embalse Embalse y obras presa	Construcción Operación	Llenado del Embalse (A8). Usos sociales (A27), Presencia (A29)	Generación de expectativas en la población aledaña al Embalse para realizar actividades turísticas en el Embalse.	(-)	4	5	6	4	4	4	2	4	4	4	54	Severo

Tabla 6 4. Matriz de Importancia de Impactos ambientales para la etapa operativa

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	M O	PE	RV	M C	SI	AC	EF	PR	I	
1	Físico	Suelo	Embalse y obras presa	Operación	Mantenimiento (A28)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	1	36	Moderado
2	Físico	Suelo	Embalse y obras presa	Operación	Presencia (A29)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	4	39	Moderado
3	Físico	Suelo	Casa de máquinas	Operación	Operación de las oficinas administrativas (A30)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	4	39	Moderado
4	Físico	Suelo	Casa de máquinas	Operación	Mantenimiento electromecánico (31A)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	1	36	Moderado
5	Físico	Suelo	Canal Oeste y Red de conducción y distribución del riego	Operación	Mantenimiento de la servidumbre y calibración de caudales (A32)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	1	36	Moderado
6	Físico	Suelo	Canal Oeste y Red de conducción y distribución del riego	Operación	Mantenimiento de la red de riego (A34)	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	1	36	Moderado
7	Físico	Agua y Suelo	Embalse y obras presa	Operación	Mantenimiento (A28)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	1	36	Moderado
8	Físico	Aguas Residuales	Embalse y obras presa	Operación	Mantenimiento (A28)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	1	2	4	2	2	2	2	1	4	1	25	Compatible
9	Físico	Aguas Residuales	Embalse y obras presa	Operación	Presencia (A29)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	4	4	4	2	2	2	2	1	4	4	41	Moderado
10	Físico	Aguas Residuales	Casa de máquinas	Operación	Operación de las oficinas administrativas (A30)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	4	4	4	2	2	2	2	1	4	4	41	Moderado
11	Físico	Aguas Residuales	Casa de máquinas	Operación	Mantenimiento electromecánico (A31)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	1	2	4	2	2	2	2	1	4	1	25	Compatible
12	Físico	Aguas Residuales	Canal Oeste y Red de conducción y distribución del riego	Operación	Mantenimiento de la servidumbre y calibración de caudales (A32)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos	(-)	1	2	4	2	2	2	2	1	4	1	25	Compatible

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	M O	PE	RV	M C	SI	AC	EF	PR	I	
						accidentales de sustancias peligrosas (derrames).													
13	Físico	Agua y Suelo	Canal Oeste y Red de conducción y distribución del riego	Operación	Mantenimiento de la red de riego (A34)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	1	36	Moderado
14	Físico	Aguas Residuales	Canal Oeste y Red de conducción y distribución del riego	Operación	Mantenimiento de la red de riego (A34)	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	(-)	1	2	4	2	2	2	2	1	4	1	25	Compatible
15	Físico	Agua y Suelo	Embalse y obras presa	Operación	Presencia (A29)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	4	39	Moderado
16	Físico	Agua y Suelo	Casa de máquinas	Operación	Operación de las oficinas administrativas (A30)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	4	39	Moderado
17	Físico	Agua y Suelo	Casa de máquinas	Operación	Mantenimiento electromecánico (A31)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	1	36	Moderado
18	Físico	Agua y Suelo	Canal Oeste y Red de conducción y distribución del riego	Operación	Mantenimiento de la servidumbre y calibración de caudales (A32)	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados durante la excavación	(-)	4	2	4	2	2	4	2	1	4	1	36	Moderado
19	Físico	Agua-Escorrentía Superficial	Embalse y obras presa	Operación	Limpieza de sedimentos y control de avenidas (A26)	Alteración del régimen natural del río Piedras debido a desembalses parciales o totales, controlados mediante la operación de compuertas de fondo y/o vertedores.	(-)	12	8	4	1	1	1	4	1	4	2	70	Severo
20	Físico	Agua-Escorrentía Superficial	Embalse y obras presa	Operación	Presencia del Embalse (A29)	Amortiguamiento natural de las avenidas del río Piedras por el efecto del Embalse	(-)	4	4	4	4	1	1	2	1	4	2	39	Moderado
21	Físico	Atmosfera-Clima	Embalse y obras presa	Operación	Presencia del Embalse (A29)	Aumento de la humedad relativa en la zona cercana al Embalse, debido a la evaporación del agua del Embalse.	(-)	1	1	4	4	1	1	2	1	1	4	23	Compatible
22	Biótico	Fauna acuática	Embalse y Obras Presa	Operación	Presencia (A29)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática, variación en el régimen natural de caudales aguas abajo del sitio de presa. Aguas arriba del sitio de presa: eliminación de la continuidad del río, pérdida de la variabilidad genética, modificación de la composición de especies, afectación a especies endémicas y migratorias.	(-)	12	12	8	4	4	8	1	1	4	4	94	Crítico
23	Biótico	Fauna acuática	Casa de máquinas	Operación	Mantenimiento electromecánico (A31)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. /Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. / Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	(-)	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	14	Compatible
24	Biótico	Fauna acuática	Canal Oeste y Red de conducción y distribución del riego y distribución del riego	Operación	Operación de la red de riego (A33)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	(-)	4	1	4	1	1	1	1	4	4	2	32	Moderado
25	Biótico	Fauna acuática	Canal Oeste y Red de conducción y distribución del riego y distribución del riego	Operación	Operación de la red de riego (A32)	Alteración de los ecosistemas acuáticos naturales asociados a la Red de Distribución.	(-)	8	12	2	4	4	8	1	1	4	4	76	Crítico
26	Biótico	Fauna terrestre	Red de conducción y distribución de riego.	Operación	Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A25)	Alteración en conectividad y flujo genético por la presencia del espejo de agua del	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	19	Compatible

	Medio	Factor ambiental	Componente	Etapa	Acción del Proyecto	Impacto	Valoración Importancia de Impactos Ambientales												RESULTADO
							+/-	IN	EX	M O	PE	RV	M C	SI	AC	EF	PR	I	
						Embalse y obras en los bosques riparios de Paacume.													
27	Social	Seguridad vial	Embalse y obras presa Casa de máquinas Canal Oeste y Red de conducción y distribución del riego	Operación	Mantenimiento (A28), Presencia (A29). Operación de las oficinas administrativas (A30), Mantenimiento electromecánico (A31) Mantenimiento de la servidumbre y calibración de caudales (A32), Operación de la red de riego (A33), Mantenimiento de la red de riego (A34).	Aumento en la ocurrencia de accidentes laborales en las instalaciones y obras operativas del Proyecto.	(-)	4	4	2	4	4	4	2	4	4	1	45	Moderado
28	Social	Uso de la tierra: Agroindustria	Canal Oeste y Red de conducción y distribución del riego	Operación	Operación de la red de riego (A33)	Surgimiento de nuevas actividades agropecuarias por el acceso al agua de riego en las comunidades de la red de conducción y distribución de riego.	(+)	4	5	2	4	4	1	2	4	4	2	45	Positivo
29	Social	Uso de la tierra: Agroindustria	Canal Oeste y Red de conducción y distribución del riego	Operación	Operación de la red de riego (A33)	Cambio en el patrón del uso de la tierra en las futuras áreas asociadas a la red de conducción y distribución de riego.	(+)	4	6	4	4	4	4	2	4	1	4	51	Positivo
30	Social	Uso de la tierra	Canal Oeste y red de conducción y distribución de riego.	Operación	Operación de la red de riego (A33)	Disminución del estrés hídrico a mediano y largo plazo del recurso hídrico en la zona de distribución de riego por demanda para consumo humano y producción agrícola.	(+)	4	5	6	4	4	4	4	4	4	4	56	Positivo
31	Social	Uso de la tierra	Canal Oeste y red de conducción y distribución de riego.	Operación	Operación de la red de riego (A33)	Aumento en la disponibilidad de agua en la margen derecha del río Tempisque y oportunidad de promover desarrollo socioeconómico.	(+)	8	5	2	4	4	1	4	4	4	2	59	Positivo
32	Social	Uso de la tierra	Canal Oeste y red de conducción y distribución de riego.	Operación	Operación de la red de riego (A33)	Disminución del uso de agua extraída de los acuíferos y de las fuentes superficiales en la zona de la distribución de riego para actividades agropecuarias.	(+)	4	5	6	4	4	4	2	4	4	4	54	Positivo
33	Social	Percepción local	Canal Oeste y red de conducción y distribución de riego.	Operación	Operación de la red de riego (A33)	Percepción de riesgo de inundación por la operación de los canales en las comunidades de la distribución y conducción de riego.	(-)	8	2	4	2	2	2	2	4	4	4	52	Severo
34	Social	Paisaje	Embalse y obras presa	Operación	Usos sociales (A27)	Aumento del Valor escénico del área Embalse y su entorno.	(+)	4	4	1	4	4	8	4	4	1	4	50	Positivo
35	Social	Paisaje	Embalse y obras presa	Operación	Presencia Embalse (A29)	Incremento del valor escénico o de calidad del paisaje del área Embalse y su entorno.	(+)	8	4	1	4	4	8	4	4	4	1	62	Positivo

6.3 Evaluación de impactos y medidas correctivas

A continuación, se presentan las listas síntesis de impactos según: factor ambiental, género positivo (+) o negativo (-) así como su importancia (I), a saber: moderada, severa y crítica, no fueron considerado los impactos irrelevantes o sea los compatibles con el entorno del proyecto cuya Significancia de Impacto Ambiental (SIA) ≤ 25 puntos.

Los impactos que detallan son los considerados en el Cuadro Pronóstico Plan de Gestión Ambiental (PPGA).

6.3.1 Medio físico

Tabla 6 5. Síntesis de impactos negativos del medio físico

	Ref. PPGA	Impacto Negativo	SIA
Etapa Constructiva			
Moderado	1	Afectación de la calidad del aire por material particulado (polvo), emisiones y ruido.	39
Moderado	2	Afectación de la calidad del aire por olores.	37
Severo	3	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames)	53
Severo	4	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	51
Severo	5	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados	51
Severo	6	Cambio en el paso natural de las aguas de escorrentía por escurrimiento superficial.	53
Moderado	7	Variación en la topografía del terreno por los trabajos de excavación para la construcción de las obras.	43
Moderado	8	Aumento de erosión por la excavación de taludes en el terreno natural.	39
Moderado	9	Impermeabilización del macizo rocoso donde se fundará la presa, cortado el flujo natural de los niveles de agua subsuperficiales.	45
Moderado	10	Degradación de las formas del relieve.	47
Moderado	11	Modificación del lecho del cauce de los ríos y quebradas por construcción de obras en los sitios de paso de quebradas del Canal Oeste.	35
Severo	12	Alteración del régimen natural del río Piedras debido a la disminución del caudal natural del río durante la fase de llenado del Embalse.	59
Etapas de Construcción y Operación			
Severo	60	Aumento de la escorrentía superficial debido al cambio en el uso del suelo y a la compactación. Además, el canal representa una barrera para el flujo normal de la escorrentía superficial.	53
Moderado	61	Cambio en los niveles de agua superficial por la presencia del Embalse, provocando que los niveles de agua que en algunas épocas del año bajen su capacidad o se secan, puedan perdurar por más tiempo.	41
Etapa Operativa			
Moderado	83	Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	41
Moderado	84	Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	39
Moderado	85	Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo	39

	Ref. PPGA	Impacto Negativo	SIA
		inadecuado de los residuos generados.	
Severo	86	Modificación de la morfología del tramo del río Piedras donde se localice el Embalse.	57
Severo	87	Alteración del régimen natural del río Piedras debido a desembalses parciales o totales, controlados mediante la operación de compuertas de fondo y/o vertedores.	70

6.3.2 Medio biótico

Tabla 6 6. Síntesis de impactos negativos del medio biótico

	Ref. PPGA	Impacto Negativo	SIA
Etapas Constructivas			
Severo	13	Alteración de la calidad bioquímica del agua.	68
Severo	14	Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos.	68
Severo	15	Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	68
Moderado	16	Contaminación de ríos y quebradas por hidrocarburos y sustancias químicas peligrosas.	29
Crítico	17	Pérdida de hábitat de aves, mamíferos, anfibios y reptiles por la inundación de la cobertura vegetal reduciendo los sitios de alimentación, refugio y reproducción de las especies presentes en el sitio.	91
Crítico	18	Muerte por ahogamiento durante la fase de llenado.	91
Crítico	19	Reducción de la RBLB por la inundación de 113 ha por el llenado del Embalse.	89
Moderado	20	Afectación a la flora y fauna del bosque maduro ripario de la margen izquierda del río Piedras, por la cercanía de la escombrera 3, debido a que es un ecosistema frágil por su escasez y degradación progresiva con disminución de la variabilidad genética de sus especies y aumento del peligro de extinción.	37
Moderado	21	Reducción del área de charrales e interrupción del proceso de sucesión natural por la construcción de las escombreras e instalaciones temporales correspondientes a las acciones A9 y A12.	34
Severo	22	Aumento del riesgo de lesión y mortalidad de fauna que transita por las rutas de transporte de materiales, maquinaria y traslado de personal para las obras constructivas	55
Moderado	23	Alteración del comportamiento natural de la fauna por la generación de residuos alimenticios que atraen especies silvestres.	30
Moderado	24	Incremento en especies generalistas consideradas plagas como ratas, ratones y mapaches en las áreas cercanas al campamento.	30
Moderado	25	Atracción y mortalidad de insectos por la iluminación artificial.	30
Severo	26	Fragmentación de las áreas de bosque por la apertura de caminos de acceso, tránsito de vehículos y maquinaria y presencia del Canal Oeste.	65
Moderado	27	Eliminación de las capas del suelo puede lesionar la fauna subterránea.	49
Etapas de Construcción y Operación			
Crítico	62	Eliminación de la conectividad del río Piedras.	94
Crítico	63	Disminución de la variabilidad genética de las especies.	94
Crítico	64	Alteración de la diversidad, abundancia y composición de especies.	94
Crítico	65	Cambio del tipo de hábitat lótico por léntico.	94
Crítico	66	Reducción del área de ecosistemas loticos.	94
Crítico	67	Alteración de la abundancia y composición de especies	94

	Ref. PPGA	Impacto Negativo	SIA
Crítico	68	Afectación a especies endémicas.	94
Crítico	69	Interrupción de la continuidad del río.	94
Crítico	70	Reducción de la variabilidad genética.	94
Crítico	71	Alteración de los ecosistemas acuáticos naturales asociados a la Red de Distribución.	76
Moderado	72	Pérdida de hábitat de aves, mamíferos, anfibios y reptiles por la remoción de la cobertura vegetal (bosque ripario, bosque secundario y charrales) reduciendo sitios de alimentación, refugio y reproducción de las especies presentes en el sitio.	47
Moderado	73	Fragmentación de las áreas de bosque por la apertura de caminos de acceso, tránsito de vehículos y maquinaria y presencia de los canales de riego.	30
Severo	74	Reducción del área de bosque maduro ripario por la construcción del acceso al vertedor en la ribera derecha del río Piedras, que es un ecosistema de alta fragilidad por su escasez y degradación progresiva con disminución de la variabilidad genética de sus especies y aumento del peligro de extinción	54
Moderado	75	Afectación al bosque maduro ripario y bosque secundario adyacente a los sitios de las obras de presa y eventual desperdicio por inadecuado aprovechamiento forestal.	42
Crítico	76	Reducción del área de bosque maduro ripario, que es un ecosistema de alta fragilidad, por su escasez y degradación progresiva con disminución de la variabilidad genética de sus especies y aumento del peligro de extinción. Al igual que reducción del área de bosque secundario y la consecuente interrupción del proceso de sucesión natural, debido a la construcción de las Obras Presa y sus accesos, así como el llenado del Embalse.	89
Severo	77	Reducción del área de bosque maduro ripario, que es un ecosistema de alta fragilidad, por su escasez y degradación progresiva con disminución de la variabilidad genética de sus especies y aumento del peligro de extinción, al igual que reducción del área de bosque secundario con la consecuente interrupción del proceso de sucesión natural, asimismo pérdida de conectividad de las franjas de bosque ripario de las riberas de ríos y quebradas, por la remoción de la cobertura vegetal para la construcción de los sifones en ríos y quebradas en los sectores del Canal Oeste y la Red de Distribución.	51
Severo	78	Fragmentación y reducción de conectividad de bosques y flujo genético de flora y fauna por la presencia del espejo de agua del Embalse, debido a la interrupción de pasos de fauna entre los bosques riparios del Río Piedras y zonas boscosas de la región, particularmente la RBLB.	71

Etapa Operativa

Severo	89	Alteración de la calidad bioquímica del agua.	68
Severo	90	Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos.	68
Severo	91	Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	68
Severo	92	Mortalidad de fauna acuática	71
Moderado	93	Alteración de sitios de anidamiento y sobrevivencia de fauna riparia aguas abajo del Embalse debido al aumento del caudal de vertido en maniobras de operación y mantenimiento de Embalse para la limpieza de sedimentos.	30
Crítico	94	Alteración de ciclos reproductivos de peces y crustáceos.	94
Crítico	95	Alteración de sitios de desove de anfibios y reptiles.	94
Severo	96	Fragmentación de las áreas de bosque por la apertura de caminos de acceso, tránsito de vehículos y maquinaria y presencia de los canales de riego.	65

6.3.3 Medio socioeconómico

Tabla 6 7. Síntesis de impactos negativos del medio social

	Ref. PPGA	Impacto Negativo	SIA
Etapas Constructiva			
Severo	28	Alteración del patrimonio arqueológico.	59
Moderado	29	Deterioro de la calidad del paisaje	29
Moderado	30	Modificación del paisaje y calidad escénica.	31
Moderado	31	Deterioro de la calidad del paisaje por labores de desmonte de vegetación.	37
Moderado	32	Deterioro de la calidad del paisaje por escombreras	29
Moderado	33	Alteración de la calidad visual del paisaje.	28
Moderado	34	Degradación de la calidad el paisaje ribertino.	37
Severo	35	Cambio en los patrones y dinámicas socioculturales en las comunidades del área de influencia social por presencia del proyecto.	56
Severo	36	Alteración de la tranquilidad como valor social de las comunidades del área de influencia social.	58
Moderado	37	Alteración de la densidad poblacional en las comunidades por la construcción de las obras de presa, Embalse y campamento.	44
Moderado	38	Aumento en la demanda de infraestructura para el servicio de agua potable, electricidad y telecomunicaciones para la operación del campamento, planteles, construcción de las obras de presa y Embalse.	44
Severo	39	Generación de expectativas comunales frente al proyecto en cuanto los beneficios de infraestructura comunal (solución a problemas asociados a la infraestructura comunal).	62
Moderado	40	Aumento en la demanda de servicios de salud en la zona de Bagaces por la atracción de mano de obra para la construcción del Embalse y presa.	48
Severo	41	Aumento en el riesgo de accidentes y lesiones para los trabajadores de las obras en construcción.	59
Severo	42	Cambio en el uso de la tierra por la inundación del Embalse en sitios que se desarrollan actividades agropecuarias familiares o empresariales.	54
Severo	43	Pérdida de acceso al río Piedras para extracción de agua por parte de propietarios del área de inundación del Embalse.	68
Severo	44	Cambio del uso de la tierra en la RBLB por la necesidad de inundar terreno para el Embalse.	71
Severo	45	Generación de riesgo de accidentes de tránsito a los habitantes de las comunidades aledañas a las obras constructivas de Paacume.	59
Severo	46	Aumento en el riesgo de ocurrencia de accidentes de tránsito dentro del área del proyecto (AP).	65
Severo	47	Aumento en el riesgo de accidentes de tránsito en los sitios de población aledaños a las obras de presa y Embalse.	61
Severo	48	Afectación de la salud de la población de las comunidades presentes en la principal ruta de traslado de maquinaria y equipo por levantamiento de polvo para las obras de presa y Embalse.	56
Moderado	49	Aumento en la demanda de servicios públicos existentes en las comunidades aledañas al campamento.	32
Severo	50	Afectación de la continuidad y calidad del servicio de agua para riego a los usuarios del DRAT por las mejoras y construcción del Canal Oeste.	62
Severo	51	Percepción de pérdida de derechos sobre la tierra por parte de los propietarios con quienes se tramitará el pago de servidumbres para el paso de los canales de conducción y distribución de riego.	66
Severo	52	Afectación de propiedades privadas fragmentadas por la construcción del Embalse, Canal Oeste y la red de conducción y distribución de riego.	72
Moderado	53	Transformación del ambiente natural en el área del Embalse, Canal Oeste y	46

	Ref. PPGA	Impacto Negativo	SIA
		Red de Distribución de riego.	
Severo	54	Aumento de flujo vehicular y maquinaria en los caminos públicos para el acceso a la construcción de obras (presa, Canal Oeste, Red de Distribución de riego).	55
Severo	55	Incremento en la demanda de mano de obra temporal para la construcción del proyecto.	60
Severo	56	Generación de expectativa de las comunidades aledañas al Embalse y actores institucionales de las actividades que se realizarán para el llenado del Embalse.	58
Moderado	57	Percepción de riesgo por el llenado del Embalse.	46
Moderado	58	Presión sobre el uso de la infraestructura comunal por parte de los trabajadores foráneos en las comunidades cercanas a las obras de presas e instalaciones del campamento.	36
Severo	59	Mejoramiento de las condiciones laborales en la zona durante la etapa constructiva de las obras.	58
Etapas de Construcción y Operación			
Severo	79	Generación de expectativas en la población aledaña al Embalse para realizar actividades turísticas en el Embalse.	54
Moderado	80	Percepción de riesgo por la construcción y operación del Embalse y presa en las comunidades aguas abajo.	46
Severo	81	Percepción de riesgo de inundación por la operación de los canales en las comunidades de la distribución y conducción de riego.	52
	82	Incremento en la plusvalía de las propiedades aledañas al desarrollo de las obras.	56
Etapa Operativa			
Moderado	98	Surgimiento de nuevas actividades agropecuarias por el acceso al agua de riego en las comunidades de la red de conducción y distribución de riego.	45
Severo	99	Cambio en el patrón del uso de la tierra en las futuras áreas asociadas a la red de conducción y distribución de riego.	51
Moderado	103	Generación de incertidumbre por parte de los beneficiarios de Paacume en cuanto al cobro tarifario de agua para riego.	37
Moderado	104	Aumento en la ocurrencia de accidentes laborales en las instalaciones y obras operativas del Proyecto.	45

6.3.4 Impactos positivos de Paacume

Tabla 6 8. Impactos positivos de Paacume

Ref. PPGA	Impacto Positivo	SIA
100	Disminución del estrés hídrico a mediano y largo plazo del recurso hídrico en la zona de distribución de riego por demanda para consumo humano y producción agrícola.	56
88	Amortiguamiento natural de las avenidas del río Piedras por el efecto del Embalse.	39
	Mayor disponibilidad de agua y alimento a mediano y largo plazo. debido a la presencia de un cuerpo de agua estable, además del incremento de la humedad en los terrenos aledaños al Embalse, lo cual genera microambientes que pueden propiciar el establecimiento de más especies	71
97	Incremento del valor escénico y calidad del Paisaje regional.	62
101	Aumento en la disponibilidad de agua en la margen derecha del río Tempisque y oportunidad de promover desarrollo	59
102	Disminución del uso de agua extraída de los acuíferos y de las fuentes superficiales en la zona de la distribución de riego para actividades agropecuarias.	54

Ref. PPGA	Impacto Positivo	SIA
98	Surgimiento de nuevas actividades agropecuarias por el acceso al agua de riego en las comunidades de la red de conducción y distribución de riego.	45
59	Mejoramiento de las condiciones laborales en la zona durante la etapa constructiva de las obras.	58
55	Incremento en la demanda de mano de obra temporal para la construcción del proyecto.	60
99	Cambio en el patrón del uso de la tierra en las futuras áreas asociadas a la red de conducción y distribución de riego.	51
	Recuperación y traslado de petroglifos a las oficinas administrativas del proyecto, con el propósito de garantizar su conservación.	49

6.3.5 Análisis de los efectos acumulativos

En la tabla 6 9 y la 6 10 se muestran los impactos ambientales de importancia significativa y que podrían presentar efectos acumulativos durante la etapa constructiva y operativa.

Tabla 6 9. Impactos ambientales determinados como acumulativos para la etapa constructiva

Medio	Factor ambiental	Componente	Impacto	Resultado
Físico	Geomorfología (Relieve)	Embalse	Disminución de la dinámica fluvial en el cauce del río Piedras dentro del AP	Moderado
Físico	Geomorfología (Relieve)	Red de conducción y distribución del riego	Destrucción de la forma del relieve en el área de paso de la red de distribución de riego.	Moderado
Biótico	Fauna acuática	Actividades generales preliminares	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	Moderado
Biótico	Fauna acuática	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática y aislamiento de fauna atrapada sin opción de regresar al cauce del río.	Severo
Biótico	Fauna acuática	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	Severo
Biótico	Fauna acuática	Escombreras	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	Moderado
Biótico	Fauna acuática	Instalaciones temporales (planteles-campamento-oficinas-almacenes)	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	Moderado

Biótico	Fauna acuática	Canal Oeste	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	Severo
Biótico	Fauna acuática	Red de conducción y distribución de riego	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	Severo
Biótico	Flora	Actividades generales preliminares	Reducción del área de bosque secundario e interrupción del proceso de sucesión natural, por la remoción de vegetación para la construcción de caminos de acceso en la zona de influencia de las Obras Presa.	Moderado
Biótico	Flora	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Reducción del área de bosque secundario e interrupción del proceso de sucesión natural, por la remoción de vegetación para la construcción de las Obras Presa.	Moderado
Biótico	Flora	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Reducción del área de bosque secundario e interrupción del proceso de sucesión natural, por la excavación del desvío y conducción del río Piedras.	Moderado
Biótico	Flora	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Alteración de los procesos fisiológicos y reproductivos del bosque secundario por la acumulación de polvo en el follaje, flores y frutos, debido a las obras civiles de Obras Presa	Moderado
Biótico	Flora	Escombreras	Alteración de los procesos fisiológicos y reproductivos del bosque secundario por la acumulación de polvo en el follaje, flores y frutos, debido al acarreo de insumos y materiales, así como escombros para las Obras Presa.	Moderado
Biótico	Flora	Embalse	Reducción del área de bosque secundario e interrupción del proceso de sucesión natural, por la remoción de vegetación y llenado del embalse. Además de fragmentación del bosque y disminución de la conectividad.	Critico
Biótico	Flora	Escombreras	Reducción del área de bosque secundario e interrupción del proceso de sucesión natural, por la remoción de vegetación para los sitios de escombreras e instalaciones temporales.	Moderado
Biótico	Flora	Canal Oeste	Reducción del área de bosque secundario e interrupción del proceso de sucesión natural, por la remoción de vegetación para la construcción del tramo 3 del Canal Oeste.	Severo
Biótico	Fauna terrestre	Obras de presa (presa, vertedor y casa de máquinas)	Aumento del riesgo de lesión y mortalidad de fauna que transita por las rutas de transporte de materiales, maquinaria y traslado de personal para las obras constructivas	Severo
Biótico	Fauna terrestre	Canal Oeste	Eliminación de las capas del suelo puede lesionar la fauna subterránea.	Moderado
Biótico	Fauna terrestre	Red de conducción y distribución de riego	Eliminación de las capas del suelo puede lesionar la fauna subterránea.	Moderado

Biótico	Ecosistemas frágiles	Actividades generales preliminares	Reducción del área de bosque ripario por la construcción de accesos a las Obras Presa, que es un ecosistema muy escaso de alta riqueza ecológica, calificado de alta fragilidad y localizado en uno de los dos sitios donde la franja de este ecosistema es más amplia, lo cual implica una degradación progresiva de este ecosistema con la consecuente disminución de la variabilidad genética de sus especies y aumento del peligro de extinción.	Severo
Biótico	Ecosistemas frágiles	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Reducción del área de bosque ripario por la excavación de Obras Presa, que es un ecosistema muy escaso de alta riqueza ecológica, calificado de alta fragilidad y localizado en uno de los dos sitios donde la franja de este ecosistema es más amplia, lo cual implica una degradación progresiva de este ecosistema con la consecuente disminución de la variabilidad genética de sus especies y aumento del peligro de extinción.	Severo
Biótico	Ecosistemas frágiles	Obras de presa (presa, vertedor y casa de máquinas)	Reducción del área de bosque ripario por la excavación del desvío y conducción del río Piedras, que es un ecosistema muy escaso de alta riqueza ecológica, calificado de alta fragilidad y localizado en uno de los dos sitios donde la franja de este ecosistema es más amplia, lo cual implica una degradación progresiva de este ecosistema con la consecuente disminución de la variabilidad genética de sus especies y aumento del peligro de extinción.	Moderado
Biótico	Ecosistemas frágiles	Obras de presa (presa, vertedor y casa de máquinas)	Alteración de los procesos fisiológicos y reproductivos del bosque ripario por la acumulación de polvo en el follaje, flores y frutos, debido a las obras civiles de Obras Presa, que es un ecosistema muy escaso de alta riqueza ecológica, calificado de alta fragilidad y localizado en uno de los dos sitios donde la franja de este ecosistema es más amplia.	Moderado
Biótico	Ecosistemas frágiles	Obras de presa (presa, vertedor y casa de máquinas).	Alteración de los procesos fisiológicos y reproductivos del bosque ripario por la acumulación de polvo en el follaje, flores y frutos, debido al transporte de insumos y materiales, así como escombros para la construcción de Obras Presa, que es un ecosistema muy escaso de alta riqueza ecológica, calificado de alta fragilidad y localizado en uno de los dos sitios donde la franja de este ecosistema es más amplia.	Moderado
Biótico	Ecosistemas frágiles	Obras de presa (presa, vertedor y casa de máquinas)	Reducción del área de bosque ripario por la remoción de vegetación y llenado del embalse, que es un ecosistema muy escaso de alta riqueza ecológica, calificado de alta fragilidad, implicando la degradación progresiva de este ecosistema con la consecuente disminución de la variabilidad genética de sus especies y aumento del peligro de extinción. Además de fragmentación del bosque y disminución de la conectividad.	Critico

Biótico	Ecosistemas frágiles	Canal Oeste	Reducción del área de bosque ripario por la remoción de vegetación para la construcción de los sifones y pasos de ríos y quebradas del tramo 3 del Canal Oeste, que es un ecosistema muy escaso de alta riqueza ecológica, calificado de alta fragilidad, implicando la degradación progresiva de este ecosistema con la consecuente disminución de la variabilidad genética de sus especies y aumento del peligro de extinción.	Severo
Biótico	Ecosistemas frágiles	Red de conducción y distribución de riego	Reducción del área de bosque ripario por la remoción de vegetación para la construcción de los sifones y pasos de ríos y quebradas del tramo 2 del Canal Oeste, que es un ecosistema muy escaso de alta riqueza ecológica, calificado de alta fragilidad, implicando la degradación progresiva de este ecosistema con la consecuente disminución de la variabilidad genética de sus especies y aumento del peligro de extinción.	Moderado
Biótico	Flora	Red de conducción y distribución del riego	Reducción del área de bosque secundario e interrupción del proceso de sucesión secundaria por la eliminación de vegetación para la construcción de la red de distribución.	Moderado
Físico	Agua Subterránea	Embalse	Cambio en los niveles de agua superficial por la presencia del embalse, provocando que los niveles de agua que en algunas épocas del año bajen su capacidad o se secan, puedan perdurar por más tiempo.	Moderado
Social	Uso de la tierra: Agroindustria	Actividades generales preliminares	Pérdida de acceso al río Piedras para extracción de agua por parte de propietarios del área de inundación del embalse.	Severo
Social	Uso de la tierra: Agroindustria	Actividades generales preliminares	Cambio en el uso de la tierra por la inundación del embalse en sitios que se desarrollan actividades agropecuarias familiares o empresariales.	Severo
Social	Uso de la tierra: Agroindustria	Canal Oeste	Afectación de la continuidad y calidad del servicio de agua para riego a los usuarios del DRAT por las mejoras y construcción del canal oeste.	Severo
Social	Uso de la tierra: Agroindustria	Actividades generales preliminares	Afectación de propiedades privadas fragmentadas por la construcción del embalse, canal oeste y la red de conducción y distribución de riego.	Severo
Social	Área protegida Reserva Biológica Lomas de Barbudal	Actividades generales preliminares	Cambio del uso de la tierra en la Reserva Biológica Lomas Barbudal, por la necesidad de inundar terreno para el embalse.	Severo
Social	Seguridad vial	Instalaciones temporales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes)	Generación de riesgo de accidentes de tránsito a los habitantes de las comunidades aledañas a las obras constructivas de PAACUME.	Severo
Social	Seguridad vial	Actividades generales preliminares	Aumento en el riesgo de ocurrencia de accidentes de tránsito dentro del área del proyecto (AP).	Severo
Social	Seguridad vial	Actividades generales preliminares.	Impacto: Aumento en el riesgo de accidentes de tránsito en los sitios de población aledaños las obras de presa y embalse.	Severo
Social	Demografía/ Densidad poblacional	Obras Presa (presa, vertedor y	Alteración de la densidad poblacional en las comunidades por la construcción de las obras de presa, embalse y campamento.	Moderado

		casas máquinas)		
Social	Demografía/ Densidad poblacional	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento- oficinas- almacenes)	Aumento en la demanda de infraestructura para el servicio de agua potable, electricidad y telecomunicaciones para la operación del campamento, planteles, construcción de las obras de presa y embalse.	Moderado
Social	Calidad de vida/ seguridad/ educación/ salud	Actividades generales preliminares	Cambio en los patrones y dinámicas socioculturales en las comunidades del área de influencia social por presencia del proyecto.	Severo
Social	Calidad de vida/ educación/ salud	Actividades generales preliminares	Alteración de la tranquilidad como valor social de las comunidades del área de influencia social.	Severo
Social	Calidad de vida/ seguridad/ educación/ salud	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Afectación de la salud de la población de las comunidades presentes en la principal ruta de traslado de maquinaria y equipo por levantamiento de polvo para las obras de presa y embalse.	Severo
Social	Calidad de vida/ seguridad/ educación/ salud	Actividades generales preliminares	Aumento de flujo vehicular y maquinaria en los caminos públicos para el acceso a la construcción de obras (presa, canal oeste, red de distribución de riego).	Severo
Social	Salud ocupacional	Actividades generales preliminares	Aumento en el riesgo de accidentes y lesiones para los trabajadores de las obras en construcción.	Severo
Social	Infraestructur a vial	Instalaciones temporales (Planteles- Campamento- oficinas- almacenes)	Presión sobre el uso de la infraestructura comunal por parte de los trabajadores foráneos en las comunidades cercanas a las obras de presas e instalaciones del campamento.	Moderado
Social	Infraestructur a vial	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Generación de expectativas comunales frente al proyecto en cuanto los beneficios de infraestructura comunal (solución a problemas asociados a la infraestructura comunal).	Severo
Social	Percepción local	Canal Oeste y Red de conducción y distribución del riego	Generación de incertidumbre por parte de los beneficiarios de PAACUME en cuanto al cobro tarifario de agua para riego.	Moderado
Social	Percepción local	Actividades generales preliminares	Percepción de pérdida de derechos sobre la tierra por parte de los propietarios con quienes se tramitará el pago de servidumbres para el paso de los canales de conducción y distribución de riego.	Severo
Social	Percepción local	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Transformación del ambiente natural en el área del embalse, canal oeste y red de distribución de riego.	Moderado
Social	Percepción local	Embalse	Generación de expectativa de las comunidades aledañas al embalse y actores institucionales de las actividades que se realizarán para el llenado	Severo

			del embalse.	
Social	Percepción local	Embalse	Percepción de riesgo por el llenado del embalse.	Moderado
Social	Percepción local	Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas)	Percepción de riesgo por la construcción y operación del embalse y presa en las comunidades aguas abajo.	Moderado
Social	Paisaje	Actividades generales preliminares	Deterioro de la Calidad del Paisaje en el sector por operación de la planta de concreto.	Moderado
Social	Patrimonio Arqueológico	Embalse	Alteración del patrimonio arqueológico por llenado de embalse.	Severo
Social	Patrimonio Arqueológico	Canal Oeste	Alteración del patrimonio arqueológico por remoción de la cobertura vegetal en canales.	Moderado
Social	Patrimonio Arqueológico	Canal Oeste	Alteración del patrimonio arqueológico por excavación y relleno de canales.	Moderado
Social	Patrimonio Arqueológico	Red de conducción y distribución de riego	Alteración del patrimonio arqueológico por limpieza del terreno y remoción de vegetación en canales.	Moderado
Social	Patrimonio Arqueológico	Red de conducción y distribución de riego	Alteración del patrimonio arqueológico por excavación y relleno de canales	Moderado
Social	Calidad de vida/ seguridad/ educación/ salud	Embalse	Incremento en la plusvalía de las propiedades aledañas al desarrollo de las obras.	Severo
Social	Uso de la tierra: Turismo	Embalse	Generación de expectativas en la población aledaña al embalse para realizar actividades turísticas en el embalse.	Severo

Tabla 6 10. Impactos ambientales acumulativos determinados para la etapa operativa

Medio	Factor ambiental	Componente	Impacto	Resultado
Biótico	Fauna acuática	Canal Oeste y Red de conducción y distribución del riego y distribución del riego	Alteración de la calidad bioquímica del agua. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. / Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	Moderado
Social	Seguridad vial	Embalse y obras presa	Aumento en la ocurrencia de accidentes laborales en las instalaciones y obras operativas del Proyecto.	Moderado
Social	Percepción local	Canal Oeste y red de conducción y distribución de riego.	Percepción de riesgo de inundación por la operación de los canales en las comunidades de la distribución y conducción de riego.	Severo

El medio acuático en el área del proyecto del Paacume, se caracteriza en general por ofrecer un hábitat muy particular, con condiciones muy variadas de caudal y turbidez, las cuales son regidas por la estacionalidad que caracteriza al Pacífico seco de Guanacaste, ofreciendo condiciones que favorecen una amplia diversidad de micro hábitats, pero a su vez implica períodos con condiciones adversas.

Por esta razón, muchos organismos acuáticos son capaces de soportar condiciones adversas tales como avenidas, que provocan que el caudal y los sedimentos aumenten durante la temporada de lluvias para volver a condiciones normales en las temporadas de transición, donde las aguas claras y caudales moderados son más frecuentes mientras que en el verano, según la localidad geográfica, se dan condiciones muy estables en términos físicos, con aguas calmas y en otras ocasiones muy adversas debido al sobrecalentamiento y drásticas disminuciones del nivel del agua. Todas estas circunstancias adversas y positivas hacen que los organismos que utilizan estos hábitats tengan adaptaciones especiales, sin embargo, cuando por medios externos se varía la frecuencia y la intensidad de estos acontecimientos y se presentan efectos crónicos en la contaminación por químicos o sedimentos, se producirá un impacto adverso sobre estas poblaciones.

Para este proyecto, estos impactos se podrían de manera crónica en el tema de aporte de lodos y de manera fortuita por derrame de sustancias peligrosas, sin embargo, si se aplican medidas preventivas adecuadas a cada frente de trabajo se podría evitar esta situación.

Por lo tanto, debido al tipo de obras que se llevarán a cabo en el Paacume, tales como obras de construcción para el Embalse, canales, caminos y planteles, se determinó que se podrían producir impactos acumulativos a la fauna acuática provocados en general por el aporte de lodos al agua, por accidentes en la manipulación de hidrocarburos y sustancias químicas peligrosas, los cuales en primera instancia afectarían de forma directa a todos los individuos acuáticos en los procesos respiratorios por abrasión y obstrucción de branquias, disminución de las defensas

inmunológicas, mortalidad de huevos, larvas así como cambios en la diversidad y composición de especies.

Para cada uno de los impactos acumulativos relacionados con las acciones de las obras de construcción se generaron medidas de prevención, las cuales si son llevadas a cabo íntegramente en todos los frentes de trabajo serán suficientes para detener el efecto acumulativo y mitigar sustancialmente los efectos producidos por los posibles impactos identificados.

Para el caso de la pérdida de cobertura boscosa por la construcción de las obras, se han determinado una serie de medidas detalladas en el PPGA para compensar y mitigar de manera adecuada el impacto.

En el tema social, para el componente arqueológico se han definido una serie de acciones y procedimientos para mitigar la afectación al patrimonio arqueológico definido en el PPGA.

El contexto social del área se caracteriza por una generalizada percepción de la necesidad de realizar acciones para el mejoramiento de las condiciones ambientales y sociales en la región, donde el recurso hídrico es una variable estratégica. Aunque el proyecto es una necesidad, el objetivo es que se desarrolle de la manera más responsable posible por lo que se definieron en el PPGA diferentes acciones y planes para llevar a cabo el proceso de relacionamiento con los diferentes actores de interés y la atención de los impactos determinados.

6.3.5.1 Análisis de los efectos sinérgicos de otros proyectos en construcción y operación

Como resultado del reconocimiento del área y de trabajos de campo en el área de influencia del Proyecto, en la zona se encuentra en operación el DRAT que es operado por el mismo desarrollador: Senara, como se explica en la descripción del proyecto la construcción de Paacume contribuye a la optimización y mejora del servicio que se brinda actualmente a los usuarios del DRAT además de los beneficios en la margen derecha del río Tempisque.

Por la zona tan extensa donde se desarrollará Paacume, es posible además encontrar grandes plantaciones de arroz y caña de azúcar de las empresas Pelón de la Bajura y Catsa.

En la margen derecha del río Tempisque, Paacume igualmente se encuentran grandes extensiones de plantaciones agrícolas y ganadería. El objetivo es que el Proyecto contribuya al desarrollo de la zona; sin embargo, como seguimiento a posibles alteraciones de los cuerpos de agua el Desarrollador deberá implementar análisis de calidad de agua como se especifica en el PPGA.

Así mismo, para la construcción de las obras será necesaria la corta de árboles y por ende la reducción del área de bosque maduro ribereño y de bosque secundario, así como la pérdida de hábitat y de sitios de alimentación, refugio y reproducción de la fauna silvestre. Sin embargo, dentro de las acciones y medidas contempladas se definieron una serie de medidas de control ambiental para mitigar y compensar el impacto; principalmente por la construcción del Embalse y obra de presa.

6.3.6 Síntesis de la evaluación de impactos ambientales

Como se observa en las tablas 6 9 y 6 10, se ha determinado que el proyecto presentará impactos moderados, severos y críticos.

Los impactos críticos se vislumbran para el medio biótico principalmente respecto la fauna acuática y por la reducción del área de bosque maduro ripario, por ser un ecosistema de alta fragilidad y por ende la pérdida de hábitat de aves, mamíferos, anfibios y reptiles por la inundación de la cobertura vegetal reduciendo los sitios de alimentación, refugio y reproducción de las especies presentes en el sitio.

Los impactos determinados como críticos son generados principalmente por la construcción de las obras de la presa y el llenado del Embalse. Sin embargo, las medidas de control ambiental propuestas están dirigidas a la compensación de estos impactos críticos ocasionados por el área requerida para el Embalse de almacenamiento para llevar agua a la margen derecha del río Tempisque.

Así mismo la construcción y operación del Paacume, también genera importantes impactos positivos en el área de influencia y la región de Guanacaste. En el caso del sector de Bagaces con la construcción del Embalse y la presa y el cambio paisajístico del área es posible generar un mayor atractivo turístico en la zona, como una oportunidad para el desarrollo de nuevas actividades socioeconómicas, así como el incremento del área de humedal para atracción de fauna.

En la margen derecha del río Tempisque la reactivación y el impulso para el desarrollo socioeconómico de la zona con la oportunidad del beneficio del riego para actividades agrícolas con un caudal disponible de 16,5 m³/s, agua potable un caudal de 2,0 m³/s y para aprovechamiento en riego turístico un caudal de 1,5 m³/s.

6.4 Pronóstico del plan de gestión ambiental (PPGA)

6.4.1 Organización del proyecto y ejecutor de las medidas

El presente proyecto posee impactos en su mayoría con un SIA que se ubica dentro un rango 26 y 75 puntos, son pocos los impactos que se ubican en el rango de críticos a excepción de los provocados en el factor biótico que se circunscriben en la variable de fauna acuática.

De las acciones del proyecto señaladas en la Tabla 6 3 y la Tabla 6 4 de la matriz interactiva causa / efecto, la acción provocada por el proyecto que posee la mayor interacción con el medio es la construcción y mejora de los accesos, lo que es de esperar que se manifieste de manera más crítica durante la etapa constructiva de PAACUME, ya que el área de trabajo es muy amplia y principalmente por las obras de la presa, las cuales causarán un mayor impacto.

El plan de gestión ambiental definido comprende un buen número de las medidas ambientales que giran sobre los encadenamientos provocados por esta acción de la fase constructiva de PAACUME.

Para el proyecto PAACUME, se establece como desarrollador tanto de la fase constructiva como de la fase operativa al SENARA, tal y como se describe en el Cuadro N° 3.1. Información del Desarrollador del Proyecto de la página 1 del EsIA.

Los responsables de ejecución de las medidas ambientales indicadas en el cuadro del P-PGA serán los siguientes:

Tabla 6 11. Profesionales responsables de la ejecución de las medidas ambientales

Tipo de medida	Responsable	Etapas
Medio Físico	Ingeniero Civil	Constructiva
Medio Biótico	Biólogo, Ingeniero Forestal y Gestor Ambiental	Constructiva, Operativa
Medio Social	Sociólogo y Arqueólogo	Constructiva, Operativa

6.4.2 Pronóstico - Plan de Gestión Ambiental

Los impactos que conforman el Pronóstico Plan de Gestión Ambiental (PPGA) (Tabla 5 12) están divididos según el medio del entorno (Físico - Biótico - Social). El número de impactos finales sobre los que establecieron las medidas ambientales respectivas según el medio es el siguiente: 20 para el medio físico, 40 para el medio biótico y 44 en el medio social; para un total de 104 impactos. En costo de la implementación del PPGA-Paacume, suma un monto de US\$ 9.021.934,00 (nueve millones veintiún mil novecientos treinta y cuatro dólares).

En la columna Responsable, se le asigna en la estructura organizativa en las diferentes fases del desarrollo de un proyecto, a saber, constructor en el caso de la o las empresas constructoras que le brinden los servicios al desarrollador, desarrollador (Senara) y al responsable ambiental que se asigne.

En la Tabla 6 12 se incluyen los siguientes temas por medida ambiental: 1) Acción del proyecto que genera el impacto, 2) Factor ambiental, 3) Impacto ambiental, 4) Regulación ambiental, 5) Medida ambiental, 6) Cronograma de ejecución, 7) Costo de la medida, 8) Responsable, 9) Indicadores de desempeño y 10) Síntesis del compromiso ambiental.

El PPGA está diseñado de acuerdo a lo establecido en la legislación; sin embargo, es importante señalar que para facilitar la ejecución del mismo se dividió en tres momentos; a saber: etapa de construcción, etapa construcción y operación, etapa operación.

Se incluye la etapa construcción y operación por la razón de que las medidas ambientales determinadas inician su aplicación en la etapa de construcción, pero se deben continuar hasta la operación del proyecto. En la columna “Acción del proyecto que genera el impacto” aparecen las diferentes acciones determinadas por el equipo técnico que elaboró el estudio (tabla 6 12).

Tabla 6 12. Pronóstico Plan de Gestión Ambiental - Paacume

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
ETAPA CONSTRUCTIVA									
MEDIO FÍSICO									
Actividades generales: Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2) Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas): Excavación para la construcción de ataguía, contraataguía y presa (A3) Excavación para la construcción del desvío y conducción (A4) Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción, toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5) Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (A6) Escombreras (2): Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes (A9) Transporte y manejo de escombros (A10) Cierre técnico (A11) Instalaciones temporales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes): Remoción de la cobertura vegetal y preparación del sitio (A12) Construcción de obra civil (A13) Operación del campamento, almacenes y planteles (A14) Canal Oeste tramo III: Remoción de la cobertura vegetal (A18) Excavación y relleno (A19) Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20) Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21)	Aire (calidad)	1. Afectación de la calidad del aire por material particulado (polvo), emisiones y ruido.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley °5395, Ley General de Salud Reglamento 39951-S. Reglamento de Calidad del Aire para Contaminantes Criterio Decreto N°39704-S, Norma para Mitigar las molestias y riesgos a la salud de las personas por el polvo producido por la construcción de las obras, tanto privadas como públicas Resolución N° 479-2014. Guía Ambiental de Construcción SETENA	1.Garantizar el buen estado y el mantenimiento de la maquinaria mediante las siguientes acciones: - Poseer al día los permisos de Riteve y el marchamo. -Exigir y realizar el buen mantenimiento de filtros y muflas de la maquinaria y equipo pesado. -Monitorear la maquinaria, no permitir la circulación de equipo que no cumpla con las condiciones de marchamo, filtros, emanaciones, ruido, etc. -Controlar las emisiones atmosféricas generadas por la maquinaria y los equipos que están exentos de la revisión técnica, tales como la maquinaria rodante de construcción (retroexcavadoras, montacargas, plantas eléctricas, entre otros) y otros equipos (taladros, motosierras). Asimismo, adoptar las acciones correctivas del caso, cuando así se requiera. Dicho control implica la evaluación de las emisiones y los ajustes necesarios.	Durante la etapa constructiva	Asociado al proyecto	Constructor: Ingeniero de la obra Regente ambiental y equipo de Gestión Ambiental de la obra.	Registros de mantenimiento de maquinaria y equipo Frecuencia de monitoreo: mensual. Plan de mantenimiento a toda la maquinaria y equipo del proyecto. Frecuencia del monitoreo mensual. Informes trimestrales de muestreo de la calidad del aire.	Control de las emisiones de gases, material particulado y ruido de las actividades constructivas del proyecto
				2. Controlar el polvo mediante sistemas de riego. Favorecer el uso de agua residual tratada, cumpliendo con lo establecido a nivel nacional.				Sistema de reuso de aguas residuales tratadas.	
				3. Mantener humedecidas las rutas de acceso al proyecto que sean de lastre o tierra, así como áreas expuestas, sin cobertura vegetal.				Informes semanales de inspección ambiental.	
				4. Mantener cubiertos el apilamiento de materiales sueltos (suelos, agregados, otros).				Informes regenciales.	
				5. Mantenimiento de las áreas de cobertura vegetal para que sirva como barrera que impida la generación de polvo.					

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Red de conducción y distribución del riego: Limpieza del terreno, remoción de vegetación (A22) Excavación y relleno (A23) Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A24) Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25)				6. Utilizar geotextil en áreas de trabajo que se mantengan sin cobertura vegetal.					
				7. Revegetar lo antes posible las áreas sin cobertura vegetal.					
				8. Para el movimiento de tierras y escombros, se debe utilizar vehículos con lona.					
				9. Prohibir la quema de todo tipo de residuos y desechos.					
				10. Elaborar un protocolo de uso y operación de equipo y maquinaria donde se prohíba el uso de las bocinas de la maquinaria y equipo en las áreas de influencia del proyecto, a menos que sea estrictamente necesario.				Protocolo de uso y operación de equipo y maquinaria.	
				11. Implementar un programa de monitoreo periódico de ruido en el área de proyecto y área de influencia directa, de modo que no se sobrepase con los niveles permisibles definidos en la legislación correspondiente. Los sitios que sobrepasen los niveles permitidos se deben confinar o aislar del resto de las actividades.				Programa de monitoreo de ruido. Frecuencia de los informes: mensuales en los puntos críticos identificados por el encargado ambiental del proyecto.	
				12. Restringir realizar actividades constructivas en horario nocturno en sitios poblados.					
				13. Favorecer la utilización de sistemas de producción de concretos móviles.				Cantidad de concreto producido con sistemas móviles en relación al producido por sistemas fijos.	
Instalaciones temporales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes): Centro de Producción de concreto (A15) Operación de la planta concreto (A16)				14. Asegurar el uso y mantenimiento de filtros eficientes para retener el material particulado de las plantas de concreto.				Bitácora ambiental.	
				15. Realizar muestreos periódicos de la calidad del aire en plantas de concreto y en sitios definidos por el Regente Ambiental.				Informes trimestrales de los muestreos de calidad de aire.	
Instalaciones temporales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes) Operación del campamento, almacenes y planteles(A14)	Aire (calidad)	2. Afectación de la calidad del aire por olores.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley °5395, Ley General de Salud	1. Mantener un control de las actividades que puedan emanar olores y que perjudiquen la estabilidad del entorno, tales como planta de tratamiento, sistemas de tratamiento, manejo	Durante la etapa constructiva	Asociado al proyecto	Contratista Responsable ambiental y equipo de Gestión Ambiental de la	Informe con el detalle de la técnica(s) implementa(s) para control de olores en planta de tratamiento, manejo de residuos orgánicos. Frecuencia del	Control de los olores generados

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
				de residuos orgánicos.			obra.	informe: mensual.	
Actividades generales Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2) Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas) Excavación para la construcción de ataguía, contraataguía y presa (A3) Excavación para la construcción del desvío y conducción (A4) Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5) Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (A6) Escombreras (2) Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes (A9) Transporte y manejo de escombros (A10) Cierre técnico (A11) Instalaciones temporales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes) Remoción de la cobertura vegetal y preparación del sitio (A12) Construcción de obra civil (A13) Operación del campamento, almacenes y planteles y manejo de residuos (A14) Centro de Producción de concreto (F7/A15) Operación de la planta concreto (A16) Cierre técnico (A17) Canal Oeste tramo III Remoción de la cobertura vegetal (A18) Excavación y relleno (A19) Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20)	Agua -Aguas Residuales	3. Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y depósito de sedimentos, vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames)	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley °5395, Ley General de Salud Decreto Ejecutivo N°39887-S-MINAE, Reglamento de aprobación de sistemas de tratamiento de aguas residuales Decreto Ejecutivo N° 33601, Reglamento de vertido y reuso de aguas residuales Decreto Ejecutivo N°34431, Reglamento del Canon Ambiental por vertidos Decreto Ejecutivo N° 33903 Reglamento para la Evaluación y Clasificación Calidad Agua Superficial Decreto Ejecutivo N° 39316-S, Reglamento para el Manejo y Disposición Final de Lodos y Biosólidos	1. Diseñar, implementar y mantener un sistema de lavado de llantas de todos los vehículos (incluye maquinaria y equipos) que salgan de la obra, que permita recircular el agua utilizada en el proceso de lavado. Evitar usar agua potable en esta actividad.	Durante la etapa constructiva	Asociado al proyecto	Contratista: Ingeniero de la obra Regente ambiental Equipo de Gestión Ambiental de la obra	Sistema de recirculación de aguas del lavado de vehículos implementado.	Prevención de la contaminación del medio por la generación de aguas residuales
				2. Implementar un sistema de captación de aguas tratadas o agua de lluvia para riego de áreas verdes u otro, cumpliendo con la legislación nacional.		Asociado al proyecto		Informe semanal de la verificación de uso de sistema de captación de aguas.	
				3. Diseñar, implementar y mantener sistemas de recirculación de agua residual tratada de la planta de concreto con el fin de evitar la descarga de aguas.		Asociado al proyecto		Sistema de recirculación de aguas de planta de concreto implementado. Registro mensual de mantenimiento del sistema.	
				4. Diseñar, implementar y mantener un sistema de canalización de aguas de escorrentía y trampas de sedimentos.		Asociado al proyecto		Sistema de canalización de aguas de escorrentía y trampas de sedimentos implementado. Registro semanal de verificación de uso y mantenimiento del sistema.	
				5. Recolectar y manejar separadamente las aguas residuales de tipo ordinario, de tipo especial, aguas de escorrentía y pluviales, mediante sistemas de tratamiento avalados por el Ministerio de Salud.		Asociado al proyecto		Informes semanales de inspección ambiental. Informes regenciales.	
				6. Implementar y mantener sistemas de tratamiento de aguas residuales, avalados por el Ministerio de Salud.		Asociado al proyecto		Sistema de tratamiento de aguas residuales implementado. Permiso de ubicación de la Planta de Tratamiento de aguas residuales ordinarias y especiales.	
				7. Instalar barreras que impidan el arrastre de materiales de construcción y sobrantes, por escorrentía. Mantener la limpieza y buen funcionamiento de las mismas.		Asociado al proyecto		Informe semanal de inspección ambiental. Informes regenciales. Registro semanal de mantenimiento del sistema.	
				8. Mantenimiento (predictivo, preventivo y correctivo) periódico de vehículos, maquinaria y				Registro de mantenimiento por cada vehículo, maquinaria y equipo.	

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21) Red de conducción y distribución del riego Limpieza del terreno, remoción de vegetación (A22) Excavación y relleno (A23) Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A24) Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25)				equipo del proyecto. Implementar un plan de mantenimiento.				Frecuencia: mensual.	
				9. Para el caso de maquinaria alquilada, se debe garantizar mediante registros solicitados al contratista el plan de mantenimiento (predictivo, preventivo y correctivo) de su equipo				Registro de mantenimiento por cada vehículo, maquinaria y equipo. Frecuencia: mensual.	
				10. Establecer y actualizar un protocolo de atención de derrames para todo el personal de la obra. Capacitar al personal.				Protocolo implementado en el área del proyecto, al inicio de las actividades constructivas.	
				11. Exigir a los contratistas la atención y manejo adecuado de los derrames producto de sus actividades en el proyecto. El personal que participará en la obra debe estar capacitada.				Registro anual de capacitaciones.	
				12. Implementar un programa de monitoreo de vertido y reuso de aguas residuales conforme lo establece la legislación nacional.				Nota de solicitud al contratista / Cláusula del contrato donde se exige la atención y manejo de derrames. Registro anual de capacitaciones del contratista.	
Actividades generales Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2) Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas) Excavación para la construcción de ataguía, contraataguía y presa (A3) Excavación para la construcción del desvío y conducción (A4) Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5)	Suelo	4. Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley °5395, Ley General de Salud Ley N° 7779, Uso, manejo y conservación de suelos Ley N° 8839, Ley gestión integral de residuos Decreto Ejecutivo N°377557, Reglamento sobre Valores Guía en Suelos para descontaminación de Sitios	1. Realizar el mantenimiento (predictivo, preventivo y correctivo) periódico de vehículos, maquinaria y equipo del proyecto. Se debe llevar registro de un plan de mantenimiento.	Durante la etapa constructiva	Asociado al proyecto	Ingeniero de la obra Responsable ambiental y equipo de Gestión Ambiental de la obra	Plan de mantenimiento de la maquinaria y equipo. Frecuencia de monitoreo: mensual Registros del mantenimiento realizado a cada equipo. Frecuencia: mensual.	Control de la contaminación del suelo por vertidos (derrames y aguas residuales) y depósito de residuos
				2. Exigir a los contrastas de maquinaria alquilada el mantenimiento (predictivo, preventivo y correctivo) de los equipos. Se debe garantizar mediante registros solicitados al contratista el plan de		Constructo r		Plan de mantenimiento de la maquinaria y equipo. Frecuencia de monitoreo: mensual	

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental										
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental	
Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (A6) Escombreras (2) Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes (A9) Transporte y manejo de escombros (A10) Cierre técnico (A11) Instalaciones temporales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes) Remoción de la cobertura vegetal y preparación del sitio (A12) Construcción de obra civil (A13) Operación del campamento, almacenes y planteles y manejo de residuos (A14) Centro de Producción de concreto (A15) Canal Oeste tramo III Remoción de la cobertura vegetal (A18) Excavación y relleno (A19) Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20) Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21) Red de conducción y distribución del riego: Limpieza del terreno, remoción de vegetación (A22) Excavación y relleno (A23) Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A24) Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25)			Afectados por Emergencias Ambientales y Derrames	mantenimiento del mismo.						
			Decreto Ejecutivo N°39887-S-MINAE, Reglamento de aprobación de sistemas de tratamiento de aguas residuales	3.Implementar un protocolo de manejo de sustancias peligrosas, el cual debe incluir acciones en manipulación, almacenamiento, transporte, distribución y suministro de productos tales como combustibles, pinturas, aditivos de concreto, etc., en conformidad a lo establecido en la legislación		Asociado al proyecto				Protocolo de manejo de sustancias peligrosas.
			Decreto Ejecutivo N° 33601, Reglamento de vertido y reuso de aguas residuales	4. Implementar y mantener un sistema de almacenamiento y autoconsumo de combustibles conforme lo establece la legislación respectiva.						Sistema de almacenamiento y autoconsumo de combustibles implementado.
			Decreto Ejecutivo N°34431, Reglamento del Canon Ambiental por vertidos.	5. Usar recipientes certificados para el almacenamiento de sustancias peligrosas. Todo recipiente debe estar rotulado de acuerdo al sistema globalmente armonizado.						Informes semanales de inspección ambiental. Informes regenciales. Cantidad total de recipientes certificados para almacenamiento de sustancias peligrosas y rotulados en relación al total de sustancias peligrosas almacenadas.
				6. Implementar áreas para el almacenamiento de sustancias peligrosas de acuerdo a requerimientos de la legislación nacional vigente.						Cantidad de Área(s) adecuada(s) para almacenar sustancias peligrosas en relación a las áreas requeridas.
				7. Capacitar al personal en manejo de sustancias peligrosas.						Registro anual de charlas/capacitaciones impartidas. Listas de asistencia.
				8. Contar con un protocolo para atención de derrames. Capacitar al personal.						Protocolo de atención de derrames implementado en el proyecto al inicio de las obras constructivas. Frecuencia de capacitaciones anual.
				9. Equipar a los frentes de trabajo con insumos para la contención y atención de derrames.		\$10,000				Informes mensuales de inspección ambiental. Informes regenciales.
				10. Disponer de cabinas sanitarias para los trabajadores.		Asociado al proyecto				Una cabina sanitaria para cada 20 trabajadores y cuando sean más de cien por cada 25 trabajadores una adicional.
				11. Disponer de infraestructura y materiales para la separación de		\$8,000				Informes semanales de inspección ambiental.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
				los residuos desde la fuente.		Asociado al proyecto		Informes regenciales.	
				12. Nombrar un encargado para la gestión de residuos durante la operación de la etapa constructiva y cierre de la misma.				Sitios establecidos para separación selectiva en la fuente.	
				13. Capacitar al personal en manejo de residuos.				Evidencia del nombramiento del funcionario.	
				14. Implementar un Programa de Gestión de Residuos.				Registro anual de charlas/capacitaciones impartidas.	
				15. Contar con áreas de almacenamiento temporal de residuos ordinarios, especiales y peligrosos conforme las disposiciones de la legislación nacional.				Listas de asistencia.	
				16. Gestionar los residuos únicamente con gestores autorizados.				Programa de Gestión de Residuos Implementado en el proyecto al inicio de las actividades constructivas.	
				17. Mantener un registro actualizado del manejo de residuos en el proyecto que incluya tipo, cantidades, embalaje, almacenamiento, transporte, disposición final.				Cantidad de áreas de almacenamiento establecidas en relación a las áreas requeridas.	
				18. Cumplir con lo establecido en la legislación nacional en materia de rotulación, separación de residuos, registros de residuos.				Registro mensual actualizado de residuos.	
				19. No usar productos altamente peligrosos o bien prohibidos a nivel nacional para el control de malezas o remoción de coberturas.				Registro mensual actualizado de residuos.	
				20. Se prohíbe el vertido de aguas residuales al suelo.				Informes mensuales de inspección ambiental.	
Actividades generales Ampliación y construcción de caminos de acceso (F13/A2) Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas) Excavación para la construcción de ataguía, contraataguía y presa (F13/A3)	Agua-Suelo	5. Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley N° 8839, Ley para la gestión integral de residuos Decreto Ejecutivo N°37567, Reglamento para la Gestión Integral de Residuos	1. Incluir cláusulas de responsabilidad extendida del productor, así como cláusulas ambientales en los procesos de adquisición de materiales o servicios para la fase constructiva.	Durante la etapa constructiva	Asociado al proyecto	Ingeniero de la obra Responsable ambiental Equipo de Gestión Ambiental de la obra	Cantidad de contratos con cláusulas ambientales incluidas en procesos de adquisición de productos y servicios en relación al total de contratos realizados.	Gestionar de forma adecuada los residuos producidos por la construcción del proyecto
				2. Implementar la rotación de los productos peligrosos				Plan semestral de rotación de inventarios en	

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Excavación para la construcción del desvío y conducción (F13/A4) Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (F13/A5) Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (F13/A6) Montaje electromecánico de compuertas y equipos de generación (F13/A7) Escombreras (2) Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes (F13/A9) Transporte y manejo de escombros (F13/A10) Instalaciones temporales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes) Cierre técnico (F13/A11) Remoción de la cobertura vegetal y preparación del sitio (F13/A12) Construcción de obra civil (F13/A13) Operación del campamento, almacenes y planteles y manejo de residuos (F13/A14) Centro de Producción de concreto (F13/A15) Operación de la planta concreto (F13/A16) Cierre técnico (F13/A17) Canal Oeste tramo III Remoción de la cobertura vegetal (F13/A18) Excavación y relleno (F13/A19) Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (F13/A20) Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (F13/A21) Red de conducción y distribución del riego Limpieza del terreno, remoción de vegetación (F13/A22)			Decreto Ejecutivo N°36093-S, Reglamento sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios	almacenados para evitar su vencimiento.				almacenes.	
			Decreto Ejecutivo N°38272-S, Reglamento para la declaratoria de residuos de manejo especial	3. Implementar y mantener actualizado un Programa de Gestión de Residuos.				Programa de Gestión de Residuos actualizado al iniciar las actividades constructivas del proyecto.	
				4. Implementar prácticas de bajo consumo/ahorro de agua como rotulaciones informativas, dispositivos de ahorro, entre otros.				Informes semanales de inspección ambiental.	
				5. Uso de materias primas ecoeficientes/amigables con el ambiente.				Informes regenciales.	
			Decreto Ejecutivo N°21297, Reglamento para el Manejo de Lodos Procedentes de Tanques Sépticos	6. Fomentar la reutilización de materiales y reducción de residuos.				Cantidad de materias primas ecoeficientes/amigables con el ambiente usadas mensualmente.	
			Decreto Ejecutivo N°37788-S-MINAE, Reglamento General para la Clasificación y Manejo de Residuos Peligrosos	7. Capacitar en manejo de residuos a todo el personal desde el inicio de las actividades hasta la finalización de las obras constructivas del proyecto.				Cantidad de acciones de reutilización y reducción de residuos implementadas trimestralmente.	
			Decreto Ejecutivo N°27001 Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos Industriales	8. Implementar infraestructura para la adecuada separación de los residuos desde la fuente.				Registro anual de charlas/capacitaciones impartidas.	
				Decreto Ejecutivo N°27002-MINAE Reglamento prueba toxicidad desechos al ambiente					
			Decreto Ejecutivo N°27008, Reglamento para transporte de productos peligrosos						
				Decreto Ejecutivo N°28930, Manejo de productos peligrosos					
Decreto Ejecutivo N°35933, Reglamento para la gestión integral de residuos electrónicos		Cantidad de sitios establecidos para separación selectiva en la fuente en relación a los frentes activos.							
		Decreto Ejecutivo N°377557, Reglamento sobre Valores Guía en Suelos para descontaminación de Sitios Afectados por Emergencias Ambientales y Derrames			Informes semanales de inspección ambiental.				
Decreto Ejecutivo N°31545-S, Reglamento de aprobación y operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales						Informes regenciales.			
		10. Nombrar un encargado para la gestión de residuos durante la operación de la etapa		Informes regenciales.					

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Excavación y relleno (F13/A23) Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (F13/A24) Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (F13/A25)			Decreto Ejecutivo N° 33601, Reglamento de vertido y reuso de aguas residuales Decreto Ejecutivo N° 34431, Reglamento del Canon Ambiental por vertidos	constructiva y cierre de la misma.		Costo de la mano de obra para la de la gestión de residuos \$216 000			
				11. Establecer áreas de almacenamiento temporal de residuos ordinarios, especiales y peligrosos conforme las disposiciones de la legislación nacional tanto en frentes de obra como uno principal para el proyecto.				Cantidad de áreas definidas y establecidas para el almacenamiento temporal de los residuos en relación a la cantidad de áreas requeridas por el proyecto de acuerdo al gestor ambiental.	
				12. Cumplir con lo establecido en la legislación al momento de transportar sustancias o residuos peligrosos: permisos del MOPT (sustancias peligrosas) y gestión ante el SIGREP (residuos).				Informes semanales de inspección ambiental. Informes regenciales.	
				13. Enviar a relleno sanitario autorizado por el Ministerio de Salud solo los residuos que son estrictamente necesarios.				Registro trimestral actualizado de residuos.	
				14. Mantener un registro actualizado del manejo de residuos en el proyecto que incluya tipo, cantidades, embalaje, almacenamiento, transporte, disposición final.				Registro trimestral actualizado de residuos.	
				15. Implementar protocolos para el transporte, acarreo, distribución y suministro de productos peligrosos tales como combustibles, en conformidad a lo establecido en la legislación.				Protocolo implementado en el área del proyecto, al inicio de las actividades constructivas. Frecuencia de monitoreo: mensual.	
				17. Contar con un protocolo para atención de derrames y capacitar al personal para su implementación.				Protocolo implementado en el área del proyecto, al inicio de las actividades constructivas. Frecuencia de monitoreo: mensual.	
				16. Utilizar productos amigables con el ambiente para el mantenimiento de zonas verdes y de las edificaciones temporales y permanentes.				Informes mensuales de inspección ambiental. Informes de regencia. Porcentaje de productos amigables usados anualmente para mantenimiento de zonas verdes y limpieza de edificios del total utilizados.	
Actividades generales Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2) Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas) Excavación para la construcción del desvío y	Agua	6. Cambio en el paso natural de las aguas de escorrentía por escurrimiento superficial.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Resolución N° 479-2014. Guía Ambiental de Construcción SETENA	1. Realizar manejo de aguas, mediante zanjas y pasos de alcantarilla en los diferentes frentes de trabajo principalmente en las obras de la presa, caminos de acceso y las escombreras.	Etapas de construcción.	Costo asociado al Proyecto.	Constructor: Ingeniero de la obra. Regente Ambiental.	Bitácora de la obra, frecuencia semanal de verificación de obras de manejo. Informe de regencia ambiental.	Mitigar el impacto del escurrimiento superficial por la construcción de las obras.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
conducción (A4) Escombreras Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes(A9)									
Actividades generales Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2) Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas) Excavación para la construcción del desvío y conducción (A4) Obras civiles (torre de compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa de máquinas) (A5) Escombreras Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes(A9) Canal Oeste tramo III Remoción de la cobertura vegetal (A18) Excavación y relleno (A19) Red de conducción y distribución del riego Limpieza del terreno, remoción de vegetación (A22) Excavación y relleno (A23)	Suelo	7. Variación en la topografía del terreno por los trabajos de excavación para la construcción de las obras.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779 y su reglamento N° 29375 Resolución N° 479-2014. Guía Ambiental de Construcción SETENA	1. Diseñar las excavaciones de manera que se asegure su estabilidad de los taludes.	Etapas de construcción.	Costo asociado al Proyecto.	Constructor: Ingeniero de la obra. Regente Ambiental.	Informe con diseño de taludes para las obras de presa una única vez.	Mitigar el impacto de la geomorfología de la zona.
Actividades generales Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2) Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas) Excavación para la construcción del desvío y conducción (A4) Obras civiles (torre de compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa de máquinas) (A5)	Suelo	8. Aumento de erosión por la excavación de taludes en el terreno natural.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779 y su reglamento N° 29375 Resolución N° 479-2014. Guía Ambiental de Construcción SETENA Ley de Construcciones. N° 833	1. Implementar acciones para la estabilización de taludes, como concreto lazado que cubra los taludes donde se requiera de acuerdo a las recomendaciones geotécnicas. 2. Manejo, depositación y canalización adecuada en las obras. 3. Utilización de dispositivos de control de erosión y colocación de cobertura vegetal.	Etapas de construcción.	Costo asociado al Proyecto.	Constructor: Ingeniero de la obra. Regente Ambiental.	Informe mensual en la bitácora de las acciones para la estabilización de taludes y la construcción de dispositivos de control de erosión. Área total de cobertura vegetal vs. Área de taludes expuestos. Informe mensual del control de los sedimentadores, no se deben sobrepasar de lo	Evitar procesos erosivos.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Instalaciones temporales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes) Centro de Producción de concreto (A15) Operación de la planta de concreto (A16)				4. Canalizar flujos de agua, construir drenajes, diques de retención y sedimentadores.				indicado por la legislación vigente.	
Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas) Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5)	Agua subterránea	9. Impermeabilización del macizo rocoso donde se fundará la presa, cortado el flujo natural de los niveles de agua subsuperficiales.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779 y su reglamento N° 29375 Ley para el Establecimiento de un Código Antisísmico en Obras Civiles. N° 6119 Resolución N° 479-2014. Guía Ambiental de Construcción SETENA Ley de Construcciones. N° 833	1. Controlar la producción de lechada de cemento, definiendo sitios adecuados para el almacenamiento del cemento y construyendo una adecuada red de drenajes para el producto que no se incorpore al macizo rocoso y que emerja. Deben construirse además sedimentadores, para separar las partes sólida y líquida de la lechada de agua-cemento.	Etapas de construcción.	Costo asociado al Proyecto.	Constructor. Ingeniero de la obra. Responsable Ambiental.	Informe mensual en la bitácora la obra de las acciones realizadas. Informe de regencia ambiental.	Prevenir la contaminación.
Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas) Remoción de la cobertura vegetal y excavación para la construcción de ataguía y presa (A3) Excavación para la construcción del desvío y conducción (A4)	Suelo-Geomorfología	10. Degradación de las formas del relieve.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Construcciones. N° 833. Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N° 7779 y su reglamento N° 29375 Resolución N° 479-2014. Guía Ambiental de Construcción SETENA	1. Optimización de las áreas constructivas que se van a excavar, así como de las áreas requeridas para espacio de maniobras de maquinaria, con el fin de minimizar el efecto en la forma de relieve local. 2. Como medida compensatoria asociar la medida de:” Diseñar y ejecutar un programa de restauración de hábitat natural aledaño al embalse y AID de sitios que cumplan condiciones en terrenos adquiridos por el proyecto” elaborada para el componente biótico.	Previo Inicio de la construcción y durante la etapa constructiva de las obras anexas al embalse.	Costo asociado al Proyecto.	Constructor del Proyecto Ingeniero encargado de las Obras de presa y vertedor Regente Ambiental del Proyecto	Planos de Diseño de las obras y sus huellas de excavación, una única vez. Bitácora de avance de la obra.	Mitigar el impacto de la geomorfología de la zona
Canal Oeste tramo III Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21) Red de conducción y distribución del riego. Construcción de obras mayores (puentes, sifones y descarga de fondo) (A25)	Suelo-Geomorfología (Relieve de los ríos y quebradas)	11. Modificación del lecho del cauce de los ríos y quebradas por construcción de obras.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Resolución N° 479-2014. Guía Ambiental de Construcción SETENA Ley de Construcciones. N° 833 Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos N°	1. Optimización de las áreas de las márgenes, cauce de los ríos y quebradas a intervenir en la construcción; así como el espacio de maniobras de maquinaria en las labores constructivas de las obras de los puentes y /o sifones con el fin de reducir el impacto en la morfología de los sitios.	Etapas de Construcción	Costo asociado al Proyecto.	Constructor: Ingeniero encargado de las obras. Ingeniero Civil Regente Ambiental	Planos de diseño de las obras indicando además las huellas de excavación y patio de maniobras de la maquinaria, una única vez. Bitácora e informe semanal de seguimiento de las obras. Frecuencia de seguimiento	Minimizar el impacto en el lecho del cauce de ríos y quebradas.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
			7779 y su reglamento N° 29375	2. Reajustar el lecho de los ríos y quebradas a intervenir a condiciones similares a la original tanto en estructura, composición del lecho y forma del cauce con el propósito de devolverle las características hidrodinámicas propias.				de la obra: Semanal.	
Embalse Llenado del embalse (A8)	Agua Escurremient o Superficial	12. Alteración del régimen natural del río Piedras debido a la disminución del caudal natural del río durante la fase de llenado el embalse.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 755 Ley de Aguas N° 276 Ley de Biodiversidad N° 7788	1. Asegurarse de mantener el caudal de estiaje en el río Piedras durante la fase de llenado.	Etap Construcción	Costo asociado al Proyecto.	Constructor Regente Ambiental	Bitácora de la regencia ambiental. Informes semanales de los caudales reportados en el río Piedras.	Mitigar el impacto sobre el caudal natural del río Piedras.
COMPONENTE BIÓTICO									
Actividades Generales Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2) Obras Presa (presa, vertedor y casa de máquinas) Remoción de la cobertura vegetal y excavación para la construcción de ataguía, contraataguía y presa (A3) Excavación para la construcción del desvío y conducción (A4) Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5) Escombreras Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes (A9) <i>Instalaciones temporales (Planteles, campamento, oficinas, almacenes)</i> Remoción de la cobertura vegetal y preparación del sitio (A12) Operación de la planta concreto (A16) Canal Oeste tramo III Excavación y relleno (A19) Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela,	Fauna Acuática	13. Alteración de la calidad bioquímica del agua. 14. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. 15. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Decreto Ejecutivo 32079-MINAE 2004 "Código de Buenas Prácticas Ambientales. Decreto Ejecutivo 26042-S-MINAE Ley de Biodiversidad No. 7788 Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317 Reglamento a la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 32633-MINAE Reglamento a la Ley de Biodiversidad. No. 34433-MINAE	1. Establecer un plan de monitoreo durante toda la etapa constructiva, del contenido de sedimentos del río o quebrada cercana a las obras. Se tomarán muestras de agua en el río o quebrada para determinar sólidos en suspensión (mg/l) y análisis físico-químico del agua. Se debe de complementar con el monitoreo biológico de peces y utilizar el índice BMWP modificado para Costa Rica. 2. Control de drenajes y la retención de los sedimentos in situ, en las áreas susceptibles a la erosión se protegerán instalando drenajes permanentes y temporales. El movimiento del tráfico vehicular y maquinaria pesada sobre las áreas estabilizadas se restringirá y controlará, cualquier daño a estas áreas deberá ser inmediatamente reparado por personal de la obra. Los trabajos de las excavaciones y movimientos de tierra, se realizarán minimizando la exposición de la superficie del	Previo al inicio de obras constructivas Los muestreos se deben hacer una vez al mes, seis meses antes del inicio de las obras y durante el periodo total de construcción de las mismas.	\$40 000	Constructor. Ingeniero de Obra Regente Ambiental del Proyecto.	Informe trimestral de resultados de Calidad del agua: Se realizarán análisis físicoquímicos y análisis del índice BMW, velando que la calidad de los ecosistemas acuáticos no se deteriore partiendo de su condición actual. Se deben realizar las mediciones de los parámetros DBO, DQO, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, sólidos disueltos y sólidos totales. Frecuencia trimestral de monitoreos de control: con informes trimestrales. Informe o bitácora de inspecciones visuales: Se realizarán inspecciones visuales en ríos y quebradas de manera frecuente, utilizando mediciones con disco sechii y con conos de sedimentación para darle seguimiento a la efectividad de los dispositivos de reducción de sedimentos y detectar sitios y momentos en los que se deba hacer correcciones. Frecuencia de monitoreos de control: se realizarán observaciones de fácil	Prevenir y controlar el impacto en la fauna acuática en la etapa de construcción de obras.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
derivaciones) (A20) Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21) <i>Red de conducción y distribución del riego</i> Excavación y relleno (A23) Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A24) Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25)				terreno a la erosión.				medición de campo durante la fase de construcción de manera semanal.	
				3. Incluir en el diseño de excavación obras de terraceo, construcción de taludes u otras acciones para prevenir la erosión del suelo. Estas se aplicarán principalmente antes de que inicie la época lluviosa y preferiblemente cuando cada frente de trabajo se haya terminado. Se deben de construir contracunetas revestidas con concreto en la parte superior de los taludes para el manejo de aguas. Los materiales sedimentables sobrantes del movimiento de tierra deberán ser acarreados y depositados en un área de escombrera, no se deben apilar o acomodar a la orilla de los caminos u obras cercanas a ríos. Si se requiere dejarlos temporalmente acopiados en la obra se deberán tapar o proteger del viento y la lluvia utilizando cobertores. Construir cunetas y contra cunetas preferiblemente revestidas con concreto a orillas del sitio de obra o camino, que permitan la canalización de aguas con sedimentos generados por los movimientos de tierra de escorrentías hacia piletas o lagunas de sedimentación que permitan la retención de los mismos. Construir barreras de retención a lo largo y dentro de las cunetas y cajas de sedimentación para aumentar la capacidad de retención de sedimentos.				Informe de Diseño de obras de retención de sedimentos, una única vez: Dentro de los planos de diseño de las obras constructivas (excavaciones, rellenos, caminos, infraestructura, escombreras) deberán incluirse y detallarse los diseños de las obras de retención de sedimentos y prevención de la erosión, así como las obras de estabilización y recuperación ambiental de los sitios alterados por la actividad constructiva, dichas obras deberán aparecer localizadas dentro del plano constructivo. Bitácora ambiental.	

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
				Limpieza y monitoreo periódico de la cantidad de sedimentos retenidos en las piletas y sedimentadores, garantizando su funcionamiento y que no se colmaten; trasladar los sedimentos resultantes a un área de escombrera. Cuando se realicen trabajos a la orilla de ríos o quebradas se deben construir diques de retención que eviten el arrastre de los sedimentos a dichos sitios. Si se requiere movilizar maquinaria sobre cursos de agua de bajo caudal o drenajes naturales o artificiales, se construirán dique-caminos temporales que permitan el paso sobre la quebrada de tal manera que no se afecte el flujo normal del agua, evitando dejar caídas de agua que obstruyan la conectividad de los organismos acuáticos (libre tránsito) por largo tiempo, además se deberá asegurar que: 1. El cruzamiento se efectúe siguiendo el ángulo más perpendicular posible con respecto al cauce, 2. Remover los obstáculos tan pronto se suspenda la movilización de maquinaria 3. Si se requiere la poda o corta de ramas, los residuos vegetales que generen se deben remover y no permitir que causen represamientos. Durante el proceso constructivo de las obras y en la medida que la actividad y la época del año en que se ejecutan los procesos lo permita, se deberá proceder a revegetar y arborizar las áreas dentro de las obras y caminos cercanos a ríos, quebradas y					

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas) Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (A6) Instalaciones temporales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes) Operación de la planta concreto (A16)	Fauna acuática	16. Contaminación de ríos y quebradas por hidrocarburos y sustancias químicas peligrosas.	Decreto Ejecutivo 32079-MINAE 2004 "Código de Buenas Prácticas Ambientales. Decreto Ejecutivo 26042-S-MINAE Ley de Biodiversidad No. 7788 Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317 Reglamento a la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 32633-MINAE Reglamento a la Ley de Biodiversidad. No. 34433-MINAE Ley de Construcciones. N° 833 Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554	1. Construir para cada frente de obra o plantel de trabajo, sitios para el almacenamiento de hidrocarburos y sustancias peligrosas según la legislación vigente. Dichos sitios deberán tener ventilación y localizarse a una distancia igual o superior a 50 metros de cuerpos de agua u otras áreas frágiles como bosques u otra infraestructura o fuente de luz o calor directa. Las sustancias peligrosas deben almacenarse en bodegas ventiladas, sobre estantes según su naturaleza química. Así mismo se mantendrán las mismas condiciones de la loza impermeable, techado y muro perimetral canal y depósito para contener derrames.	Etapa de Construcción	Asociado al Proyecto.	Constructor Regente Ambiental del Proyecto	Informe sobre diseño de sitios para almacenaje de hidrocarburos y sustancias tóxicas, una única vez: Dentro de los planos de diseño de las obras constructivas (excavaciones, rellenos, caminos, infraestructura) deberán incluirse y detallarse los sitios y diseños de las obras para el almacenamiento adecuado de hidrocarburos (planche de cemento, techado y cercado con muro de retención, y canales perimetrales para la conducción de eventuales derrames a trampas de hidrocarburos, rotulación de equipo para dispensar hidrocarburos etc.), dichos sitios deberán aparecer localizados dentro del plano constructivo.	
				2. Contención de derrames de hidrocarburo o sustancia peligrosa de manera inmediata, utilizando materiales absorbentes establecidos para este efecto según el tipo y cantidad de sustancia derramada. Los residuos generados serán colocados en recipientes rotulados como desecho especial para gestionar su posterior tratamiento. Se debe asignar personal para mantener el control y seguridad del sitio de almacenamiento de estas sustancias. Dicho personal deberá estar capacitado en el almacenamiento, manejo y atención de emergencias; y contar con los recursos para la manipulación de las mismas.				Bitácora del monitoreo de control y contención de derrames. Debe aplicarse un protocolo para atención de derrames, equipo y materiales (productos manufacturados para la absorción y retención de derrames) así como depósitos rotulados para el acopio de residuos de hidrocarburos y sustancias tóxicas. Frecuencia de monitoreo: una única vez la elaboración del protocolo y el seguimiento semanal. Informe de resultados de calidad de agua: Resultados de los análisis de hidrocarburos los cuales deben de estar dentro de	

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
				La obra deberá contar con un programa de contingencia para atender emergencias originadas por derrames de hidrocarburos y productos peligrosos o contaminantes, incluyendo capacitación al personal. Revisión periódica de los vehículos para asegurar que el equipo y maquinaria no presenten fugas de hidrocarburos u otras sustancias químicas. Se deberá contar con equipo de protección personal, equipo para dispensar las sustancias químicas, así como material impermeable (plástico grueso) para proteger el suelo y que pueda contener temporalmente posibles goteos o derrames que se puedan generar durante el transporte de recipientes.				los límites establecidos por la legislación vigente. Frecuencia de monitoreo: trimestral y eventual y cuando se detecte derrame o posible contaminación. Bitácora de inspecciones visuales: Resultado de las observaciones realizadas semanalmente por todo el AP para detectar malas prácticas y derrames. Frecuencia de monitoreo: Semanal.	
Obras Presa (presa, vertedor y casa máquinas) y embalse Remoción de la cobertura vegetal y excavación para la construcción de ataguía, contraataguía y presa (A3) Excavación para la construcción del desvío y conducción (A4) Embalse Llenado del embalse (A8)	Fauna Terrestre	17. Pérdida de hábitat de aves, mamíferos, anfibios y reptiles por la remoción de la cobertura vegetal (bosque ripario, bosque secundario y charrales) reduciendo sitios de alimentación, refugio y reproducción de las especies presentes en el sitio.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317 Ley de Biodiversidad, N° 7788 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE	1. Implementar un monitoreo mensual biológico en la franja de protección aledaña al embalse, para identificar cambios por efectos humanos durante la fase constructiva por pérdida de hábitat. El cual contemple al menos, la composición de especies, riqueza y abundancia de los diferentes grupos taxonómicos (Aves, Mamíferos, Anfibios y Reptiles), estos monitoreos deberán ser trimestrales durante la etapa operativa.	Etapas Constructiva	\$95 000	Constructor Regente Ambiental	Informe mensual de los monitoreos biológicos, listas de especies presentes por sitio y evidencia de las actividades realizadas.	Implementar monitoreos biológicos de fauna que permitan el estudio de la composición de especies en las zonas donde se realiza la remoción de cobertura boscosa.
Embalse Llenado del embalse (A8)	Fauna Terrestre	18. Pérdida de hábitat de aves, mamíferos, anfibios y reptiles por la inundación de la cobertura vegetal reduciendo los sitios de alimentación, refugio y reproducción de las especies presentes en el sitio. 7. 19. Muerte por	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317 Ley de Biodiversidad, N° 7788 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE	1. Elaborar e implementar un Plan de Rescate y Reubicación de la Fauna para el proceso constructivo de las obras de PAACUME. El Plan debe contemplar el menos los lineamientos para la captura, cuido y liberación de la fauna, así como el monitoreo de la adaptación al hábitat. Ver página 915, apartado 12.3.1 para mayor detalle.	Etapas de construcción.	\$200 000	Regente Ambiental del Proyecto. Desarrollador SENARA.	Informe final referente al rescate de fauna que incluya al menos la siguiente información: individuos capturados, individuos reubicados, tasas de mortalidad y recomendaciones de mejora, frecuencia de monitoreo mensual.	Implementar un programa de rescate de fauna para evitar la muerte de especies debido a la construcción de las obras y principalmente durante el llenado del embalse.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
		ahogamiento durante la fase de llenado.	Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América.	2. Establecer alianzas con centros de rescate cercanos para la rehabilitación de fauna rescatada. 3. Brindar capacitación a propietarios sobre posible aparición con fauna silvestre.					
Embalse Llenado del embalse (A8)	Áreas Protegidas (Reserva Biológica Lomas de Barbudal)	20. Reducción de la Reserva Biológica Lomas Barbudal (RBLB) por la inundación de 113 ha por el llenado del embalse.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317 Ley de Biodiversidad, N° 7788 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE	1. Ejecutar un Plan de Compensación del área inundada de la Reserva Biológica Lomas Barbudal por el llenado del embalse. (Para mayor detalle referirse a la página 918, apartado 12.3.2)	Etapas de construcción	Asociado al Proyecto	Regente Ambiental del Proyecto. Desarrollador SENARA.	Informe anual del Plan de compensación del área inundada de la RBLB por el llenado del embalse.	Compensar el área inundada de la Reserva Biológica Lomas Barbudal.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Escombreras Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes (A9) Cierre técnico (A11) Instalaciones temporales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes) Remoción de la cobertura vegetal y preparación del sitio (A12) Cierre técnico (A17)	Fauna terrestre Ecosistemas frágiles (Bosque maduro ripario) Flora (Bosque secundario y charrales)	21. Afectación a la flora y fauna del bosque maduro ripario de la margen izquierda del río Piedras, por la cercanía de la escombrera 3, debido a que es un ecosistema frágil por su escasez y degradación progresiva con disminución de la variabilidad genética de sus especies y aumento del peligro de extinción. 22. Reducción del área de charrales e interrupción del proceso de sucesión natural por la construcción de las escombreras e instalaciones temporales correspondientes a las acciones A9 y A12.	Ley Forestal N 7575 Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317 Ley de Biodiversidad, N° 7788 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América.	1. Elaboración de un plan de acondicionamiento final de la escombrera 3, contemplando conformación, confección de obras de manejo de escorrentía para control de erosión, descompactación del suelo, colocación de capa superior de suelo orgánico de al menos 20 cm de grosor y revegetar los sitios, considerando el uso futuro del terreno que el propietario desee. En el caso que el propietario este de acuerdo, se reforestará de manera similar al plan de reforestación de la franja de protección del embalse, en el caso que el propietario no quiera reforestar se compensará la corta de árboles nativos en las áreas determinadas para ello. 2. De mutuo acuerdo con el propietario dismantelar las instalaciones temporales, remover escombros y planches de cemento, descompactar suelos para restaurar y revegetar los sitios, considerando el uso futuro del terreno que el propietario desee. En el caso que el propietario este de acuerdo, se reforestará de manera similar al plan de reforestación de la franja de protección del embalse.	Etapas de construcción	El acondicionamiento final al cierre técnico de la escombrera 3 y de las instalaciones temporales corresponden a un costo asociado al Proyecto. En caso que el propietario este de acuerdo en reforestar, el costo unitario de reforestación se estima en \$2000/ha para un período de 7 años, y un costo total de \$15400 incluyendo 10% de imprevistos, para un área total de 7 ha.	Constructor Regente Ambiental del Proyecto.	Informe anual de evaluación de la reubicación de la escombrera 3 alejándola de la orilla del bosque maduro ribereño de la margen izquierda del río Piedras. Informe anual del plan de acondicionamiento y revegetación de la escombrera 3. En caso de reforestación de la escombrera 3 y/o los sitios de las instalaciones temporales, aportar los documentos de los planes de reforestación, al igual que los informes de seguimiento anuales durante los primeros cinco años y un informe final al décimo año, posterior al establecimiento de las plantaciones forestales. Informe anual del plan de dismantelamiento, acondicionamiento y revegetación de los sitios de las instalaciones temporales.	Evitar el impacto a la flora y fauna de la franja de bosque ripario de la margen derecha del río Piedras, reubicando la escombrera 3 alejándola del bosque ribereño del río Piedras. Realizar el cierre técnico de los sitios de la escombrera 3 y de las instalaciones temporales de las Obras Presa, mediante el acondicionamiento y restauración de los mismos a su condición original o implementar planes de reforestación si el propietario está de acuerdo.
Obras Presa (presa, vertedor y casas)	Fauna	23. Aumento del riesgo	Ley Orgánica del Ambiente, N°	1. Construcción de reductores de	Etapas	\$10 000	Responsable	Informes semanales de	Colocar reductores de

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
máquinas) Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (A6) Escombreras Transporte y manejo de escombros (A10)	Terrestre	de lesión y mortalidad de fauna que transita por las rutas de transporte de materiales, maquinaria y traslado de personal para las obras constructivas.	7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317 Ley de Biodiversidad, N° 7788 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América.	velocidad, y colocación de señalización vial en el AP. 2. Capacitar al personal de obra en buenas prácticas para el manejo de maquinaria y vehículos con el fin de reducir los accidentes con fauna. 3. Implementar controles de velocidad para evitar que se exceda el límite establecido en el área de trabajo. 4. En caso de ocurrencia de accidentes con fauna, se debe brindar tratamiento clínico para la fauna impactada en sitios de obra. Se debe contar con los recursos e infraestructura mínima para la atención primaria y establecer los contactos con un centro de rescate de fauna que pueda atender las incidencias.	Constructiva		Ambiental del Proyecto. Ingeniero encargado de las obras. Constructor. Veterinario.	inspección ambiental de la señalización colocada Listas de asistencia del personal que atendió las capacitaciones de buenas prácticas para manejo de maquinaria, con frecuencia anual. Informe de cualquier accidente con fauna en los sitios constructivos, cada vez que suceda uno.	velocidad y señalización en el AP con el fin de evitar cualquier atropello de fauna por descuido, además se deben mantener límites de velocidad establecidos en el AP para el tránsito de maquinaria. Realizar capacitaciones al personal que maneja maquinaria con el fin de evitar al máximo los accidentes o lesiones a la fauna presente. Compromiso de brindar tratamiento clínico a cualquier especie de fauna accidentada en los sitios constructivos.
Instalaciones temporales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes) Operación del campamento (A14)	Fauna Terrestre	24. Alteración del comportamiento natural de la fauna por la generación de residuos alimenticios que atraen especies silvestres. 25. Incremento en especies generalistas consideradas plagas como ratas, ratones y mapaches en las áreas cercanas al campamento.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317 Ley de Biodiversidad, N° 7788 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América.	1. Mantener los contenedores de residuos en sitios cerrados, para evitar el ingreso de fauna silvestre. 2. El campamento debe contar con un plan de manejo de los residuos.	Etapa Constructiva	Asociado al proyecto.	Constructor Ingeniero encargado de las obras. Regente Ambiental del Proyecto.	Presencia de contenedores de residuos en lugares cerrados. Colocación de rótulos informativos acerca de la prohibición de alimentar fauna silvestre. Registros mensuales de fauna silvestres encontrados en el AP. Programa de Gestión de Residuos Implementado en el proyecto al inicio de las actividades constructivas.	Reducir la alteración en el comportamiento de la fauna por la presencia de residuos sólidos propios de las actividades humanas.
		26. Atracción y mortalidad de insectos por la		3. Utilizar la menor cantidad de luminarias posible y que estas contengan cobertores en forma				Presencia de luminarias según medida y diseño ambiental propuesta.	Disminuir la afectación en la mortalidad de

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
		iluminación artificial. 12.		de campana para enfocar la luz hacia abajo. Se deben escoger las luminarias con la luz led para evitar atracción de insectos.				Informes semanales de inspección ambiental	insectos con el uso adecuado de luminarias en el proyecto.
Actividades Generales Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2) Canal Oeste Remoción de la cobertura vegetal (A18)	Fauna Terrestre	27. Fragmentación de las áreas de bosque por la apertura de caminos de acceso, tránsito de vehículos y maquinaria y presencia de los canales de riego	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317 Ley de Biodiversidad, N° 7788 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América, Ley N° 3763 Ley Forestal N° 7575	1. Colocar pasos aéreos y terrestres que comuniquen ambos lados de las rutas permanentes dentro del AP y canales de riego. Se deben ubicar en sitios con vegetación en ambos lados. En caso de ser requerido, el biólogo del proyecto debe recomendar nuevos sitios y modificaciones al diseño de los mismos. En el canal oeste tramo II se deben reemplazar los pasos actuales con, estructuras de puente de al menos 4 metros de ancho con una capa de sustrato (tierra de zonas circundantes) y modificar los pasos aéreos con mecate sintético de 25 mm de diámetro. En cuanto al Canal Oeste Tramo III se deben colocar mínimo 3 pasos de fauna de este tipo puente, además al menos otros tres pasos aéreos con las características descritas anteriormente. Ver detalle en la página 922 apartado 12.3.3.	Etapas de construcción	\$560 000 Para pasos de fauna terrestre \$6400 para pasos de fauna aéreos	Constructor Ingeniero encargado de las obras. Responsable Ambiental del Proyecto. Desarrollador (SENARA)	Informe trimestral con registro y ubicación de los pasos aéreos y terrestres colocados.	Construir sitios adecuados para el paso de fauna y evitar la pérdida de conectividad causada por la fragmentación del bosque.
Canal Oeste Excavación y relleno (A19)	Fauna Terrestre	28. Eliminación de las capas del suelo puede lesionar la fauna subterránea.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317 Ley de Biodiversidad, N° 7788 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América,	1. Se requiere de un profesional en biología para supervisar los movimientos de tierra y evitar muertes de fauna por acciones de la maquinaria. 2. En caso de ocurrencia de accidentes con fauna, se debe brindar tratamiento clínico para la fauna impactada en sitios de obra. Para esto, el proyecto debe contar con los recursos e infraestructura mínima para la atención primaria de la fauna.	Etapas de construcción.	\$100 000	Regente Ambiental del Proyecto.	Registro de firma del profesional en Biología encargado de la supervisión en los sitios de movimientos de tierra. Listado mensual de especies atendidas y estado de las mismas. Aplicar el plan de rescate de fauna.	Reducir la lesión o mortalidad de fauna silvestre por maquinaria pesada en los procesos de movimiento de tierra.
Canal Oeste Remoción de la cobertura vegetal (A18) Red de conducción y distribución del riego	Ecosistemas frágiles (Bosque maduro)	29. Reducción del área de bosque maduro ripario, que es un ecosistema de alta	Ley Forestal N° 7575 Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554	1. En los sitios de sifones con cobertura boscosa evaluar la posibilidad de ajustar el trazado de los canales para reubicar	Etapas de construcción	Para el plan de restauraci	Constructor Ingeniero de obra	Informe de evaluación de cambios de ruta de canales y reubicación de sifones para evitar o disminuir la	Evaluar el ajuste del trazado de los canales y la reubicación de los

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Limpieza del terreno y remoción de vegetación (A22)	ripario) Flora (Bosque secundario y charrales)	fragilidad, por su escasez y degradación progresiva con disminución de la variabilidad genética de sus especies y aumento del peligro de extinción, al igual que reducción del área de bosque secundario con la consecuente interrupción del proceso de sucesión natural, asimismo pérdida de conectividad de las franjas de bosque ripario de las riberas de ríos y quebradas, por la remoción de la cobertura vegetal para la construcción de los sifones en ríos y quebradas en los sectores del canal oeste y la red de distribución.	Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317 Ley de Biodiversidad, N° 7788 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América,	dichos sifones, en áreas cercanas de charral y potreros o donde la franja boscosa sea más angosta y de menor extensión, evitando o disminuyendo la corta de bosque maduro ripario o bosque secundario en las riberas de ríos y quebradas. Tal es el caso en los sitios de los sifones de los ríos Tempisque y Cañas, esto si los estudios técnicos lo consideran factible en términos de elevación. 2. Realizar la revegetación de las áreas donde se eliminó la vegetación a orillas de ríos y quebradas, mediante planes de reforestación utilizando un diseño de plantación mixta con al menos 15 especies arbóreas nativas aptas para ambientes ribereños, que brinden las condiciones para acelerar el proceso de sucesión natural y la restauración del bosque, dichos planes deben poseer mapas de ubicación de las áreas a reforestar. Ejecutar un plan de seguimiento de la sobrevivencia y desarrollo de los árboles plantados y del proceso de restauración ecológica por sucesión natural, mediante el monitoreo y análisis de la abundancia y desarrollo de la regeneración natural de especies vegetales y la abundancia de fauna silvestre.		ón del hábitat natural a orillas de ríos y quebradas en los sitios de sifones, mediante reforestación, se estima un costo unitario de \$2000/ha para un período de 7 años. SOLO FALTA EL COSTO TOTAL 3. Para el plan de seguimiento de la restauración del hábitat a orillas de ríos y quebradas en los sitios de sifones, se estima un costo unitario de \$1000/ha para un período de 25 años. SOLO FALTA EL COSTO TOTAL	Regente Ambiental Desarrollador SENARA	corta de bosque maduro ripario y bosque secundario, reubicándolos en zonas cercanas de potrero y charral, como en el caso de los ríos Tempisque y Cañas (una única vez disponible al menos medio año previo al inicio de las labores). Ejecución del 100% las medidas de reforestación o restauración incluidas en los planes de reforestación o restauración de hábitat en los pasos de sifones en ríos y quebradas, con mapas e imágenes satelitales detallando la ubicación de las zonas de reforestación, las especies arbóreas plantadas y el diseño de plantación mixta en cada sitio, elaboración del plan una única vez. Informes anuales de seguimiento de los planes de restauración de hábitat natural en los sitios de sifones de ríos y quebradas, en la fase constructiva y operativa durante los primeros cinco años, describiendo las labores de establecimiento, mantenimiento y manejo y detallando para cada sitio el porcentaje de sobrevivencia y el desarrollo de las especies arbóreas plantadas mediante la medición del crecimiento en altura total. Del quinto al vigésimo quinto año estos informes serán quinquenales, incluyendo adicionalmente el monitoreo de la abundancia y desarrollo de las especies vegetales de regeneración natural y la abundancia de especies de	sifones con cobertura boscosa, para evitar o reducir al máximo la eliminación de bosque maduro ribereño y secundario a la orilla de ríos y quebradas en los sitios de sifones, en los sectores del Canal Oeste (Tramo III) y la Red de Distribución. Realizar planes de reforestación, para acelerar el proceso de sucesión natural y la restauración del bosque, al igual que la conectividad de los pasos de fauna silvestre a orillas de ríos y quebradas, en los sitios de sifones de los sectores del Canal Oeste (Tramo III) y la Red de Distribución. Estos deben incluir un plan de seguimiento para evaluar la evolución y funcionalidad de la restauración ecológica.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
								fauna silvestre. Se deberá apoyar este seguimiento con evidencias terrestres e incluso aéreas si fuera posible, que muestre la evolución de la restauración ecológica en diferentes zonas.	
Red de conducción y distribución de riego Limpieza del terreno, remoción de vegetación (A22)		30. Fragmentación de las áreas de bosque por la apertura de caminos de acceso, tránsito de vehículos y maquinaria y presencia de los canales de riego	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317 Ley de Biodiversidad, N° 7788 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE	1. Colocar pasos aéreos y terrestres que comuniquen ambos lados de las rutas permanentes dentro del AP y canales de riego. Se deben ubicar en sitios con vegetación en ambos lados. En caso de ser requerido, el biólogo del proyecto debe recomendar nuevos sitios y modificaciones al diseño de los mismos. Ver detalle en la página 922 apartado 12.3.3.	Etapas de construcción	\$6400	Constructor Ingeniero encargado de las obras. Responsable Ambiental del Proyecto.	Registro y ubicación de los pasos aéreos y terrestres colocados, con frecuencia trimestral.	
COMPONENTE SOCIAL									
Actividades generales: Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2) Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas): Excavación para la construcción de ataguía, contraataguía y presa (A3) Excavación para la construcción del desvío y conducción (A4) Embalse: Llenado del embalse (A8) Escombreras (2): Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes (A9) Instalaciones temporales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes): Remoción de la cobertura vegetal y preparación del sitio (A12) Canal Oeste tramo III: Remoción de la cobertura vegetal (A18)	Patrimonio arqueológico	31. Alteración del patrimonio arqueológico por llenado de embalse, limpieza de cobertura vegetal y excavaciones para la construcción de obras.	Ley No. 6703 Patrimonio Arqueológico Nacional Decreto Ejecutivo No. 28174-MP-C-MINAE-MEIC Convención sobre la Defensa y Conservación del Patrimonio Arqueológico, Histórico y Artístico de las Naciones Americanas, N° 6360	1.Implementar un Plan de Gestión de los Recursos Arqueológicos (PGRA): Con antelación a cualquier movimiento de tierra, que incluya lo siguiente: <i>Etapas I:</i> 1. Contratación de arqueólogos, asistentes y peones. 2. Acondicionamiento de un laboratorio en el campamento. 3. El proyecto suministrará los materiales necesarios para las labores de campo y laboratorio. 4. Capacitación al personal del proyecto, con respecto al procedimiento a seguir durante los estudios y hallazgos arqueológicos. <i>Etapas II:</i> 1. Evaluar los sitios arqueológicos identificados en el área del proyecto.	Con al menos 1 año de antelación a cualquier movimiento de tierra y durante la etapa de construcción.	\$ 3000 000	Arqueólogo coordinador y equipo de trabajo. Constructor. Responsable Ambiental del Proyecto. Desarrollador (SENARA).	Propuesta de trabajo marco que incluya todas las etapas de investigación arqueológica que se realizarán en el proyecto, una única vez Propuestas de evaluación que deberán ser aprobadas por la Comisión Arqueológica Nacional (CAN) según la legislación vigente sobre patrimonio arqueológico. Monitoreo por parte de la CAN de las investigaciones que se realicen en el proyecto (visitas de campo y laboratorio), revisión y aprobación (oficios) de recomendaciones de cada informe final por obra evaluada. Seguimiento mensual arqueológico por parte del Desarrollador.	Prevenir, evitar, mitigar y compensar el deterioro que la construcción del proyecto pueda ocasionar al Patrimonio Arqueológico

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Excavación y relleno (A19) Red de conducción y distribución del riego: Limpieza del terreno, remoción de vegetación (A22) Excavación y relleno (A23)				2. Se deberá investigar los terrenos (embalse y canales de conducción y distribución) pendientes en la prospección. 3. Reubicación, acondicionamiento y restauración de petroglifos. 4. Si durante los movimientos de tierra aparecen restos arqueológicos se deberá proceder según lo establece el artículo 11 de la Ley 6703. 5. Como medida de compensación, se deberá elaborar una estrategia de divulgación de la labor arqueológica, con el propósito de que se conozca, valore y cuide el Patrimonio Arqueológico Nacional. Para mayor detalle referirse a la página 924 apartado 12.3.4.					
Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas): Excavación para la construcción de ataguía, contraataguía y presa (A3) Excavación para la construcción del desvío y conducción (A4)	Paisaje	32. Deterioro la de calidad del Paisaje	Ley Orgánica del Ambiente. Art 59, 71,72 Reglamento N° 35860 MINAET. Reglamento para la prevención de la contaminación visual. La Gaceta #69 del 12 de abril del 2010.	1.Aplica la medida asociada al impacto de degradación de las formas del relieve: “Optimizar de las áreas constructivas que se van a excavar, así como de las áreas requeridas para espacio de maniobras de maquinaria, con el fin de minimizar el efecto en las formas de relieve local.” enfocando las acciones también en reducir los efectos del impacto en el paisaje durante esta actividad”.	Previo Inicio de la construcción y durante la fase constructiva de las obras anexas al embalse.	Asociado al Proyecto	Constructor: Ingeniero encargado de las Obras de presa y vertedor. Regente Ambiental del Proyecto y el Ingeniero Forestal.	Planos de Diseño de las obras y sus huellas de excavación, una única vez. Bitácora de avance de la obra. Frecuencia de seguimiento: Semanal.	
Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas): Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5) Instalaciones temporales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes):	Paisaje	33. Modificación del Paisaje y calidad escénica:	Ley Orgánica del Ambiente. Art 59, 71,72 Reglamento N° 35860 MINAET Reglamento para la prevención de la contaminación visual. La Gaceta #69 del 12 de abril del 2010. Ley Constitutiva de SENARA (Ley N° 6877	1. Aplicar la medida biótica: “Diseñar y ejecutar un programa de restauración de hábitat natural aledaño al embalse y AID de sitios que cumplan condiciones en terrenos adquiridos por el proyecto”. Como parte del propósito de aplicar esta medida biótica en los impactos hacia el paisaje,	Etapas constructiva y fase operación del proyecto	Asociado al proyecto.	Constructor Regente Ambiental y el Ingeniero Forestal del proyecto. Desarrollador (SENARA)	Bitácora ambiental.	Mitigar el impacto en el paisaje del área aledaña al embalse de PAACUME.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Construcción de obra civil (A13)				está en lograr reducir impacto visual de las obras civiles, al ser enmascaradas con el tiempo por la cobertura del entorno.					
Embalse: Llenado del Embalse (A8)	Paisaje	34. Deterioro de la Calidad del paisaje por labores de desmonte de vegetación	Ley Orgánica del Ambiente. Art 59, 71,72 Reglamento N° 35860 MINAET Reglamento para la prevención de la contaminación visual. La Gaceta #69 del 12 de abril del 2010.	1.Elaborar e implementar un plan de corta y limpieza de la vegetación dentro del área de embalse que sea sectorizada y selectiva con el propósito de disminuir de forma gradual el impacto visual que provocará las acciones de desmonte de vegetación para dar paso al espejo de agua que formará el embalse.	Etapas constructiva	Asociado al proyecto	Regente Ambiental del proyecto y el Ingeniero Forestal del Proyecto. Constructor: Encargado de las obras del Embalse y afines	Informe de Regencia. Informe mensual del ingeniero forestal. Inventario forestal y demarcación en campo, semanal. Registro espacial de los inventarios forestales, mapas de zonificación de los sitios a desmontar. Cronograma de acciones de limpieza de vegetación. Bitácoras de campo.	Disminución del impacto visual por la construcción del embalse.
Escombreras: Limpieza de cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes (A9) Transporte y manejo de escombros. Cierre técnico (A11)	Paisaje	35. Deterioro de la Calidad del paisaje	Ley Orgánica del Ambiente. Art 59, 71,72 Reglamento N° 35860 MINAET Reglamento para la prevención de la contaminación visual. La Gaceta #69 del 12 de abril del 2010	1.Elaborar e implementar un protocolo de construcción y manejo de escombreras de forma que: A) Utilizar exclusivamente las áreas destinadas para esta actividad en base al diseño establecido. B) Aprovechar al máximo las barreras naturales existentes, sean topográficas o de cobertura de la tierra. C) Las labores de cierre técnico deben considerar la recuperación del suelo orgánico en los casos donde las características edáficas lo permitan, revegetación del sitio con base en técnicas de siembra y revegetación con especies propia de la zona, además de promover procesos de regeneración natural.	Etapas constructiva	Asociado al Proyecto	Contratista Regente Ambiental del Proyecto Ingeniero Forestal del Proyecto. Ingeniero encargado de las obras escombreras.	Planos de diseño y conformación de las escombreras, una única vez. Informes técnicos de seguimiento y control semanales del proceso de conformación de las mismas. Bitácora ambiental. Cronograma de acciones de limpieza de vegetación.	Construcción y manejo responsable de los sitios de escombrera.
Canal Oeste tramo III Remoción de la cobertura vegetal A18) Excavación y relleno (A19)	Paisaje	36. Alteración de la Calidad visual del Paisaje	Ley Orgánica del Ambiente. Art 59, 71,72 Reglamento N° 35860 MINAET Reglamento para la prevención de la contaminación visual. La Gaceta #69 del 12 de abril del	1.Optimización del área constructiva donde será removida la vegetación y posteriormente excavada, así como del espacio de maniobras de maquinaria, con el fin de minimizar el efecto visual en el	Etapas Constructiva	Asociado al Proyecto	Regente Ambiental del proyecto y el Ingeniero Forestal del Proyecto. Constructor:	Planos de diseño de la obra, una única vez. Informes técnicos de seguimiento y control semanales del proceso constructivo.	Mitigar el impacto visual del proceso constructivo del canal oeste.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
			2010	paisaje: A) Utilizar exclusivamente las áreas destinadas para esta actividad en base a los diseños establecidos. B) Se debe de conservar la vegetación del entorno; así como aprovechar al máximo las barreras topográficas existentes para favorecer el ocultamiento de las acciones y las obras. C) Propiciar la regeneración natural en los bordes de la servidumbre, en los sitios donde sea ambiental y técnicamente favorable.			Ingeniero encargado de las obras Desarrollador (SENARA)	Bitácora ambiental. Cronograma de acciones de limpieza de vegetación.	
Canal Oeste tramo III Construcción de obras Mayores (puentes y sifones) (A21) Red de conducción y distribución de riego: Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25)	Paisaje	37. Degradación de la calidad del paisaje ribertino.	Ley Orgánica del Ambiente. Art 59, 71,72 Reglamento N° 35860 MINAET Reglamento para la prevención de la contaminación visual. La Gaceta #69 del 12 de abril del 2010	1. Aplica la medida relacionada al Impacto de: <u>Modificación del lecho del cauce de los ríos y quebradas</u> . El cual establece: <i>La optimización de las áreas de las márgenes, cauce de los ríos y quebradas a intervenir en la construcción; así como el espacio de maniobras de maquinaria en las labores constructivas de las obras de los puentes y/o sifones con el fin de reducir el impacto en la morfología de los sitios.</i> Lo que a su vez implica que se deben utilizar exclusivamente las áreas destinadas para esta actividad en base a los diseños establecidos para disminuir el impacto visual. 2. Propiciar después un proceso de regeneración natural de las márgenes de los ríos y quebradas que favorezcan con el tiempo la inserción positiva de las obras de canalización (sifones y puentes).	Etapas Constructiva	Asociado al Proyecto	Regente Ambiental del Proyecto Constructor: Ingeniero Forestal del Proyecto. Ingeniero encargado de las obras. Desarrollador (SENARA)	Planos de diseño de las obras que contemplen las huellas de las obras como las áreas de maniobras, una única vez. Informes técnicos de seguimiento y control semanales del proceso constructivo. Bitácora ambiental. Cronograma de actividades ambientales.	Generar acciones para mitigar el impacto en la red de distribución canal oeste producto de la construcción de sifones y puentes.
Actividades generales: Adquisición de terrenos y servidumbres(A1) Embalse: Llenado del embalse (A8). Instalaciones provisionales (Planteles-	Social-cultural: Calidad de vida-educación-Salud.	38. Cambio en los patrones y dinámicas socioculturales en las comunidades del área de influencia social por presencia del proyecto.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Construcciones, No. 833 Ley General de Salud, N° 5395	1. Elaborar e implementar un Plan de Relación con las Comunidades acompañado de una estrategia de comunicación interna y externa para la prevención, control y seguimiento de conflictos sociales con los	Antes y durante la etapa de construcción.	\$800 000	Desarrollador (SENARA) Regente Ambiental del Proyecto.	Informe mensual de avance de la implementación del Plan de relación con las comunidades. Minutas y listas de asistencia de las reuniones comunales.	Mantener informada a la población del área de influencia del proyecto, sobre la etapa constructiva, para evitar conflictos sociales.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Campamento-oficinas-almacenes): Operación del campamento (A14). Canal Oeste tramo III Remoción de la cobertura vegetal (A18) Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20) Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (21). Red de conducción y distribución del riego: Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela derivaciones) (A24) Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25).		39. Alteración de la tranquilidad como valor social de las comunidades del área de influencia social.	Ley Constitutiva de SENARA (Ley N° 6877	diferentes actores sociales de interés. Se debe contar con profesionales en el área social y comunicación. Realizar reuniones periódicas con las Asociaciones de vecinos de las comunidades de influencia social directa al área de embalse y presa al menos una vez cada dos meses, para tratar asuntos relacionados con la construcción del proyecto, así como para realizar ajustes en caso de presentarse afectaciones en las comunidades. En el sector de la margen derecha del río Tempisque se realizarán reuniones al menos en las comunidades donde se realicen las construcciones de infraestructura del Proyecto, con una frecuencia bimensual con los grupos de vecinos. Se detalla mayor información respecto los requerimientos para la implementación de la medida (Ver detalle en la página 926 apartado 12.3.5). 2. Diseñar y ejecutar un protocolo de atención de consulta, solicitudes y reclamos en la etapa de construcción. Ver detalle en la página 928 del apartado 12.3.5). 3. Prohibir realizar actividades de construcción que produzca perturbación en zonas sensibles (poblaciones, centros educativos, centros de salud, clínicas) entre las 20:00 y 06:00 horas, a menos que las comunidades y el Gobierno Local permitan otro horario. 4. Implementar un programa de visitas guiadas durante la fase de construcción. Elaborar un programa de giras con los actores sociales de interés dando particular atención a los habitantes de las comunidades identificadas dentro del área de influencia social directa. Actividades con el objetivo de			Responsable de la Gestión Social. Constructor	Evidencia de contratación de los profesionales en las Ciencias Sociales. Informe trimestral de la implementación y resultados del Protocolo de atención de consultas, solicitudes y reclamos en la etapa constructiva. Informe mensual de acuerdos de horarios constructivos con las comunidades y gobierno local, si es requerido realizar labores constructivas fuera de horarios establecidos.	Generar espacios de comunicación para la atención de consultas, sugerencias y reclamos, manteniendo mecanismos informativos transparentes.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
				informar avance de las obras, generar empatía de la población con el proyecto y explicar las obras.					
Obras presas (presa, vertedor y casa máquinas): Obras civiles (torre de compuertas, plinto, toma de agua, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvió, vertedor y casa máquinas (A5). Instalaciones provisionales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes): Operación del campamento (A14)	Social-cultural: demografía- densidad poblacional	40. Alteración de la densidad poblacional en las comunidades por la construcción de las obras de presa, embalse y campamento.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley General de Salud, N° 5395 Ley de Construcciones, No. 833 Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Construcciones, No. 833	1. Ejecutar el Plan de Relación con las Comunidades, manteniendo interacción constante con los representantes comunales. Implementando en las comunidades cercanas a la construcción de las obras de presa, embalse y campamento (Falconiana, Valle Dorado, Bagatzí, Llanos de Cortés, Playitas y San Ramón) charlas de sensibilización en los siguientes temas: control de natalidad, métodos anticonceptivos, género, liderazgo, emprendimiento, autoestima y resolución de conflictos. (Ver detalle en la página 926 apartado 12.3.5). 2. La contratación de personal debe priorizar a los habitantes de las comunidades del área de influencia social del Proyecto, principalmente para las obras de presa. Se debe brindar transporte diario a las personas contratadas a las cabeceras de cantón tales como: Cañas, Bagaces y Liberia.	Antes y durante la etapa de construcción.	Costo asociado a la estrategia de comunicación interna y externa.	Constructor Responsable de la Gestión Social. Regente Ambiental del Proyecto.	Informe mensual del Plan de Relación de las Comunidades. Minutas de las charlas implementadas/ Listas de asistencia. Informe trimestral del proceso de reclutamiento de personal para las obras, registro de los trabajadores por lugar de residencia.	Prevenir conflictos sociales con las comunidades de influencia social relacionados con la construcción del proyecto. Promover la igualdad de oportunidades en el acceso a las fuentes de empleo del proyecto, en las comunidades aledañas. Sensibilizar a las comunidades cercanas a la construcción del Proyecto sobre diferentes temas que ayuden al desarrollo de la comunidad.
Instalaciones provisionales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes): -Operación del campamento y manejo de residuos (A14)		41. Aumento en la demanda de infraestructura para el servicio de agua potable, electricidad y telecomunicaciones para la operación del campamento, planteles, construcción de las obras de presa y embalse.		1. El proyecto debe cubrir las necesidades de telecomunicaciones para las oficinas administrativas del Proyecto. 2. Gestionar el servicio eléctrico a nivel local y construir la infraestructura y equipamiento necesario para el suministro eléctrico en las obras de planteles, campamento, almacenes, presa, vertedor, planta de concreto, etc. 3. Solicitar el servicio de agua potable al administrador local, Acueductos y Alcantarillados (AyA), para las obras del plantel, campamento y áreas administrativas. Se contará con	Etapas de construcción.	Asociado al Proyecto.	Constructor Regente Ambiental del Proyecto.	Solicitudes de servicios de telecomunicaciones, electricidad y servicio de agua potable para las instalaciones provisionales del proyecto, una única vez.	Asegurar no perjudicar los servicios públicos básicos en las comunidades aledañas al AP, con la construcción de las instalaciones provisionales del campamento.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
				un tanque de almacenamiento de agua que asegure la confiabilidad en el servicio para los trabajadores del proyecto. 4. Contratar personal de la zona y brindar alojamiento al personal foráneo que sea estrictamente necesario.					
				5. Elaborar e implementar un Plan de Ahorro Energético y Uso Eficiente del Recurso Hídrico para la operación del campamento. Ver detalle en la página 931 apartado 12.3.7)				Informes trimestrales del Plan de ahorro energético y uso eficiente del recurso hídrico.	
Obras de presa (presa, vertedor y casa máquinas): Obras civiles (torre de compuertas, plinto, toma de agua, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvió, vertedor y casa máquinas) (A5). Embalse: Llenado del embalse (A8). Canal Oeste tramo III Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20) Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21). Red de conducción y distribución del riego: Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela derivaciones) (A24) Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25).	Social-cultural: Infraestructura Comunal.	42. Generación de expectativas comunales frente al proyecto en cuanto los beneficios de infraestructura comunal (solución a problemas asociados a la infraestructura comunal).	Constitución Política de Costa Rica. Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Construcciones N° 833 Ley Constitutiva de SENARA (Ley N° 6877	1. Colaborar con las mejoras de la infraestructura comunal, como medida compensatoria para las comunidades del área de influencia social directa que se justifique. 2. Elaborar e implementar un protocolo para la atención de solicitudes: las mismas deben analizarse revisión bajo criterios técnicos para su aprobación o rechazo. (Ver detalle en la página 928 apartado 12.3.5) 3. Implementar el Plan de Relación con las Comunidades (Ver detalle en la página 926 apartado 12.3.5).	Etapas de construcción.	Asociado al Proyecto.	Constructor Responsable de la Gestión Social. Regente Ambiental del Proyecto. Desarrollador SENARA.	Informe mensual del Plan de relación de las comunidades. Informe trimestral de la implementación y resultados del Protocolo de atención de consultas, solicitudes y reclamos en la etapa constructiva.	Fomentar acciones enfocadas en la responsabilidad social del Proyecto. Prevenir conflictos sociales por medio de una adecuada atención de las expectativas y necesidades comunales, con respecto a la solución de problemáticas de infraestructura comunal.
Obras de presa (presa, vertedor y casa máquinas): Obras civiles (torre de compuertas, plinto, toma de agua, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvió, vertedor y casa máquinas) (A5) Instalaciones provisionales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes): Operación del campamento y manejo de residuos (A14).	Social-cultural: demografía-densidad poblacional	43. Aumento en la demanda de servicios de salud en la zona de Bagaces por la atracción de mano de obra para la construcción del embalse y presa.	Ley General de la Salud N° 5395 Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Construcciones, No. 833	1. Brindar atención médica para los trabajadores principalmente de las obras constructivas ubicadas en Bagaces. Con el objetivo de no aumentar la demanda de servicios en la sede de Bagaces de la Caja Costarricense del Seguro Social (C.C.S.S).	Etapas de construcción	Asociado al Proyecto.	Constructor Regente Ambiental del Proyecto.	Registro trimestral de la atención médica a los trabajadores del Proyecto.	Prevenir la saturación del servicio de salud de Bagaces por la atención del personal del proyecto.
Actividades generales: Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2). Obras de presa (presa, vertedor y casa máquinas):	Social Cultural: Salud Ocupacional	44. Aumento en el riesgo de accidentes y lesiones para los trabajadores de las obras en construcción.	Ley General de la Salud N° 5395 Ley de Construcciones. N° 833. Ley para el Establecimiento de un Código Antisísmico en Obras	1. Elaborar e implementar un Programa de Salud y Seguridad Ocupacional para la etapa constructiva del proyecto. Elaborar de acuerdo a la legislación Nacional vigente.	Etapas de construcción.	\$250 000	Constructor Responsable de la Seguridad Ocupacional.	Informe mensual de la implementación del Programa de salud y seguridad ocupacional.	Prevenir accidentes y lesiones a los trabajadores de las obras en construcción y operación.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5) Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (A6) Montaje electromecánico de compuertas y equipos de generación (A7). Embalse: -Llenado del embalse (A8). Escombreras: -Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes (A9) Transporte y manejo de escombros (A10). Instalaciones provisionales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes): Remoción de la cobertura vegetal y preparación del sitio (A12) Construcción de obra civil (A13) Operación del campamento y manejo de residuos (a14). Centro de Producción de concreto (A15) Operación de la planta concreto (A16). Canal Oeste tramo III Remoción de la cobertura vegetal (A18) Excavación y relleno (A19) Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20) Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21) Red de conducción y distribución del riego: Limpieza del terreno, remoción de vegetación (A22) Excavación y relleno (A23) Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela derivaciones) (A24) Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25).			Civiles. N° 6119 Reglamento para el Control de Contaminación por Ruido, DE 28718-S Reglamento para el Control de Ruidos y Vibraciones N° 10451 -TSS: Reglamento de Seguro de Salud Reglamento sobre las Normas Internas de las Relaciones y Condiciones Laborales en los Centros de Trabajo N° 4- MTSS Reglamento sobre Higiene Industrial N° 11492-S Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo Reglamento General de los Riesgos del Trabajo N° 13466 - TSS Reglamento de Seguridad en Construcciones N° 25235-MTSS RTCR 292 —1992; Seguridad, Incendios y Señalización N° 26204-MEIC Ley Constitutiva de SENARA (Ley N° 6877				Regente Ambiental del Proyecto. Desarrollador SENARA.		
Actividades generales: Adquisición de terrenos y servidumbres (A1) Embalse: Llenado del embalse (A8)	Uso de la tierra: Agroindustri a.	45. Cambio en el uso de la tierra por la inundación del embalse en sitios que se desarrollan actividades agropecuarias familiares o empresariales.	Constitución Política de Costa Rica. Reforma integral de la Ley No. 7495 de expropiaciones. N° 9286. Ley General de la Salud N° 5395 Ley Orgánica del Ambiente, N°	1. Formular y ejecutar un plan de adquisición de propiedades para el área del embalse. Ver detalle en la página 934 apartado 12.3.9. 2. Elaborar un expediente para cada uno de los propietarios del área del embalse, donde se incluya toda la documentación del proceso informativo y de	Antes y durante etapa de Construcción	Asociado al Proyecto	Desarrollador SENARA Responsable de la Gestión Social y relación con propietarios. Regente Ambiental del	Informe mensual de la ejecución del Plan de adquisición de propiedades. Expediente de cada uno de los propietarios del área del embalse.	Prevenir la ocurrencia conflictos sociales con los propietarios del área de influencia social del proyecto.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
			7554 Ley de Construcciones, No. 833 Ley Constitutiva de SENARA (Ley N° 6877	negociación de la compra del terreno. En el caso de las fincas que no se requiere comprar la propiedad completa para el área de inundación del embalse, se debe asegurar el acceso al agua para el propietario. Se incluirá en la negociación de la compra de la tierra.			Proyecto.		
Actividades generales: Adquisición de terrenos y servidumbres (A1) Embalse: Llenado del embalse (A8)	Uso de la tierra: agroindustri a	46. Pérdida de acceso al río Piedras para extracción de agua por parte de propietarios del área de inundación del embalse.	Constitución Política de Costa Rica. Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Protección de las Cuencas Hidrográficas N° 68. Ley de Aguas, N° 276 Ley Constitutiva de SENARA (Ley N° 6877	1. Elaborar un mapeo de los usos socioeconómicos del río Piedras en el área de inundación del embalse, como registro previo para determinar las actividades afectadas. 2. Formular y ejecutar un plan de adquisición de propiedades, considerando los usos actuales que tiene al río Piedras, en cuanto la extracción y/o toma de agua para las actividades agropecuarias actuales de la zona.	Antes del inicio de la etapa de construcción.	\$25 000	Desarrollador SENARA. Regente Ambiental del Proyecto.	Informe del mapeo de actores socioeconómicos en el río Piedras, una única vez. Documento del Plan de adquisiciones de propiedades.	Restituir o mejorar las condiciones de acceso al agua para las personas afectadas por la inundación del embalse.
Actividades generales: Adquisición de terrenos y servidumbres (A1) Embalse: Llenado del embalse (A8)	Uso de la tierra: Área Protegida Reserva Biológica Lomas Barbudal.	47. Cambio del uso de la tierra en la Reserva Biológica Lomas Barbudal por la necesidad de inundar terreno para el embalse.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Biodiversidad N° 7788. Ley No. 7761 “Modificación de la Ley Forestal No.7575”. Ley de Construcciones, No. 833. Ley Constitutiva de SENARA (Ley N° 6877	1. Generar y mantener un proceso de comunicación y relación con el área de Conservación Arenal Tempisque, para el abordaje del tema, reuniones periódicas. 2. Gestionar lo correspondiente respetando la legislación vigente para la autorización del cambio de uso en esta área de la RBLB. 3. Mantener una comunicación transparente y constante con las comunidades aledañas a la Reserva Biológica Lomas Bardudal y el SINAC (Plan de Relación con las Comunidades) 4. Incluir en el programa de educación ambiental de PAACUME temas relacionados con las áreas silvestres protegidas, prevención de incendios forestales, reforestación, conocimiento de las especies de flora y fauna de la zona y conservación de bosques. (Programa de Educación Ambiental). (Ver detalle en la página 935 apartado 12.3.10)	Antes y durante la etapa de construcción.	Costo asociado al Programa de Educación Ambiental	Desarrollador SENARA Regente Ambiental del Proyecto. Responsable de la Gestión Social.	Informes trimestrales y/o minutas de reuniones con el SINAC y comunidades aledañas. Programa de educación ambiental: informes de implementación mensuales.	Mantener una buena relación y transparente con el SINAC, Área de Conservación Arenal Tempisque y comunidades aledañas a la Reserva Biológica Lomas Barbudal para prevenir posibles conflictos sociales. Promover el valor de los recursos naturales y la función de las áreas protegidas.
Instalaciones provisionales (Planteles-	Infraestructu	48. Generación de riesgo	Ley Orgánica del Ambiente, N°	1. Elaborar e implementar un	Etapa de	Asociado	Responsable	Evidencia de la	Prevenir en las

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Campamento-oficinas-almacenes): Construcción de obra civil (A13). Canal oeste tramo III: Remoción de la cobertura vegetal (A18) Excavación y relleno (A19) Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20) Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21) Red de conducción y distribución de riego: Limpieza del terreno, remoción de vegetación (A22) Excavación y relleno (A23) Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela derivaciones) (A24) Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25)	ra: Seguridad Vial.	de accidentes de tránsito a los habitantes de las comunidades aledañas a las obras constructivas de PAACUME.	7554, Ley General de Salud, N° 5395, Norma ISO 24000, Reglamento para la instalación de reductores de velocidad en las vías públicas, Decreto Ejecutivo No. 17415-MOPT. Ley de Tránsito n°9078. Plan Estratégico Nacional en el Marco Decenio de Acción para la Seguridad Vial, Replanteamiento 2015-2020. Construyendo una Cultura de Paz en las Carreteras.	Programa de Seguridad Vial, que debe ser acatado de manera obligatoria por el personal y los contratistas de maquinaria y servicios del Proyecto. Ver mayor detalle en la página 937 apartado 12.3.11). 2. Rotulación de vehículos para su debida identificación en las comunidades, sean de la institución y/o alquilados. 3. Aplicación del protocolo de atención de consultas, solicitudes, quejas y reclamos del Proyecto. 4. En las rutas de acceso a las obras de construcción colocar señalización vial horizontal y vertical según la normativa. 5. En los sitios que la infraestructura vial lo permita se debe marcar pasos peatonales existentes frente a: Centros Educativos, Clínicas, Ebais, hospitales presentes en las rutas definidas para la movilización de maquinaria, equipos y vehículos del Proyecto.	Construcción	al Proyecto.	Ambiental del Proyecto. Constructor Responsable de la Gestión Social.	implementación del Programa de Seguridad Vial. Bitácoras de seguimiento trimestral del control de seguridad vial. Evidencia de vehículos debidamente identificados, señalización horizontal y vertical, pasos peatonales. Informe mensual de la implementación del protocolo de atención de consultas, solicitudes y quejas.	comunidades la posibilidad de ocurrencia de accidentes por el aumento vehicular y de maquinaria pesada.
Actividades generales: Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2). Obras de presa (presa, vertedor y casas máquinas): Remoción de la cobertura vegetal y excavación para la construcción de ataguía, contraataguía y presa (A3) Excavación para la construcción del desvío y conducción (A4) Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5) Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (A6) Embalse: Llenado del embalse (A8). Escombreras:	Infraestructura: Seguridad Vial.	49. Aumento en el riesgo de ocurrencia de accidentes de tránsito dentro del área del proyecto (AP).	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554, Ley General de Salud, N° 5395 Reglamento para la instalación de reductores de velocidad en las vías públicas, Decreto Ejecutivo No. 17415-MOPT. Ley de Tránsito n°9078. Reglamento General de los Riesgos del Trabajo N° 13466 – TSS Reglamento de Seguridad en Construcciones N° 25235-MTSS RTCR 292 –1992 Ley de Construcciones, No. 833	1.Elaboración e implementación un Programa de Seguridad Vial para el Proyecto que debe ser acatado de manera obligatoria por el personal y los contratistas de maquinaria y servicios del Proyecto 2. Implementar charlas y talleres concientizar a los funcionarios del proyecto sobre el comportamiento correcto en los frentes de trabajo, en cuanto a los límites de velocidad (restricciones de velocidad máxima), en el traslado de la maquinaria pesada y vehículos livianos, para disminuir la ocurrencia de accidentes. 3. En las rutas de acceso y área del proyecto, donde identifique	Etapas de Construcción	Costo asociado a la estrategia de comunicación interna y externa. Señalización \$3 000	Contratista: Ingeniero encargado de las obras. Regente Ambiental del Proyecto.	Programa de seguridad vial, una única vez. Informes trimestrales de las charlas y talleres de concientización a los funcionarios. Verificación semanal de la señalización vial horizontal y vertical dentro del AP.	Prevenir en el área del Proyecto (AP) la posibilidad de ocurrencia de accidentes a los trabajadores, por las diferentes acciones del Proyecto.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Limpieza de la cobertura vegetal, construcción de estructuras confinantes y drenajes (A9) Transporte y manejo de escombros (A10) Instalaciones provisionales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes): Remoción de la cobertura vegetal y preparación del sitio (A12) Construcción de obra civil (A13). Operación del campamento y manejo de residuos (A14). Canal oeste tramo III: Remoción de la cobertura vegetal (A18) Excavación y relleno (A19) Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20) Construcción de obras mayores (puentes, sifones (A21) Red de conducción y distribución de riego: Limpieza del terreno, remoción de vegetación (A22) Excavación y relleno (A23) Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela derivaciones) (A24) Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25)				constante interacción con maquinaria pesada y vehículos livianos, colocar señalización vial horizontal y vertical para su debido acatamiento.					
Actividades generales: Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2). Obras de presa (presa, vertedor y casa máquinas): Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5) Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (A6) Montaje electromecánico de compuertas y equipos de generación (A7). Embalse: Llenado del embalse (A8).	Infraestructura: Seguridad vial.	50. Aumento en el riesgo de accidentes de tránsito en los sitios de población aledaños a las obras de presa y embalse.	Ley General de Salud, No 5395. Ley de Tránsito n°9078. Ley de Caminos Públicos No 5060 Reglamento de circulación por carretera con base en peso y las dimensiones del vehículo de carga. Decreto Ejecutivo No. 31363-MOPT. Reglamento para la instalación de reductores de velocidad en las vías públicas, Decreto Ejecutivo No. 17415-MOPT, Ley de Caminos Públicos. No 5060.	1. Prohibir el paso de maquinaria pesada por el centro de la comunidad de Falconiana. El proyecto deberá construir un acceso alternativo para el ingreso de las obras de presa y casa de máquinas. 2. Trasladar los equipos de acuerdo con las medidas de seguridad que solicita el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Para evitar alterar o dañar la propiedad privada. En caso de tener que realizar modificaciones a la propiedad privada, se debe tener el consentimiento del dueño por escrito y definido como se compensará el daño.	Previo y durante de la construcción de las obras	Asociado al Proyecto	Constructor Responsable Ambiental del Proyecto	Monitoreo aleatorio en la comunidad de Falconiana para el control de tránsito. Al menos tres mensualmente. Bitácora Ambiental.	Prevenir la ocurrencia conflictos sociales y accidentes en las comunidades de influencia social del proyecto.
				3. El Proyecto debe invertir en las		\$20 000		Bitácora Ambiental.	

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
				condiciones de seguridad vial necesarias para los centros de población ubicados en la ruta principal de acceso a las obras de campamentos y presa. Principalmente el tramo de la carretera que inicia de la Clínica de Bagaces hacia el centro de la comunidad de Falconiana.				Informe de resultados del análisis vial, una única vez.	
				4. Realizar un análisis vial para recomendar las acciones que deben orientarse a brindar seguridad de los niños y niñas, apoyando en la infraestructura como mallas y aceras perimetrales en los centros educativos; señalización vertical, reductores de velocidad y otros que se recomienden					
				5. Construcción de 250 metros de acera en el cuadrante de la Escuela de Falconiana.		\$12 000		Informe de Regencia.	
				6. Realizar estudio técnico de las condiciones de la carretera en el tramo Bagaces- Falconiana de 11.5 kilómetros, para determinar las recomendaciones de mejora necesarias para el inicio de la etapa constructiva del PAACUME. Estas permitirán el uso continuo de la esta carretera de lastre que comunica con las obras de campamentos, planteles y obras de presa; esta ruta será utilizada para el trasiego de personal, materiales para la construcción de obras y entrada de equipo pesado. En la misma se debe dar mantenimiento periódico ante daños atribuibles al tránsito de maquinaria y equipos del proyecto. Con el objetivo de mantener la vía en buen estado, se coordinará con la Municipalidad de Bagaces y los vecinos de las comunidades de Valle Dorado, Falconiana y Bagatzi.		Asociado al Proyecto		Bitácora Ambiental. Informe de estudio de la carretera en el tramo Bagaces- Falconiana, una única vez. Cronograma de mantenimientos a caminos públicos. Informe de Regencia.	
Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas): Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (A6)	Social-cultural: Calidad de Vida/	51. Afectación de la salud de la población de las comunidades presentes en la	Ley Orgánica del Ambiente N° 7554 Ley General de Salud N° 5395 Ley de Caminos Públicos No	1. Reducir las emanaciones de polvo y prevenir problemas respiratorios en la población. En las vías que se ubiquen en	Etapas de construcción.	Asociado al Proyecto.	Constructor: Ingeniero encargado de las obras.	Informe mensual de actividades realizadas para la mitigación del polvo en zonas pobladas.	Mitigar la afectación de la calidad de vida de la población del área de influencia

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Escombreras: Transporte y manejo de escombros (A10) Instalaciones provisionales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes): Construcción de obra civil (A13) Operación del campamento (A14).	seguridad/ educación/ salud.	principal ruta de traslado de maquinaria y equipo por levantamiento de polvo para las obras de presa y embalse.	5060	sitios poblados, que no cuenten con pavimento asfáltico y que formen parte de las rutas utilizadas para el traslado de materiales, equipos y personal para la construcción de obras. El encargado de obra deberá gestionar para que se rocíe agua durante la época seca y días de mucho viento, para reducir el polvo. 2. Los vehículos y maquinaria alquilada e institucional deben presentar rotulación visible que permita a los vecinos y usuarios de las vías poder denunciar el no acatamiento de las regulaciones. 3. Las vagonetas que circulen por las comunidades deben utilizar obligatoriamente cobertores para minimizar el polvo. 4. Restringir los niveles de velocidad máxima en los sitios poblados para disminuir el levantamiento de polvo.			Regente Ambiental del Proyecto. Desarrollador SENARA. Responsable de la Gestión Social.	Monitoreos mensuales aleatorios registrados para verificar el acatamiento de la medida de velocidad y utilización de cobertores.	social directa a las obras de presa y embalse.
				5. Solicitar semestralmente los registros de las afecciones respiratorias en los EBAIS de las comunidades aledañas a las obras de presa para complementar los registros de monitoreo de salud e informes del Proyecto.				Informe semestral de la revisión de la información del EBAIS local, respeto a las consultas y atención médica por afecciones respiratorias. Seguimiento de los casos reportados durante toda la etapa de construcción, con un registro semestral.	
Instalaciones provisionales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes): Construcción de obra civil (A13) Operación del campamento (A14).	Infraestructura: Servicios: Agua, Luz, Internet, telefonía, sanitaria.	52. Aumento en la demanda de servicios públicos existentes en las comunidades aledañas al campamento.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554. Ley General de Salud N° 5395	1. Elaborar un levantamiento de información previa al inicio de las actividades constructivas de la demanda actual de los servicios públicos existentes, en la zona cercana al sitio de obras de campamento, presa y embalse. Definir el uso requerido por el proyecto. Determinar si es necesario realizar inversiones para no afectar los servicios existentes en las comunidades.	Antes de la construcción del proyecto (antes de la construcción de las instalaciones provisionales)	Asociado al Proyecto	Constructor Regente Ambiental del Proyecto. Desarrollador SENARA.	Informe de la demanda actual de los servicios públicos existentes en el área de ubicación de las instalaciones provisionales, una única vez.	Prevenir cambios significativos en las comunidades del área de influencia social, por la prestación de servicios públicos básicos, nueva demanda generada por las instalaciones provisionales del proyecto en su etapa constructiva.
Canal Oeste tramo Remoción de la cobertura vegetal (A18) Excavación y relleno (A19) Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela,	Uso de la tierra: Agroindustri a.	53. Afectación de la continuidad y calidad del servicio de agua para riego a los usuarios del DRAT por	Ley General de la Salud N° 5395 Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Construcciones, No.	1. Implementación del Plan de Relación con las Comunidades. 2 Realizar los ajustes al diseño final de las obras del canal oeste	Antes y durante la etapa de construcción.	Asociado al Proyecto.	Desarrollador SENARA. Responsable Ambiental del	Informe mensual de la implementación del Plan de Relación con las Comunidades.	Mitigar posibles afectaciones a los usuarios del DRAT por la construcción del canal oeste.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
derivaciones) (A20) Construcción de obras mayores (puentes, sifones) (A21)		las mejoras y construcción del canal oeste.	833	para evitar al máximo la afectación en el servicio existente, principalmente para la época de mayor demanda del recurso (época seca). Si es necesario suspender el servicio se debe informar previamente a los afectados y negociar la indemnización eventual de las pérdidas productivas por la suspensión del mismo.			Proyecto.	Informe técnico con los diseños del canal oeste, que evidencie las acciones para evitar la suspensión del servicio a los usuarios, una única vez.	
Actividades generales: Adquisición de terrenos y servidumbres (A1)	Social-Cultural: Percepción local	54. Percepción de pérdida de derechos sobre la tierra por parte de los propietarios con quienes se tramitará el pago de servidumbres para el paso de los canales de conducción y distribución de riego.	Reforma integral de la Ley No. 7495 de expropiaciones. N° 9286. Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554	1. Formular y ejecutar un plan de adquisición de propiedades. 2. Implementar visitas y reuniones de seguimiento psicosocial con los propietarios identificados como vulnerables por la pérdida de la propiedad, la privacidad y el valor emocional (pérdida del espacio vital y las afectaciones a la cotidianidad).	Antes y durante la etapa de construcción.	\$100 000	Desarrollador SENARA Responsable de la Gestión con Propietarios. Responsable Ambiental del Proyecto	Plan de adquisición de propiedades, una única vez. Informe mensual de las reuniones y visitas de seguimiento psicosocial con los propietarios.	Disminuir el impacto ocasionado a los propietarios con la adquisición de la tierra.
Actividades generales: Adquisición de terrenos y servidumbres (A1)	Uso de la tierra: Agroindustria	55. Afectación de propiedades privadas fragmentadas por la construcción del embalse, canal oeste y la red de conducción y distribución de riego.	Reforma integral de la Ley No. 7495 de expropiaciones. N° 9286. Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554. Ley de Construcciones, No. 833.	1. Formular y ejecutar un plan de adquisición de propiedades. 2. El desarrollador debe brindar asesoría legal a los propietarios de los terrenos del embalse y presa, canal oeste y canales de conducción y distribución de riego. Principalmente en los casos en que los terrenos no estén debidamente inscritos, para que puedan legalizar su posesión. Aplica para las propiedades que requieren ser adquiridas para el desarrollo de la infraestructura de PAACUME. Es responsabilidad del desarrollador realizar los trámites legales para la adquisición de propiedades, así como legalizar (inscribir) la tierra a partir de las condiciones nuevas de la propiedad. 3. Brindar soluciones para las propiedades que resulten fragmentadas con la construcción de las obras del proyecto, considerando la construcción de infraestructuras tales como puentes, vados, alcantarillas, etc.	Antes y durante la etapa de construcción.	Asociados al proyecto.	Desarrollador (SENARA) Regente Ambiental del Proyecto. Responsable de la Gestión Social y relación con propietarios.	Informe mensual de la ejecución del Plan de adquisición de propiedades. Informe trimestral y/o expedientes de los propietarios con datos de la asesoría legal brindada a los propietarios. Registro de la cantidad de títulos legalizados del total a legalizar. Informe trimestral de soluciones para las propiedades fragmentadas con la construcción de obras.	Mitigar posibles afectaciones a los propietarios con la adquisición de propiedades por obras constructivas del proyecto.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Obras de presa (presa, vertedor y casa máquinas): Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5) Embalse Llenado del embalse (A8) Instalaciones provisionales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes): Construcción de obra civil (A13) Operación del campamento y manejo de residuos (A14) Canal Oeste tramo Remoción de la cobertura vegetal (A18) Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20) Construcción de obras mayores (puentes, sifones (A21) Red de conducción y distribución del riego Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela derivaciones) (A24) Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25)	Social-Cultural: Percepción local	56. Transformación del ambiente natural en el área del embalse, canal oeste y red de distribución de riego.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Biodiversidad	1. Elaboración e implementación de un Programa de Educación Ambiental en las comunidades del área de influencia social directa e indirecta del Proyecto.	Etapa constructiva	\$400 000	Desarrollador SENARA	Informes trimestrales de implementación del programa.	Promover la educación ambiental en las comunidades del área de influencia social de PAACUME.
				Se requiere contratar al menos dos profesionales para elaborar, impartir y coordinar el programa durante toda la fase constructiva del Proyecto.			Regente Ambiental del Proyecto.	Lista de asistencia.	
							Responsable de la Gestión Social.		
Actividades generales: -Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2) Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas): Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5) Almacenamiento y transporte de insumos y materiales (A6). Canal oeste tramo III: Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20) -Construcción de obras mayores (puentes, sifones (A21) Red de conducción y distribución de riego: Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela derivaciones) (A24)	Social-cultural: Calidad de Vida/ seguridad/ educación/ salud.	57. Aumento de flujo vehicular y maquinaria en los caminos públicos para el acceso a la construcción de obras (presa, canal oeste, red de distribución de riego).	Ley N° 5060 Ley General de caminos públicos Ley N° 7331 Ley de tránsito por vías públicas y terrestres Decreto 31686 Reglamento de la Ley de Tránsito. Ley General de la Salud N° 5395 Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Construcciones, No. 833	1. Gestionar con las entidades correspondientes los permisos en caso de requerir interrumpir el paso por algún camino vecinal o ruta nacional.	Previo al inicio de las obras constructivas y durante la construcción del Proyecto.	Asociado al Proyecto.	Constructor	Permisos solicitados a entidades.	Asegurar que la eventual afectación a la seguridad vial sea atendida de la manera más expedita de parte del constructor, de manera ágil y responsable posibles afectaciones a la red vial existente.
				2. Realizar previo al inicio de las obras un levantamiento del estado actual de los caminos que se utilizaran. Detallar las mejoras requeridas para el tránsito del equipo, maquinaria, vehículos livianos.			Regente Ambiental del Proyecto	Evidencias de la señalización vial colocada	
							Constructor	Informe del estado “actual” de los caminos (previo a las obras), una única vez.	
				3. Ejecutar campañas educativas en las Escuelas del área de influencia social directa, para prevenir accidentes viales en los sectores donde se estén			Regente Ambiental del Proyecto	Informe anual de campañas de educación vial.	Educación a la población en aspectos de seguridad vial.
							Responsable de la Gestión Social.		
							Regente Ambiental del Proyecto		

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
-Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25)				realizando obras constructivas, principalmente relacionadas al acarreo de materiales o uso de rutas de tránsito para vehículos del proyecto.					
				4. Colocar señalización vertical en los caminos, que indiquen los riesgos y obras de construcción sobre las vías públicas.			Constructor Regente Ambiental del Proyecto	Evidencia de la señalización colocada.	Prevención de accidentes
				5. Informar a los pobladores del área de influencia directa de las obras, acerca de las alteraciones a la red vial local: especificando fechas, horarios, duración y medidas de seguridad a ejecutar, de manera que la población tenga conocimiento e información de las acciones que se realizarán. Se priorizarán los sectores donde se realicen obras constructivas, principalmente relacionadas al acarreo de materiales o uso de rutas de tránsito para vehículos del proyecto.			Regente Ambiental del Proyecto Responsable de la Gestión Social. Constructor	Informe trimestral de las actividades informativas realizadas.	Mitigar la afectación en la calidad de vida de los habitantes de la zona.
				6. Para el cierre de las actividades de construcción del Proyecto se debe realizar una valoración técnica en conjunto con la entidad correspondiente Municipalidades o CONAVI, para garantizar que las mejoras y mantenimientos realizados en los caminos cumplen y se entregan en iguales o mejores condiciones de cómo se encontraron antes del inicio de las obras.	Antes de la finalización de la etapa constructiva			Informe de Regencia. Evidencia de la valoración técnica que corresponda ya sea Municipalidad, Conavi o MOPT, una única vez.	Compensar el impacto de las actividades constructivas.
Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas): Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5) Montaje electromecánico de compuertas y equipos de generación (A7). Embalse: Llenado del embalse (A8). Instalaciones provisionales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes): Construcción de obra civil (A13)	Economía: Empleo.	58. Incremento en la demanda de mano de obra temporal para la construcción del proyecto.	Código de Trabajo. Ley N° 2	1. Realizar los procesos de reclutamiento y selección de personal priorizando a los habitantes en la de las comunidades aledañas al proyecto (área de influencia social directa e indirecta). 2. Garantizar dentro de los procesos de contratación la igualdad de condiciones para hombres y mujeres. Promover la equidad en la apertura de los puestos de empleo, de acuerdo a las necesidades del proyecto y	Etapas constructivas	Incluido en los procesos administrativos de contratación de personal para el Proyecto	Desarrollador (SENARA) Responsable de la Gestión Social. Encargado del proceso de reclutamiento y selección de personal del Proyecto. Regente Ambiental del	Informes trimestrales del personal contratado, incluir métricas por ocupación, sexo y lugar de residencia.	Asegurar la igualdad de oportunidades en el acceso a las fuentes de empleo del proyecto, la contratación de bienes y servicios para las comunidades del área de influencia social.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Operación del campamento y manejo de residuos (A14) Operación de la planta concreto (A16) Canal oeste tramo III: Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20) Construcción de obras mayores (puentes, sifones (A21) Red de conducción y distribución de riego: Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela derivaciones) (A24) Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25)				los requisitos y destrezas requeridos para cada puesto.			Proyecto.		
				3. Realizar al menos una feria de empleo en las cabeceras de los cantones de: Bagaces, Carrillo y Santa Cruz previo al inicio de las actividades constructivas. Con el objetivo de brindar la información a la población interesada de las necesidades de personal y sus requisitos.	Previo al inicio de las obras constructivas			Informe de las ferias de empleo realizadas, una única vez.	
Embalse: Llenado del embalse (A8)	Social Cultural: Percepción Local.	59. Generación de expectativa de las comunidades aledañas al embalse y actores institucionales de las actividades que se realizarán para el llenado del embalse. 60. Percepción de riesgo por el llenado del embalse.	Ley General de la Salud N° 5395 Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Construcciones, No. 833	1. Realizar previo al llenado del Embalse de PAACUME, un proceso de información en las comunidades aledañas al embalse, trabajadores del proyecto, SINAC, Municipalidad de Bagaces y otros actores sociales de interés. Proceso informativo que incluya: -Información general del llenado. -Los protocolos a implementar y tiempo que implicará esta actividad para el Proyecto.	Durante la etapa de construcción previo a las actividades del llenado del embalse.	\$120 000	Desarrollador (SENARA). Regente Ambiental del Proyecto.	Informe del proceso informativo, una única vez. Listas de asistencia.	Mantener una comunicación oportuna y efectiva con los actores sociales de interés del proyecto.
Instalaciones provisionales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes): Operación del campamento (A14)	Social-cultural: Infraestructura Comunal.	61. Presión sobre el uso de la infraestructura comunal por parte de los trabajadores foráneos en las comunidades cercanas a las obras de presas e instalaciones del campamento.	Ley Orgánica del Ambiente N° 7554 Ley General de Salud N° 5395	1. Atención de solicitudes comunales en el marco de la responsabilidad social empresarial. Aplicación del protocolo de consultas, solicitudes, quejas y reclamos. 2. Los campamentos ubicados en Bagaces, deben incluir áreas de ocio y recreación para el personal que se hospede en el sitio. Para que los trabajadores temporales no interfieran o alteren la cotidianidad de las comunidades.	Etapas de Construcción	Costo asociado al proyecto	Contratista: Ingeniero encargado de las obras. Regente Ambiental del Proyecto. Responsable de la Gestión Social. Desarrollador SENARA	Informe mensual de la implementación del protocolo de atención de consultas, quejas y reclamos. Construcción de las áreas de ocio y recreación para el personal.	Fomentar acciones enfocadas en la responsabilidad social empresarial. Prevenir potenciales conflictos sociales.
Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas): Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5) Montaje electromecánico de compuertas y equipos de generación (A7).	Economía: Empleo.	62. Mejoramiento de las condiciones laborales en la zona durante la etapa constructiva de las obras.	Constitución Política de Costa Rica. 7 de noviembre 1949. Código de Trabajo Ley N° 2 Ley Orgánica del Ambiente N° 7554	1. El proyecto respetará la legislación vigente en Costa Rica en temas laborales y de Salud Ocupacional. 2. Asegurar que las empresas proveedoras de servicios cumplan con la legislación	Etapas de construcción.	Asociado al Proyecto	Desarrollador (SENARA) Responsable Ambiental del Proyecto.	Inscripción mensual de todos los trabajadores activos en la Caja Costarricense de Seguro Social.	Respeto a las garantías sociales y código de trabajo de Costa Rica.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Embalse: Llenado del embalse (A8). Instalaciones provisionales (Planteles-Campamento-oficinas-almacenes): Construcción de obra civil (A13) Operación del campamento y manejo de residuos (A14) Operación de la planta concreto (A16) Canal oeste tramo III: Construcción de la losa de concreto armado y obras menores (tomas de parcela, derivaciones) (A20) Construcción de obras mayores (puentes, sifones (A21) Red de conducción y distribución de riego: Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela derivaciones) (A24) Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25)			Ley General de Salud N° 5395	vigente en Costa Rica.					
Etapas Construcción y Operación									
COMPONENTE FÍSICO									
Construcción Canal Oeste tramo Excavación y relleno (A19) Red de conducción y distribución del riego. Excavación y relleno (A23) Operación Canal Oeste y red de conducción y distribución de riego.	Agua-Escurrimiento Superficial	63. Aumento de la escorrentía superficial debido al cambio en el uso del suelo y a la compactación. Además, el canal representa una barrera para el flujo normal de la escorrentía superficial.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Aguas	1. Construcción de alcantarillas o canales que permitan el paso del flujo hacia las corrientes de agua naturales a lo largo de los canales, para que se permita verter los excedentes y dar continuidad a la escorrentía superficial.	Etapas de Construcción y Operación	Asociado al Proyecto	Constructor (Etapas de construcción) Regente Ambiental del Proyecto Desarrollador (SENARA)	Informe anual con pasos de flujo de agua construidos en los canales. Bitácora de la regencia ambiental. Informes de regencia ambiental.	Disminución de la escorrentía superficial.
Embalse Llenado del embalse (A8) Embalse y obras presa Presencia (A29)	Agua subterránea	64. Cambio en los niveles de agua superficial por la presencia del embalse, provocando que los niveles de agua que en algunas épocas del año bajen su capacidad o se secan, puedan perdurar por más tiempo.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Aguas	1. Determinar el comportamiento de las quebradas y pasos de agua que alimentan la zona del embalse, con el objetivo de comprobar el beneficio que la presencia del embalse aportará a su nivel y mantenimiento de este.	Etapas de construcción Etapas de operación	Asociado al proyecto	Desarrollador (SENARA). Responsable Ambiental del Proyecto.	Bitácora ambiental. Informe semestral del seguimiento posterior al llenado del embalse y durante la operación.	Monitoreo de las aguas subterráneas
COMPONENTE BIOTICO									
Construcción Embalse	Fauna acuática	65. Eliminación de la conectividad del río Piedras.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554	1. Construcción de un paso para peces (escalera de peces) cuyo diseño permita la comunicación	Etapas de Construcción y operación	Asociado al proyecto	Desarrollador (SENARA)	Planos de diseño del paso de peces previo a la construcción del vertedor,	Mitigar la alteración de la diversidad, abundancia y

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Llenado del embalse (A8) Operación Embalse y obras presa Presencia del embalse (A29)		66. Disminución de la variabilidad genética de las especies. 67. Alteración de la diversidad, abundancia y composición de especies.	Ley de Aguas	del embalse con el río Piedras aguas abajo de la presa. Se debe construir contiguo al vertedor en su costado oeste, el cual inicie con la toma (compuertas) en parte superior del mismo con compuertas que permitan regular el caudal y subir y bajar de acuerdo a las fluctuaciones de nivel del embalse, en dado caso que no funcione se valorarían otras opciones en el proceso con el equipo biótico del proyecto, como una salida alterna que le dé continuidad al cuerpo de agua. El canal bajará zigzagueando de tal forma que permita mantener una pendiente constante menor al 5% y velocidades menores de 0.5 m/s. Esto permitirá el paso de los peces, crustáceos y otras especies anfibias, mitigando la obstrucción provocada por la represa. Esta medida además podrá funcionar como toma para el caudal ambiental que se debe dejar al río Piedras para mantener la calidad del agua del río aguas abajo, en las mismas condiciones naturales, disminuyendo el aporte de la toma (Bypass) de aguas del fondo del embalse con condiciones adversas de baja temperatura y bajo contenido de oxígeno entre otros. (ver detalle en el desarrollo de las medidas página 940 12.3.13.)			Constructor Regente Ambiental del Proyecto	una única vez. Monitoreo trimestral de peces y crustáceos en el canal para el paso de peces durante la fase de operación para evaluar su eficiencia y poder tomar decisiones de mejora.	composición de especies en el río Piedras.
Construcción Embalse Llenado del embalse (A8) Operación Canal Oeste y red de distribución del riego Operación de la red de riego (A33)	Fauna acuática	68. Cambio del tipo de hábitat lótico por lentic. 69. Reducción del área de ecosistemas lóticos. 70. Alteración de la abundancia y composición de	Decreto Ejecutivo 32079-MINAE 2004 "Código de Buenas Prácticas Ambientales. Decreto Ejecutivo 26042-S-MINAE Ley de Biodiversidad No. 7788 Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317	1. Compensar creando quebradas artificiales que ofrezcan un ecosistema con las necesidades requeridas para la sobrevivencia de la especie endémica <i>Brachyrhaphis olomina</i> . Las quebradas artificiales para compensar pueden ser creadas en los cauces de quebradas intermitentes que cruzan el canal	Antes de la finalización de las obras constructivas y seguimiento en la etapa de operación del Proyecto.	\$5 000	Desarrollador (SENARA) Responsable Ambiental del Proyecto.	Planos de diseño del canal oeste tramo II con compuertas de suministro para las quebradas escogidas, una única vez. Informe mensual del monitoreo de fauna acuática. Este informe debe incluir resultados de la siembra de <i>Brachyrhaphis</i>	Mantener la población de la especie endémica <i>Brachyrhaphis olomina</i> .

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
**Solo aplica a los 2.5 km contiguos a la presa.		especies. 71. Afectación a especies endémicas. Interrupción de la continuidad del río. 72. Reducción de la variabilidad genética.	Reglamento a la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 32633-MINAE Reglamento a la Ley de Biodiversidad. No. 34433-MINAE Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554	oeste tramo II, específicamente los primeros 2.5 kilómetros aguas abajo del sitio de presa, alimentándolas permanentemente con agua del canal, las personas encargadas de darle seguimiento son el biólogo encargado y el equipo ambiental del proyecto.				olomina y en el caso de que el primer intento no fuera exitoso, incluir los resultados de los intentos posteriores hasta el establecimiento definitivo de la especie. Frecuencia de monitoreo: mensual durante la etapa de construcción y mensual durante al menos dos años de la etapa de operación.	
Operación Canal Oeste tramo III y Red de conducción y distribución del riego: Operación de la red de riego. (A32)	Fauna acuática	73. Alteración de los ecosistemas acuáticos naturales asociados a la red de distribución.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Decreto Ejecutivo 32079-MINAE 2004 "Código de Buenas Prácticas Ambientales. Decreto Ejecutivo 26042-S-MINAE Ley de Biodiversidad No. 7788 Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317 Reglamento a la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 32633-MINAE Reglamento a la Ley de Biodiversidad. No. 34433-MINAE	1. Gestionar con Universidades o entes de investigación en ciencias biológicas, para el levantamiento de una línea base de la fauna acuática del área de la distribución de riego, previo a la etapa de construcción y luego durante la etapa de operación dar seguimiento para determinar eventuales alteraciones en las poblaciones autóctonas de fauna acuática. El impacto se debe a la introducción de especies de peces ajenas a la zona (especies de la vertiente Atlántica) que compiten por nichos ecológicos y por los recursos alimenticios además de la introducción de nuevos depredadores, además se generará un nuevo ensamblaje taxonómico en los ríos de la zona afectada, lo cual no se visualiza cómo mitigarlo de manera efectiva.	Etapas de construcción y operación.	Asociado a la operación	Desarrollador (SENARA) Regente Ambiental del Proyecto	Investigaciones realizadas.	Contribuir al conocimiento de la zona respecto a las poblaciones de fauna acuática.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Obras Presa (presa, vertedor y casa máquinas) y embalse. Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2) Remoción de la cobertura vegetal y excavación para la construcción de ataguía, contraataguía y presa (A3) Llenado del embalse (A8)	Fauna Terrestre Ecosistemas frágiles (Bosque maduro ripario) Flora (Bosque secundario y charrales)	74. Reducción del área de bosque maduro ripario por la construcción del acceso al vertedor en la ribera derecha del río Piedras, que es un ecosistema de alta fragilidad por su escasez y degradación progresiva con disminución de la variabilidad genética de sus especies y aumento del peligro de extinción.	Ley Forestal N° 7575 Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317 Ley de Biodiversidad, N° 7788 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América,	1. Se debe cortar la menor cantidad de árboles y compensarlos en las áreas destinadas para ello.	Durante la etapa construcción y operación	Asociado al Proyecto	El constructor en la etapa de construcción. El desarrollador en etapa de operación del Proyecto. Responsable Ambiental del Proyecto.	Informe de evaluación de la reubicación del camino de acceso al Vertedor, para evitar eliminar el bosque maduro ripario en la ribera derecha del río Piedras (Disponible al menos medio año previo al inicio de las labores), una única vez.	Realizar únicamente la corta mínima necesaria de bosque maduro y secundario para construir las obras.
		17. 75. Afectación al bosque maduro ripario y bosque secundario adyacente a los sitios de las obras de presa y eventual desperdicio por inadecuado aprovechamiento forestal.		2. Diseño e implementación de un plan de aprovechamiento forestal, que incluya al menos los siguientes puntos: a) Delimitación de las áreas a intervenir, b) Ejecución de inventarios forestales y marcaje de los árboles a cortar con numeración en el tronco y el tocón, c) Ubicación de árboles padres para recolecta de semilla, d) Capacitación y empleo de personal calificado y técnicas de tala dirigida para evitar daños innecesarios a bosques circundantes al sitio de obra, e) Tala planificada de los árboles seleccionados para madera, postes y leña, f) Trazado de trochas y arrastre de tucas con el mínimo impacto al bosque circundante a las obras, g) Ubicación, planificación y confección de patios de acopio en sitios sin cobertura boscosa, con adecuada separación e inventario de trozas por especie y calidad de madera, h) Planificación de la corta, empatiado, procesamiento y utilización de la madera según la demanda del proyecto, venta o donación, para evitar su deterioro, i) Confección de		Por definir		Plan de aprovechamiento con los siguientes apartados y/o documentos: a) Cronograma de actividades por zona, b) Inventarios forestales, con mapas de las áreas a intervenir señalando la ubicación de los árboles a cortar y los árboles padres para semilla enumerados. Estas áreas a intervenir deben estar delimitadas en el campo y los árboles a cortar enumerados en el tronco y el tocón. c) Mapas con la ubicación de las trochas de arrastre por rutas de mínimo impacto al bosque circundante a las obras y de los patios de acopio con zonas separadas para las trozas según especie y calidad de la madera. (Documentos disponibles al menos tres meses antes del inicio de las labores), d) Listas de asistencia firmadas a las capacitaciones de técnicas de tala dirigida y registro de evaluaciones del aprendizaje. e) Documentos con la cuantificación de las piezas de madera y mobiliario para las obras, f)	

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
				protocolo para la donación y venta de madera y notificación oportuna a posibles beneficiarios y compradores.				Documentos de la planificación de la corta, empatiado, procesamiento y utilización de la madera según la demanda del proyecto, venta o donación. g) Aplicación de 100 % de los Protocolos de venta y donación de madera, postes y leña, así como listados de posibles beneficiarios, el protocolo va a ser realizado una sola vez.	
		76. Reducción del área de bosque maduro ripario, que es un ecosistema de alta fragilidad, por su escasez y degradación progresiva con disminución de la variabilidad genética de sus especies y aumento del peligro de extinción. Al igual que reducción del área de bosque secundario y la consecuente interrupción del proceso de sucesión natural, debido a la construcción de las Obras Presa y sus accesos, así como el llenado del embalse.		3.Diseñar y ejecutar un plan de restauración de hábitat natural en la franja de protección aledaña al embalse, el cual debe tomar en cuenta al menos: a) Compra de terrenos y reforestación de terrenos propios. b) Reforestación de los terrenos sin cobertura boscosa mediante un diseño de plantación mixta con al menos 15 especies arbóreas nativas. c) Enriquecimiento de los matorrales mediante hileras separadas cada 10 a 20 m con especies arbóreas nativas d) Protección de las zonas boscosas presentes. 4. Ejecutar un plan de seguimiento de la sobrevivencia y desarrollo de los árboles plantados y del proceso de restauración ecológica por sucesión natural, mediante el monitoreo y análisis de la abundancia y desarrollo de la regeneración natural de especies vegetales y la abundancia de fauna silvestre.		Para la reforestación de la franja de protección alrededor del embalse, se estima un costo unitario de \$2000/ha por un período de 7 años, y un costo total de \$521000 incluyendo 10% de imprevistos, para un área estimada de 237 ha. Para el plan de seguimiento de la restauración del hábitat en la franja de protección alrededor del embalse, se estima un costo		7. Informe del plan de restauración de hábitat natural en la franja de protección alrededor del embalse, con mapas e imágenes satelitales detallando la ubicación de las zonas de reforestación y enriquecimiento, las especies arbóreas plantadas y el diseño de plantación mixta por zona o sector, una única vez. 8.Informes trimestrales del seguimiento al plan de restauración de hábitat natural en la fase constructiva y operativa. Durante los primeros cinco años, los informes serán anuales y deberán describir las labores de establecimiento, mantenimiento y manejo realizadas, al igual que la determinación por zona o sector, el porcentaje de sobrevivencia y el desarrollo de las especies arbóreas plantadas mediante la medición del crecimiento en altura total. Del quinto al vigésimo quinto año los informes serán quinquenales, en los cuales además de la sobrevivencia y desarrollo	

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
						unitario de \$1000/ha para un período de 25 años y un costo total de \$260000 incluyendo 10% de imprevistos, para un área estimada de 237 ha.		de las especies arbóreas plantadas, se deberá constatar y describir el proceso de restauración ecológica mediante mediciones y análisis de la abundancia y desarrollo de las especies vegetales de regeneración natural y la abundancia de especies de fauna silvestre por zona o sector. Se deberá apoyar este seguimiento con evidencias terrestres e incluso aéreas si fuera posible, que muestre la evolución de la restauración ecológica en diferentes zonas.	
Embalse y Obras Presa Presencia de embalse y obras presa (A29)	Fauna Terrestre Ecosistemas Frágiles (Bosque maduro ripario) Flora (Bosque secundario y charrales) Áreas Protegidas (Reserva Biológica Lomas de Barbudal)	77. Fragmentación y reducción de conectividad de bosques y flujo genético de flora y fauna por la presencia del espejo de agua del embalse, debido a la interrupción de pasos de fauna entre los bosques riparios del río Piedras y zonas boscosas de la región, particularmente la Reserva Biológica Lomas Barbudal (RBLB).	Ley Forestal 7575 Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317 Ley de Biodiversidad, N° 7788 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América.	1. Ejecutar las acciones necesarias para establecer una franja de conectividad o paso de fauna (corredor biológico) de hábitat natural aledaño al embalse para mantener la conectividad entre el bosque maduro ribereño del río Piedras y zonas boscosas circundantes, principalmente la RBLB. (Ver detalle en la página 946 apartado 12.3.17) 2. Establecer y ejecutar un plan de monitoreo biológico con informes quinquenales para dar seguimiento a la funcionalidad del corredor biológico o franja de conectividad de los bosques del río Piedras y la RBLB. Este plan debe tener informes de la composición de especies de todos los grupos taxonómicos (Aves, mamíferos, anfibios y reptiles) y la variación que se de en la diversidad y riqueza de estos grupos a lo largo del proyecto.	Etapas de construcción y operación.	\$50 000 monitoreos biológicos	Desarrollador (SENARA) Regente Ambiental del Proyecto.	Informe del plan de conectividad de los bosques del río Piedras con la Reserva Biológica Lomas Barbudal (RBLB), para tránsito de fauna (flujo genético de flora y fauna), detallando justificación, ubicación, área total, cobertura vegetal y protección. Este debe estar disponible al menos medio año previo al inicio de las labores constructivas, una única vez. Informes de seguimiento quinquenales de la funcionalidad del corredor biológico Río Piedras-RBLB.	Establecer una franja de conectividad (corredor biológico funcional) que comunique los bosques riparios del río Piedras con las zonas boscosas aledañas al embalse y que comunique con la RBLB.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
				3. Implementar charlas de educación ambiental para evitar la cacería en el corredor biológico o franja de conectividad de los bosques del río Piedras y la RBLB. Además, elaborar y distribuir un protocolo de respuesta ante incendios forestales en el corredor biológico o franja de conectividad de los bosques del río Piedras y la RBLB. Para mayor detalle referirse en la página 946 apartado 12.3.16).		\$5 000		Listas de asistencia a las charlas de educación ambiental, programación de los temas desarrollados en las actividades. Evidencia del protocolo.	Promover la educación ambiental para evitar la cacería en la franja y establecer mecanismos de respuesta ante incendios forestales.
COMPONENTE SOCIAL									
Etapas de Construcción Embalse: -Llenado del embalse (A8). Etapas de operación Embalse y obras presa: -Usos sociales (A27). -Presencia del Embalse(A29)	Uso de la tierra: Turismo.	78. Generación de expectativas en la población aledaña al embalse para realizar actividades turísticas en el embalse.	Constitución Política de Costa Rica. Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554. Ley de Construcciones, No. 833 Ley Constitutiva de SENARA (Ley N° 6877)	1. Realizar reuniones con las comunidades para informar sobre las diferentes etapas del proyecto con las comunidades de Bagaces, Falconiana, Valle Dorado, Llanos de Cortés, Playitas, Bagatzi y San Ramón. 2. Implementar un protocolo de atención de consulta, solicitudes y reclamos en la etapa de construcción. Para Mantener un proceso transparente de información y atención de inquietudes antes y durante la construcción del Proyecto. 3. Previo a la entrada en operación del Proyecto se debe analizar la viabilidad técnica y legal para promover en el embalse usos turísticos. En caso de ser positivo se debe dar prioridad a las comunidades del área de influencia social directa aledañas al embalse. El uso y aprovechamiento del embalse con fines turísticos y su viabilidad técnica y legal para ello, estará siendo determinada a través del Plan General de	Etapas de Construcción Etapas de operación.	Asociado al Proyecto.	Desarrollador SENARA. Responsable de la Gestión Social. Regente Ambiental del Proyecto.	Etapas constructivas: Informe Plan de relación de las comunidades, una única vez. Informe trimestral de la implementación y resultados del Protocolo de atención de consultas, solicitudes y reclamos en la etapa constructiva. Informe trimestral del proceso para la elaboración del Plan de Uso y Aprovechamiento del Embalse. Incluyendo las reuniones y acuerdos con las comunidades y actores sociales. Etapas operativas: Reglamentos y protocolos para la operación del embalse. Documento del análisis de	Generar el análisis técnico de los potenciales usos del embalse, acompañado de un proceso participativo con los actores sociales de interés que promueva el desarrollo de la zona.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
				Manejo, la Zonificación y el Reglamento de Uso Público. En la elaboración de este mismo instrumento de planificación se definirá el modelo de gestión y gobernanza que regirá la nueva área silvestre protegida. Se debe elaborar un Plan de Uso y Aprovechamiento del Embalse de acuerdo a las condiciones de seguridad requeridas para la operación del mismo; incluyendo en el proceso la participación de las comunidades aledañas al embalse (Falconiana, Llanos de Cortés, San Ramón, Bagatzi y Playitas) y el Gobierno Local. No se deben promover actividades turísticas que atenten contra la seguridad operativa y de las comunidades, así como la flora y fauna de la zona.				la viabilidad del uso y aprovechamiento del embalse, una única vez.	
Etapas construcción Obras Presa (presa, vertedor y casas máquinas): Remoción de la cobertura vegetal y excavación para la construcción de ataguía, contraataguía y presa (A3) Excavación para la construcción del desvío y conducción (A4). Obras civiles (torre compuertas, plinto, toma de aguas, conducción toma de aguas, alcantarilla de desvío, vertedor y casa máquinas) (A5) Embalse: -Llenado del embalse (8)	Social Cultural: Percepción Local.	79. Percepción de riesgo por la construcción y operación del embalse y presa en las comunidades aguas abajo.	Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo N° 8488. Norma de planes de preparativos y respuesta ante emergencias para centros laborales o de ocupación pública. Requisitos. CNE-NA-INTE-DN-01 Ley General de la Salud N° 5395 Ley de Construcciones, No. 833 Ley Constitutiva de SENARA (Ley N° 6877)	1. Diseñar e implementar un Plan de Relación con las comunidades. 2. Elaborar un Programa de Atención de Emergencias y Riesgos para el proceso de construcción de las obras que incluya los riesgos aguas abajo de la presa. Ver detalle en la página 949 apartado 12.3.18).	Etapas construcción	Asociado al Proyecto.	Desarrollador (SENARA). Regente Ambiental del Proyecto. Responsable de la Gestión Social.	Informe mensual de la implementación del Plan de relación con las comunidades. Informe del Programa de Emergencias y Riesgos etapa constructiva, una única vez.	Asegurar la debida atención a los posibles riesgos que se puedan generar con la construcción del proyecto y en su etapa operativa, actuando de manera responsable ante la presencia de una emergencia en las comunidades agua abajo del embalse y presa.
Fase de operación Embalse y obras presa: Limpieza de sedimentos y control de avenidas (A26) Presencia embalse (A29)				3. Elaborar e implementar un Programa de Atención de Emergencias y Riesgos que se socialice con las comunidades del área de influencia en Bagaces, principalmente las ubicadas aledañas a al Embalse de PAACUME y la presa.	Etapas de operación		Desarrollador (SENARA) Regente Ambiental del Proyecto	Informe semestral del Programa de Atención de Emergencias y Riesgos etapa operativa.	
Etapas Construcción Red de conducción y distribución del riego. Construcción de la losa de concreto y obras menores (tomas de parcela derivaciones) (A24)	Social Cultural: Percepción Local.	80. Percepción de riesgo de inundación por la operación de los canales en las comunidades de la distribución y conducción de riego.	Ley General de la Salud N° 5395 Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Construcciones, No.	1. Implementar el plan de relación con las comunidades. 2. Incluir en el diseño final de los canales de distribución las soluciones técnicas requeridas para evitar riesgo de inundación por causa del agua de los	Previo al inicio de la construcción de los canales de distribución del riego.	Asociado al Proyecto	Desarrollador (SENARA). Responsable Ambiental del Proyecto.	Informe mensual de la implementación del plan de relación con las comunidades. Informes de los ajustes realizados en el diseño	Mantener procesos de comunicación con los involucrados con el proyecto, procurando evitar posibles conflictos sociales.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Construcción de obras mayores (puentes, sifones, descarga de fondo) (A25)			833 Ley Constitutiva de SENARA (Ley N° 6877)	canales de distribución de riego. Incluyendo alternativas como construcción de alcantarillas o cierre de compuertas en caso exceso de lluvia en la zona.				para evitar riesgo de inundación en el área de distribución de riego, una única vez. Informe de regencia	Asegurar la atención de los posibles riesgos en la etapa operación de la red de conducción y distribución de agua de riego.
Etapla Operación Canal oeste y red de conducción y distribución: -Operación de la red de riego (A33).				3. Implementar un programa de mantenimiento en la etapa de operación de la red de conducción y distribución de riego. Al menos de tres intervenciones durante la época lluviosa en sitios que se determinen con riesgo de inundación.	Etapla de operación de la red de conducción y distribución de riego			Informe anual/bitácoras del programa de mantenimiento en la etapa operativa en los sitios de canales de conducción y distribución.	
Fase de construcción Embalse: -Llenado del embalse (A8) Fase de Operación Embalse y obras presa: -Usos sociales (A27) Canal Oeste y Red de conducción y distribución del riego: -Operación de la red de riego (A33)	Social-Cultural: Calidad de vida/ seguridad/ educación/ salud.	81. Incremento en la plusvalía de las propiedades aledañas al desarrollo de las obras.	Ley de uso, manejo y conservación de suelos, No. 7779 y su Reglamento a la ley uso, manejo y conservación de los suelos N° 29375. Ley Forestal No. 7575. Ley General de Salud, No. 5395	1. Como parte del plan de relaciones con las comunidades se debe implementar actividades como charlas o talleres información y asesoramiento en el tema de los impactos positivos y negativos en la plusvalía de las tierras y la especulación y venta de propiedades relacionada con la construcción de las obras del PAACUME. 2. Formular y ejecutar un plan de adquisición de propiedades.	Etapla de Construcción y operación.	Asociado al proyecto	Desarrollador SENARA. Responsable Ambiental del Proyecto. Responsable de la Gestión Social	Informes mensuales de las actividades charlas o talleres realizadas. Informe mensual del Plan de adquisición de propiedades.	Fomentar acciones enfocadas en la responsabilidad social empresarial.
FASE OPERATIVA									
COMPONENTE FÍSICO									
Embalse y obras presa Mantenimiento (A28) Presencia del embalse(A29) Casa de máquinas Operación de las oficinas administrativas (A30) Mantenimiento electromecánico (A31) Canal Oeste tramo III y Red de conducción y distribución del riego Mantenimiento de la servidumbre y calibración de caudales (A32) Operación de la red de riego (A33) Mantenimiento de la red de riego (A34)	Agua- (Aguas Residuales)	82. Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames)	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley °5395, Ley General de Salud Decreto Ejecutivo N°31545-S, Reglamento de aprobación y operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales Decreto Ejecutivo N° 33601, Reglamento de vertido y reuso de aguas residuales Decreto Ejecutivo N°34431, Reglamento del Canon Ambiental por vertidos Decreto Ejecutivo N° 33903 Reglamento para la Evaluación y Clasificación Calidad Agua Superficial	1. Recolectar y manejar separadamente las aguas grises, aguas residuales, aguas de escorrentía. 2. Implementar y mantener sistemas de tratamiento de aguas residuales, mediante sistemas de tratamiento avalados por el Ministerio de Salud. 3. Realizar las mediciones establecidos por ley para vertido de aguas residuales. 4. Establecer y actualizar un protocolo de atención de derrames para todo el personal de la obra. Capacitar al personal. 5. Implementar un programa de	Durante la etapa operativa	Asociado a la operación del proyecto	Desarrollador (SENARA) Regente Ambiental del Proyecto	Informes semestrales de inspección ambiental. Informes regenciales Sistema de tratamiento de aguas residuales implementado. Bitácora del sistema de tratamiento. Reportes operacionales trimestrales. Certificado de Calidad del agua emitido por el Ministerio de Salud. Protocolo implementado en el área del proyecto, al inicio de las actividades constructivas. Frecuencia de monitoreo: anual Programa de ahorro del	Prevención de la contaminación del agua debido a la generación de aguas residuales

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
				ahorro del agua.				agua, implementado en el área del proyecto, al inicio de las actividades constructivas. Frecuencia de monitoreo: semestral.	
				6. Capacitar al personal en temas ambientales.				Registro semestral de capacitaciones.	
				7. Utilizar productos amigables con el ambiente para el mantenimiento de zonas verdes y de las edificaciones temporales y permanentes.				Listas de asistencias. Informes trimestrales de inspección ambiental. Informes de regencia ambiental. Porcentaje productos amigables usados para mantenimiento de zonas verdes y limpieza de edificios (cantidad de productos amigables usados / cantidad de productos usados).	
Embalse y obras presa: Mantenimiento (A28) Presencia del embalse (A29) Casa de máquinas Operación de las oficinas: administrativas (A30) Mantenimiento electromecánico (A31) Canal Oeste tramo III y Red de conducción y distribución del riego: Mantenimiento de la servidumbre y calibración de caudales (A32) Mantenimiento de la red de riego (A34)	Suelo	83. Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554	1. Prohibir el ingreso de vehículos que presenten fugas, mediante inspección visual de goteo abajo del vehículo.	Etapa operativa	Asociado a la operación del proyecto	Desarrollador (SENARA) Regente Ambiental del Proyecto	Registros trimestrales de inspección.	Control de la contaminación del suelo
			Ley °5395, Ley General de Salud	2.Implementar un protocolo de manejo de sustancias peligrosas, el cual debe incluir acciones en manipulación, almacenamiento, transporte, distribución y suministro de productos tales como combustibles, pinturas, aditivos de concreto, etc., en conformidad a lo establecido en la legislación.				Protocolo de manejo de sustancias peligrosas implementado en el área del proyecto, al inicio de las actividades constructivas.	
			Ley N° 7779, Uso, manejo y conservación de suelos	3. Usar recipientes certificados para el almacenamiento de sustancias peligrosas. Todo recipiente debe estar rotulado de acuerdo al sistema globalmente armonizado.				Informes trimestrales de inspección ambiental. Informes de regencia ambiental. Cantidad de recipientes certificados para almacenamiento de sustancias peligrosas y rotulados en relación a la cantidad de sustancias peligrosas almacenadas.	
			Ley N° 8839, Ley gestión integral de residuos	4. Implementar áreas para el almacenamiento de sustancias peligrosas.				Cantidad de área(s) adecuada(s) para almacenar sustancias peligrosas en relación a las áreas requeridas de acuerdo al gestor ambiental.	
			Decreto Ejecutivo N°377557, Reglamento sobre Valores Guía en Suelos para descontaminación de Sitios Afectados por Emergencias Ambientales y Derrames.						
			Decreto Ejecutivo N°39887-S-MINAE, Reglamento de aprobación de sistemas de tratamiento de aguas residuales.						
			Decreto Ejecutivo N° 33601, Reglamento de vertido y reuso de aguas residuales.						
			Decreto Ejecutivo N°34431, Reglamento del Canon Ambiental por vertidos.						

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
				5. Capacitar al personal en manejo de sustancias peligrosas.				Registro anual de charlas/capacitaciones impartidas.	
						Listas de asistencia.			
				6. Contar con un protocolo para atención de derrames. Capacitar al personal.				Protocolo de atención de derrames implementado en el área del proyecto, al inicio de las actividades constructivas.	
				7. Equipar a los frentes de trabajo con insumos para la contención y atención de derrames.		\$4 000		Informes trimestrales de inspección ambiental Informes regenciales.	
				8. Disponer de infraestructura y materiales para la adecuada separación de los residuos desde la fuente.		\$3 000		Informes trimestrales de inspección ambiental. Informes de regencia ambiental. Sitios establecidos para separación selectiva en la fuente en relación a los sitios requeridos de acuerdo a lo indicado por el gestor ambiental.	
				9. Capacitar al personal en manejo de residuos.		Asociado a la operación del proyecto		Registro anual de charlas/capacitaciones impartidas. Listas de asistencia.	
				10. Nombrar un encargado para la gestión de residuos durante la operación de la etapa constructiva y cierre de la misma.				Nombramiento del funcionario.	
11. Se prohíbe el vertido de aguas residuales al suelo.		Informes trimestrales de inspección ambiental. Informes de regencia ambiental.							
Embalse y obras presa Limpieza de sedimentos y control avenidas(A26) Usos sociales (A27) Mantenimiento (A28) Presencia del Embalse (A29) Casa de máquinas Operación de las oficinas administrativas (A30) Mantenimiento electromecánico (A31) Canal Oeste tramo III y Red de conducción y distribución del riego Mantenimiento de la servidumbre y	Agua Suelo	84. Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de los residuos generados	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley N° 8839, Ley para la gestión integral de residuos Decreto Ejecutivo N°37567, Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Decreto Ejecutivo N°36093-S, Reglamento sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios Decreto Ejecutivo N°38272-S, Reglamento para la	1. Incluir cláusulas de responsabilidad extendida del productor, así como cláusulas ambientales en los procesos de adquisición de materiales o servicios. 3. Implementar y mantener actualizado un Programa de Gestión de Residuos. 4. Implementar prácticas de bajo consumo/ahorro de agua, como rotulaciones informativas, dispositivos de ahorro, entre otros.		Asociado a la operación del proyecto	Desarrollador (SENARA) Regente Ambiental del Proyecto	Contratos con cláusulas ambientales incluidas en procesos de adquisición de productos y servicios en relación a los contratos realizados. Programa de Gestión de Residuos actualizado e implementado en el área del proyecto, al inicio de las actividades constructivas. Informes trimestrales de inspección ambiental. Informes de regencia ambiental.	Gestionar de forma adecuada los residuos producidos por PAACUME

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
calibración de caudales (A32) Mantenimiento de la red de riego (A34)			declaratoria de residuos de manejo especial	5. Uso de materias primas ecoeficientes/amigables con el ambiente.				Cantidad de materias primas ecoeficientes/amigables con el ambiente usadas.	
			Decreto Ejecutivo N°21297, Reglamento para el Manejo de Lodos Procedentes de Tanques Sépticos	6. Fomentar la reutilización de materiales y reducción de residuos.				Cantidad de acciones de reutilización y reducción de residuos implementadas.	
			Decreto Ejecutivo N°37788-S-MINAE, Reglamento General para la Clasificación y Manejo de Residuos Peligrosos	7. Capacitar en manejo de residuos a todo el personal desde el inicio de las actividades hasta la finalización de las obras constructivas del proyecto.				Registro de charlas/capacitaciones impartidas.	
			Decreto Ejecutivo N°27001 Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos Industriales	8. Implementar infraestructura para la adecuada separación de los residuos desde la fuente.				Listas de asistencia.	
			Decreto Ejecutivo N°27002-MINAE Reglamento prueba toxicidad desechos al ambiente					Informes trimestrales de inspección ambiental.	
			Decreto Ejecutivo N°27008, Reglamento para transporte de productos peligrosos					Informes de regencia ambiental.	
			Decreto Ejecutivo N°28930, Manejo de productos peligrosos	9. Proveer a las áreas de recursos para la gestión de los residuos (recipientes separadores, recipientes y materiales para la contención de derrames, etiquetas, rotulación, bolsas plásticas, equipo de protección personal, recurso humano, etc.).				Sitios establecidos para separación selectiva en la fuente en relación a los requeridos de acuerdo al gestor ambiental.	
			Decreto Ejecutivo N°35933, Reglamento para la gestión integral de residuos electrónicos					Informes trimestrales de inspección ambiental.	
			Decreto Ejecutivo N°377557, Reglamento sobre Valores Guía en Suelos para descontaminación de Sitios Afectados por Emergencias Ambientales y Derrames					Informes de regencia ambiental.	
			Decreto Ejecutivo N°31545-S, Reglamento de aprobación y operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales	10. Nombrar un encargado para la gestión de residuos durante la etapa operativa.				Cantidad de frentes dotados de recursos para la gestión de residuos: recipientes separadores, recipientes y materiales para la contención de derrames, etiquetas, rotulación, bolsas plásticas, equipo de protección personal, recurso humano en relación a los frentes activos.	
			Decreto Ejecutivo N° 33601, Reglamento de vertido y reuso de aguas residuales	11. Establecer un área de almacenamiento temporal de residuos ordinarios, especiales y peligrosos conforme las disposiciones de la legislación nacional.				Evidencia del nombramiento del funcionario.	
			Decreto Ejecutivo N° 34431, Reglamento del Canon Ambiental por vertidos	12. Cumplir con lo establecido en la legislación al momento de transportar sustancias o residuos peligrosos: permisos del MOPT (sustancias peligrosas) y gestión ante el SIGREP (residuos).				Área definida y establecidas para el almacenamiento temporal de los residuos.	
				13. Enviar a relleno sanitario				Informes trimestrales de inspección ambiental.	
								Informes de regencia ambiental.	
								Registro semestral	

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
				autorizado por el Ministerio de Salud solo los residuos que son estrictamente necesarios.				actualizado de residuos.	
				14. Mantener un registro actualizado del manejo de residuos en el proyecto que incluya tipo, cantidades, embalaje, almacenamiento, transporte, disposición final.				Registro semestral actualizado de residuos.	
				15. Implementar protocolos para el transporte, acarreo, distribución y suministro de productos peligrosos, en conformidad a lo establecido en la legislación.				Informe de Protocolo implementado en el proyecto al inicio de las actividades constructivas Frecuencia de monitoreo: anual.	
				16. Contar con un protocolo para atención de derrames y capacitar al personal para su implementación.				Protocolo implementado.	
				17. Utilizar productos amigables con el ambiente para el mantenimiento de zonas verdes y de las edificaciones temporales y permanentes.				Informes trimestrales de inspección ambiental Informes de regencia ambiental Porcentaje productos amigables usados para mantenimiento de zonas verdes y limpieza de edificios (cantidad de productos amigables usados / cantidad de productos usados)	
Embalse y obras presa Presencia del Embalse (A29)	Geomorfología (Relieve)	85. Modificación de la morfología del tramo del río Piedras donde se localice el embalse.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317	1 Como medida compensatoria se ligaría a la medida ambiental del impacto de Fauna Silvestre: “Alteración en conectividad y flujo genético por la presencia del espejo de agua del embalse, por la interrupción del paso entre los bosques riparios del río Piedras”. Impacto 81. Aplicación de las mismas medidas. “1. Establecer un plan de sucesión natural asistida con reforestación con especies nativas.....”. “2. Ejecutar las acciones necesarias para establecer un corredor biológico de hábitat natural aledaño al embalse y AID circundantes.	Etapas de operación	Asociado al proyecto	Desarrollador (SENARA). Regente Ambiental del Proyecto.	Contemplado en las medidas del componente biótico.	Compensar el impacto por la construcción del embalse.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Embalse y obras presa Limpieza de sedimentos y control de avenidas (A26)	Agua - Ecurrimiento Superficial	86. Alteración del régimen natural del río Piedras debido a desembalses parciales o totales, controlados mediante la operación de compuertas de fondo y/o vertedores.		1. Garantizar el flujo del caudal ecológico mínimo del río Piedras. 2. Realizar desembalses graduales de acuerdo a eventos hidrológicos presentes a lo largo del año, mediante la implementación de un protocolo de planificación y ejecución.	Etapas de operación	Asociado al Proyecto.	Desarrollador (SENARA) Regente Ambiental del Proyecto	Bitácora Ambiental, registro de las actividades. Informe anual de las actividades realizadas, con detalle en las acciones ambientales durante la ejecución de los desembalses. Ejecución del 100% del protocolo de planificación de desembalses parciales y/o totales.	Garantizar el caudal en el río Piedras.
COMPONENTE BIOTICO									
Canal Oeste tramo III y Red de conducción y distribución del riego Operación de la red de riego (A32) Mantenimiento de la red de riego (A34)	Fauna Acuática	87. Alteración de la calidad bioquímica del agua. 88. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos. 89. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	Decreto Ejecutivo 32079-MINAE 2004 "Código de Buenas Prácticas Ambientales. Decreto Ejecutivo 26042-S-MINAE Ley de Biodiversidad No. 7788 Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317 Reglamento a la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 32633-MINAE Reglamento a la Ley de Biodiversidad. No. 34433-MINAE	Control de drenajes y la retención de los sedimentos in situ, en las áreas susceptibles a la erosión se protegerán instalando drenajes permanentes y temporales. Construir barreras de retención a lo largo y dentro de las cunetas y cajas de sedimentación para aumentar la capacidad de retención de sedimentos en los sitios que se considere necesario. Cuando se realicen trabajos (limpieza de cunetas, chapas, mantenimiento de taludes) cercanos a ríos o quebradas se deben construir diques de retención que eviten el arrastre de los sedimentos a dichos sitios.	Etapas de operación	Asociado al Proyecto	Desarrollador (SENARA) Regente Ambiental.	Bitácora ambiental del Proyecto. Informes de regencia ambiental.	Mitigar el impacto a la fauna acuática.
Embalse y obras presa Limpieza de sedimentos y control avenidas (A26)	Fauna acuática Fauna terrestre	90. Mortalidad de fauna acuática. 91. Alteración de sitios de anidamiento y sobrevivencia de fauna riparia aguas abajo del embalse debido al aumento del caudal de vertido en maniobras de operación y mantenimiento de embalse para la limpieza de sedimentos.	Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317 Reglamento a la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 32633-MINAE Reglamento a la Ley de Biodiversidad. No. 34433-MINAE	1. Realizar limpieza del embalse llevando a cabo maniobras de ruteo de sedimentos (descargas dosificadas a lo largo de la estación lluviosa) que permitan desalojarlos gradualmente, sin alcanzar altas concentraciones por largos periodos de tiempo. Detener la actividad (desembalse) cuando se alcance niveles de sedimentos letales para la fauna, permitiendo la dilución y volver a las acciones de limpieza unas horas después.	Etapas de operación	Asociado al proyecto	Desarrollador (SENARA) Regente Ambiental del Proyecto.	Informe diario de monitoreo de las concentraciones de sedimentos durante las maniobras de limpieza. Monitoreo diario de peces durante las maniobras de limpieza para evaluar la sobrevivencia en tiempo real de manera que se pueda detener la maniobra cuando se observan afectaciones negativas. Informe anual con la	Elaborar las maniobras de Limpieza de sedimentos de manera dosificada para evitar el daño a los sitios aguas abajo de la presa.

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
				Cuando se realicen las actividades deben mantenerse un monitoreo biológico constante aguas abajo de la presa. Monitoreo de sedimentos en el embalse, que permita determinar la carga de los mismos. Evitar que el embalse se colmate de sedimentos para realizar las maniobras de limpieza. Realizarlas de manera frecuente para que las concentraciones de lodos sean menores.				evaluación de curvas de concentración de sedimentos y curvas de porcentajes de mortalidad de fauna con respecto al tiempo de las maniobras.	
Embalse y obras presa Presencia del embalse (A29)	Fauna acuática	92. Alteración de ciclos reproductivos de peces y crustáceos. 93. Alteración de sitios de desove de anfibios y reptiles.	Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317 Reglamento a la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 32633-MINAE Reglamento a la Ley de Biodiversidad. No. 34433-MINAE	1. Mantener el caudal del río Piedras íntegro de acuerdo a las fluctuaciones naturales del río. Evitar tener excedentes de agua en el embalse, canal oeste o Casa Maquinas regulando el agua desde la presa Miguel Pablo Dengo. Cuando no sea posible, desviar los excedentes de agua del embalse y casa de máquinas por el canal oeste tramo II y III de manera que se pueda rebalsar equitativamente en los diferentes ríos y quebradas cercanas al canal.	Etapas de operación	Asociado a la operación del Proyecto	Desarrollador (SENARA) Regente Ambiental del Proyecto.	Programa de manejo de excedencias de agua con o sin generación eléctrica previo a la operación del proyecto, una única vez. Programa de regulación del caudal del río Piedras previo a la operación del proyecto, una única vez.	
Actividades Generales Ampliación y construcción de caminos de acceso (A2) Canal Oeste Remoción de la cobertura vegetal (A18)	Fauna Terrestre	94. Fragmentación de las áreas de bosque por la apertura de caminos de acceso, tránsito de vehículos y maquinaria y presencia de los canales de riego.	Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Conservación de la Vida Silvestre, N° 7317 Ley de Biodiversidad, N° 7788 Reglamento a la Ley de conservación de la Vida Silvestre, DE N° 32633-MINAE Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América, Ley N° 3763 Ley Forestal N° 7575	1. Realizar monitoreos mensuales con cámaras trampa para identificar la efectividad de los pasos de fauna colocados y en caso de ser requerido, el biólogo encargado debe recomendar nuevos sitios y modificaciones al diseño de los mismos durante esta etapa.	Etapas operativas	\$75 000	Constructor Ingeniero encargado de las obras. Responsable Ambiental del Proyecto.	Informe trimestral de la efectividad de los pasos de fauna. Lista de especies observadas utilizando los pasos de fauna. Informe trimestral con recomendaciones técnicas del biólogo encargado, así como las posibles modificaciones hechas.	Monitorear la efectividad de los pasos de fauna colocados en el AP con el fin de brindar mejoras en el diseño o sitios de colocación de los mismos.
Componente social									

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
Embalse y obras presa Usos Sociales (A27) Presencia del Embalse (A29)	Paisaje	95. Incremento del valor escénico y calidad del Paisaje regional.		1.Elaborar un estudio técnico para validar la factibilidad socio ambiental y económica de implementar un plan de uso y aprovechamiento del embalse, sus áreas de amortiguamiento y propiedades afines con fines ecoturísticos, o de desarrollo de actividades económicas; tanto por parte de las comunidades, asociaciones de desarrollo u otros particulares, considerando que el embalse estaría limitado por propiedades de régimen privado, el cual va a aportar para ser incluido dentro del Plan General de Manejo y el correspondiente Reglamento de Uso Público, para el nuevo embalse y su categoría de manejo. Se deberá considerar como mínimo la participación y criterios de profesionales en las áreas de: Sociología, Economía, Biología y Geografía. Se requiere de al menos de 9 meses de tempo para el desarrollo para esta actividad. <i>Cabe aclarar que esta medida busca potenciar el impacto positivo del incremento de la calidad del paisaje por la presencia del embalse.</i>	Para aplicación en la Fase Operativa. El estudio técnico debe iniciarse antes de la finalización de las obras constructivas	Asociado al proyecto.	Desarrollador (SENARA) Regente Ambiental	Informe técnico Instrumento de percepción local social y económica, una única vez.	Potencial el aprovechamiento del embalse.
Canal Oeste y Red de conducción y distribución del riego: Operación de la red de riego (A33)	Uso de la tierra: Agroindustri a.	96. Surgimiento de nuevas actividades agropecuarias por el acceso al agua de riego en las comunidades de la red de conducción y distribución de riego.	Reforma integral de la Ley No. 7495 de expropiaciones. N° 9286. Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554 Ley de Construcciones, No. 833 Ley Constitutiva de SENARA (Ley N° 6877)	Se considera un impacto positivo del Proyecto, por lo que se van a implementar las siguientes medidas para potenciar los beneficios: 1. Elaborar e implementar un Plan de desarrollo que incluya los beneficiarios del riego en la red de distribución por medio de capacitaciones para potenciar el uso eficiente del riego en actividades productivas características de la zona o alternas, así como comercialización de los productos.	Etapas de Operación.	Asociado a la operación del Proyecto.	Desarrollador SENARA.	Documento del Plan de Desarrollo, una única vez. Informes semestrales de la implementación en la etapa operativa del Proyecto.	Propiciar mejores condiciones económicas en la zona que puedan incidir en el desarrollo comunal y regional Fomentar y facilitar la compra de bienes y servicios a los proveedores locales
Canal oeste y red de conducción y distribución de riego Operación de la red de riego (A33)	Uso de la tierra: Tenencia de la tierra.	97. Cambio en el patrón del uso de la tierra en las futuras áreas asociadas a la red de	Reforma integral de la Ley No. 7495 de expropiaciones. N° 9286. Ley Orgánica del Ambiente, N°	1. Ejecutar el plan de adquisición de las servidumbres. 2. Colocar cercas en las servidumbres de los canales de	Etapas de Operación.	Asociado a la operación del	Desarrollador SENARA. Regente	Informe de las negociaciones de las servidumbres adquiridas, una única vez.	Implementar acciones para la buena relación con la población aledaña a

Pronóstico Plan de Gestión Ambiental									
Acción del proyecto que genera el impacto	Factor ambiental	Impacto ambiental	Regulación ambiental	Medida ambiental	Cronograma de ejecución	Costo de la medida	Responsable	Indicador de desempeño	Síntesis del compromiso ambiental
		conducción y distribución de riego.	7554 Ley de Construcciones, No. 833 Ley Constitutiva de SENARA (Ley N° 6877	distribución de riego. 3. Implementación del Plan de Desarrollo. Incluyendo capacitación para los beneficiarios del riego; en temas como: fortalecimiento organizacional, técnicas para cultivos con riego, optimización del recurso hídrico en las actividades agrícolas y técnicas de conservación de suelos.		Proyecto.	Ambiental	Evidencia del cercado. Informe anual del avance en la implementación del Plan de Desarrollo en la etapa operativa del Proyecto. Se prioriza el seguimiento en los primeros cinco años de operación de PAACUME	las obras. Promover el desarrollo del área de influencia.
Canal Oeste y Red de conducción y distribución del riego: -Operación de la red de riego (A33)	Social-Cultural: Percepción local	98. Generación de incertidumbre por parte de los beneficiarios de PAACUME en cuanto al cobro tarifario de agua para riego.	Ley de la Autoridad Reguladora De Los Servicios Públicos N° 7593 Ley Constitutiva de SENARA (Ley N° 6877)	1. Elaborar un listado y caracterización socioeconómica de los beneficiarios con el riego agropecuario de PAACUME. 2. Implementar un proceso informativo con los potenciales usuarios del riego, donde se explique de manera oportuna del tema de las tarifas.	Etapas de operación.	\$100 000	Desarrollador SENARA Responsable de la Gestión Social. Responsable Ambiental del Proyecto.	Documento con la caracterización socioeconómica de los beneficiarios del riego de PAACUME, una única vez. Informes semestrales de la implementación del proceso informativo	Mantener una buena relación y transparente con los beneficiarios del riego, para evitar posibles conflictos sociales.
Embalse y obras presa Limpieza de sedimentos y control de avenidas (A26) Mantenimiento (A28) Casa Máquinas Operación de las oficinas administrativas (A30) Mantenimiento electromecánico (A31) Canal Oeste y Red de conducción y distribución del riego: Mantenimiento de la servidumbre y calibración de caudales (A32) Operación de la red de riego (A33) Mantenimiento de la red de riego (A34)	Infraestructura: Seguridad vial.	99. Aumento en la ocurrencia de accidentes laborales en las instalaciones y obras operativas del Proyecto.	Reglamento sobre Higiene Industrial N° 11492-S Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo Reglamento General de los Riesgos del Trabajo N° 13466 – TSS Reglamento de Seguridad en Construcciones N° 25235-MTSS RTCR 292 –1992; Seguridad, Incendios y Señalización N° 26204-MEIC	1. Elaborar e implementar un Programa de Salud y Seguridad Ocupacional para la operación de las obras.	Etapas de operación.	Costo asociado a la operación del Proyecto.	Desarrollador SENARA. Responsable de la Seguridad Ocupacional. Regente Ambiental del Proyecto.	Informe semestral de la implementación del Programa de salud y seguridad ocupacional.	Prevenir accidentes y lesiones a los trabajadores de las obras en construcción y operación.

Tabla 6 13. Resumen de costos ambientales incluidos en el P-PGA

Descripción de la medida	Costo de la medida
Garantizar el buen estado y el mantenimiento de la maquinaria	\$ 50 000
Equipar a los frentes de trabajo con insumos para la contención y atención de derrames	\$10 000
Implementar un Programa de para la Gestión de Residuos.	\$ 247 000
Establecer un plan de monitoreo durante toda la etapa constructiva, del contenido de sedimentos del río o quebrada cercana a las obras.	\$ 60 000
Elaborar e implementar un Plan de Rescate y Reubicación de la Fauna para el proceso constructivo de las obras de PAACUME y en la actividad del llenado del Embalse río Piedras. El Plan debe contemplar el menos los lineamientos para la captura, cuidado y liberación de la fauna, así como el monitoreo de la adaptación al hábitat.	\$ 200 000
Elaboración de un plan de acondicionamiento final de la escombrera 3, contemplando conformación, confección de obras de manejo de escorrentía para control de erosión, descompactación del suelo, colocación de capa superior de suelo orgánico de al menos 20 cm de grosor y revegetar los sitios, considerando el uso futuro del terreno que el propietario desee.	\$ 15 400
Construcción de reductores de velocidad, y colocación de señalización vial en el AP.	\$ 10 000
Colocar pasos terrestres que comuniquen ambos lados de las rutas permanentes dentro del AP y canales de riego.	\$ 560 000
Colocar pasos aéreos que comuniquen ambos lados de las rutas permanentes dentro del AP y canales de riego.	\$ 6 400
Se requiere de un profesional en biología para supervisar los movimientos de tierra y evitar muertes de fauna por acciones de la maquinaria.	\$ 80 000
Implementar un Plan de Gestión de los Recursos Arqueológicos (PGRA): Con antelación a cualquier movimiento de tierra.	\$ 2 500 000
Elaborar e implementar un Plan de Relación con las Comunidades acompañado de una estrategia de comunicación interna y externa para la prevención, control y seguimiento de conflictos sociales con los diferentes actores socialesde interés.	\$ 800 000
Elaborar e implementar un Programa de Salud y Seguridad Ocupacional para la etapa constructiva del proyecto	\$ 250 000
Elaborar un mapeo de los usos socioeconómicos del Río Piedras en el área de inundación del embalse, como registro previo para determinar las actividades afectadas.	\$ 25 000
En las rutas de acceso y área del proyecto, donde identifique constante interacción con maquinaria pesada y vehículos livianos, colocar señalización vial horizontal y vertical para su debido acatamiento.	\$ 3 000
El Proyecto debe invertir en las condiciones de seguridad vial necesarias para los centros de población ubicados en la ruta principal de acceso a las obras de campamentos y presa. Principalmente el tramo de la carretera que inicia de la Clínica de Bagaces hacia el centro de la comunidad de Falconiana.	\$ 20 000
Construcción de 250metros de acera en el cuadrante de la Escuela de Falconiana	\$ 10 500
Formular y ejecutar un plan de adquisición de propiedades	\$ 1 000 000



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

Elaboración e implementación de un Programa de Educación Ambiental en las comunidades del área de influencia social directa e indirecta del Proyecto.	\$ 400 000
Realizar previo al llenado del Embalse Río Piedras, un proceso de información en las comunidades aledañas al embalse, trabajadores del proyecto, SINAC, Municipalidad de Bagaces y otros actores sociales de interés.	\$ 120 000
Compensar creando quebradas artificiales que ofrezcan un ecosistema adecuado para la especie endémica <i>Brachyrhaphis olomina</i> .	\$ 19 000
Implementar un monitoreo mensual biológico en la franja de protección aledaña al embalse,	\$ 95 000
Implementar un monitoreo biológico en las zonas de reforestación de sifones, las cuales funcionan como sitio de paso para la fauna presente	\$ 95 000
Diseño e implementación de un plan de aprovechamiento forestal	\$ 1 063 714
Diseñar y ejecutar un plan de restauración de hábitat natural en la franja de protección aledaña al embalse	\$ 521 000
Ejecutar un plan de seguimiento de la sobrevivencia y desarrollo de los árboles plantados y del proceso de restauración ecológica por sucesión natural, mediante el monitoreo y análisis de la abundancia y desarrollo de la regeneración natural de especies vegetales y la abundancia de fauna silvestre	\$ 260 000
Diseño e implementación de un plan de corta	\$ 41 900
Diseño e implementación de un plan transporte forestal,	\$ 767 470
Realizar la revegetación de las áreas donde se eliminó la vegetación a orillas de ríos y quebradas, mediante planes de reforestación	\$ 15 400
Ejecutar un plan de seguimiento de la sobrevivencia y desarrollo de los árboles plantados y del proceso de restauración ecológica por sucesión natural, mediante el monitoreo y análisis de la abundancia y desarrollo de la regeneración natural de especies vegetales y la abundancia de fauna	\$ 7 700
Gestionar la posibilidad de un convenio con el Fondo de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) para ejecutar un programa de Pago de Servicios Ambientales PSA en el Corredor Biológico Barbudal por 120 ha de reforestación	\$ 120 000
Establecer y ejecutar un plan de monitoreo biológico con informes quinquenales para dar seguimiento a la funcionalidad del corredor biológico o franja de conectividad de los bosques del Río Piedras y la RBLB.	\$ 50 000
Implementar charlas de educación ambiental para evitar la cacería en el corredor biológico o franja de conectividad de los bosques del Río Piedras y la RBLB. Además, elaborar y distribuir un protocolo de respuesta ante incendios forestales en el corredor biológico o franja de conectividad de los bosques del Río Piedras y la RBLB	\$ 5 000
Equipar a los frentes de trabajo con insumos para la contención y atención de derrames	\$ 4 000
Disponer de infraestructura y materiales para la adecuada separación de los residuos desde la fuente.	\$ 3 000
Realizar monitoreos mensuales con cámaras trampa para identificar la efectividad de los pasos de fauna colocados y en caso de ser requerido, el biólogo encargado debe recomendar nuevos sitios y modificaciones al diseño de los mismos durante esta etapa.	\$ 75 000

Elaborar un estudio técnico para validar la factibilidad socio ambiental y económica de implementar un plan de uso y aprovechamiento del embalse, sus áreas de amortiguamiento y propiedades afines.	\$ 50 800
Elaborar un listado y caracterización socioeconómica de los beneficiarios con el riego agropecuario de PAACUME	\$ 100 000
Costo Total	\$9 661 284

6.4.3 Medidas de control ambiental mediante el desarrollo de planes, programas y protocolos

En el expediente D1-21601-2017 de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) dentro del marco de obtención de la Viabilidad Ambiental del Proyecto PAACUME, se incluyeron planes específicos elaborados con alta rigurosidad, considerando la aplicación de medidas dirigidas a prevenir y mitigar los impactos ambientales asociados tanto al cambio de uso de suelo en las 113 hectáreas de la Reserva Biológica Lomas de Barbudal como al resto del AP y las áreas de influencia del proyecto.

1. Plan de rescate, traslocación y reinserción de mitigación de vida silvestre del PAACUME, con lineamientos para la captura, cuidado y liberación de la fauna, así como el monitoreo de la adaptación al hábitat.
2. Manejo del paisaje del AP, Sector Embalse y obras aledañas del PAACUME.
3. Puntos de partida para implementar el Plan de Aprovechamiento Forestal y Manejo de Biomasa del PAACUME.
4. Lineamientos generales para el protocolo de desembalse Río Piedras.

Por su parte, las siguientes son otras medidas incluidas dentro del P-PGA del EsIA que oportunamente deberán desarrollarse de forma amplia dado su nivel de complejidad y significancia para el control de los impactos del proyecto previstos.

1. Colocar pasos aéreos y terrestres que comuniquen ambos lados de las rutas permanentes dentro del área del proyecto y canales de riego.
2. Implementar un Plan de Gestión de los Recursos Arqueológicos (PGRA), con antelación a cualquier movimiento de tierra.
3. Elaborar e implementar un Plan de Relación con las Comunidades acompañado de una estrategia de comunicación interna y externa para la prevención, control y seguimiento de conflictos sociales con los diferentes actores sociales de interés.

4. Diseñar y ejecutar un protocolo de atención de consulta, solicitudes y reclamos en la etapa de construcción.
5. Elaborar e implementar un Plan de Ahorro Energético y Uso Eficiente del Recurso Hídrico para la operación del campamento.
6. Elaborar e implementar un Programa de Salud y Seguridad Ocupacional para la etapa constructiva del proyecto.
7. Formular y ejecutar un plan de adquisición de propiedades para el área del Embalse.
8. Incluir en el programa de educación ambiental de Paacume temas relacionados con las áreas silvestres protegidas, prevención de incendios forestales, reforestación, conocimiento de las especies de flora y fauna de la zona y conservación de bosques (Programa de Educación Ambiental).
9. Elaborar e implementar un Programa de Seguridad Vial, que debe ser acatado de manera obligatoria por el personal y los contratistas de maquinaria y servicios del Proyecto.
10. Construcción de un paso para peces (escalera de peces) cuyo diseño permita la comunicación del Embalse con el río Piedras aguas abajo de la presa.
11. Elaborar y distribuir un protocolo de respuesta ante incendios forestales en el biológico o franja de conectividad de los bosques del Río Piedras y la RBLB.
12. Elaborar e implementar un Programa de Atención de Emergencias y Riesgos que se socialice con las comunidades del área de influencia en Bagaces, principalmente las ubicadas aledañas a al Embalse Río Piedras y la presa.
13. Elaborar un Estudio técnico de capacidad de uso del Embalse y sus zonas aledañas.

6.4.4 Medidas de compensación

De acuerdo con la metodología empleada para evaluar la importancia de los impactos ambientales del proyecto, Matriz de Importancia de Impacto Ambiental (MIIA), algunos de estos fueron calificados como críticos, es decir, que no pueden ser atenuados, generando daños al medio no recuperables. Dichos impactos se encuentran asociados al llenado y presencia del embalse, a la explotación del Tajo La Isla, a la desafectación de una porción de la RBLB y a la remoción de la cobertura vegetal para la construcción de las obras presa. Es por ello que, para resarcir los daños ambientales inevitables, se plantearon una serie de acciones.

1. Ejecutar un Plan de Compensación del área inundada de la RBLB por el llenado del Embalse.
2. Diseñar y ejecutar un plan de restauración de hábitat natural en la franja de protección aledaña al Embalse. Este debe considerar la ejecución de un plan de seguimiento de la sobrevivencia y desarrollo de los árboles plantados y del proceso de restauración ecológica por sucesión natural, mediante el monitoreo y análisis de la abundancia y desarrollo de la regeneración natural de especies vegetales y la abundancia de fauna silvestre.
3. SENARA debe suscribir un convenio con FONAFIFO para estimular el sometimiento al Pago de Servicios Ambientales de al menos 280.246 hectáreas en fincas cercanas al proyecto de propietarios privados.
4. Reforestación de 61 hectáreas en fincas con coberturas de herbazal y herbazal arbolado propiedad del SENARA ubicadas en las cercanías del anillo de protección del embalse y conservación de 6 hectáreas de matorral espinoso dentro de la actual finca Asetrek Tres Azul S.A. Estas medidas tienen como objetivo compensar los posibles efectos ambientales negativos sobre la cobertura forestal que se producirán con la explotación del Tajo la Isla.
5. Ejecutar las acciones necesarias para establecer una franja de conectividad o paso de fauna (corredor biológico) de hábitat natural aledaño al Embalse para mantener la conectividad entre el bosque maduro ribereño del río Piedras y zonas boscosas circundantes, principalmente la RBLB.
6. Crear quebradas artificiales que ofrezcan un ecosistema con las necesidades requeridas para la sobrevivencia de la especie endémica *Brachyrhaphis olomina*. Las quebradas artificiales para compensar pueden ser creadas en los cauces de quebradas intermitentes que cruzan el canal oeste tramo II, específicamente los primeros 2.5 kilómetros aguas abajo del sitio de presa, alimentándolas permanentemente con agua del canal, las personas encargadas de darle seguimiento son el biólogo encargado y el equipo ambiental del proyecto.

7. Construcción de 250 metros de acera en el cuadrante de la Escuela de Falconiana. Se debe colaborar con las mejoras de la infraestructura comunal, como medida compensatoria para las comunidades del área de influencia social directa que se justifique.

6.4.5 Monitoreo y regencia

Como se indica en las diferentes medidas de control ambiental para la prevención, mitigación y compensación de los impactos identificados, el Desarrollador deberá designar un consultor ambiental debidamente acreditado según lo que indicará la legislación nacional y fungir como responsable ambiental ante la Setena.

La Regencia es la supervisión general del proyecto realizada por dicho responsable Ambiental, que contempla todas las actividades para el seguimiento y control del cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental del proyecto. Una parte del P-PGA consiste en definir los objetivos y acciones específicas de monitoreo sobre el avance del plan conforme se ejecutan las acciones del proyecto, obra o actividad. Deben definirse claramente cuáles son las variables ambientales o factores a los que se le dará seguimiento (la frecuencia, los métodos, tipo de análisis, y la localización de los sitios). Debe haber integración clara con lo propuesto en el punto anterior.

En la Tabla 6 14 se plantean las acciones específicas para monitorear el cumplimiento y la efectividad de las medidas de control ambiental adquiridas por el proyecto.



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

Tabla 6 14. Monitoreo de la Regencia Ambiental del proyecto

Etapa de Construcción						
Medio Físico						
Variable o factor ambiental/ Impacto	Medida	Indicador de desempeño	Objetivos monitoreo	Acciones específicas de monitoreo	Frecuencia	Etapa del proyecto
Aire/ 1. Afectación de la calidad del aire por material particulado (polvo), emisiones y ruido.	1.Garantizar el buen estado y el mantenimiento de la maquinaria mediante las siguientes acciones: - Poseer al día los permisos de RITEVE y el marchamo. -Exigir y realizar el buen mantenimiento de filtros y muflas de la maquinaria y equipo pesado. -Controlar las emisiones atmosféricas generadas por la maquinaria y los equipos que están exentos de la revisión técnica, tales como la maquinaria rodante de construcción (retroexcavadoras, montacargas, plantas eléctricas, entre otros) y otros equipos (taladros, motosierras). Asimismo, adoptar las acciones correctivas del caso, cuando así se requiera.	Registros de mantenimiento de maquinaria y equipo. Plan de mantenimiento de maquinaria y equipo. Informes de muestreo de la calidad del aire.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso aire.	-Verificar los registros donde se indique que se estén realizando los mantenimientos de maquinaria y equipo. -Solicitar el Plan de Mantenimiento de equipo. -Solicitar los registros de marchamo y RTV de la maquinaria y equipo del proyecto. -Verificar la ejecución del muestreo de la calidad del aire, mediante la solicitud de los informes de resultados.	-Mensual -Mensual -Mensual -Trimestral	Etapa constructiva



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	Dicho control implica la evaluación de las emisiones y los ajustes necesarios.					
	2. Controlar el polvo mediante sistemas de riego. Favorecer el uso de agua residual tratada, cumpliendo con lo establecido a nivel nacional.	Informe de la implementación de Sistema de reuso de aguas residuales tratadas.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso aire.	-Verificar en campo el uso de sistemas de riego y verificar si se está favoreciendo el uso de agua residual.	-Semanal	Etapas constructiva
	3. Mantener humedecidas las rutas de acceso al proyecto que sean de lastre o tierra, así como áreas expuestas, sin cobertura vegetal cercanas a las comunidades del área de influencia social.	Informes de inspección ambiental Informes regenciales.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso aire.	-Verificar en campo que las rutas en lastre y tierra se encuentren humedecidas.	-Semanal	Etapas constructiva
	4. Habilitar sistemas de aspersión o métodos para cubrir el material en los sitios de stock de materiales (agregados, tierra, otros), que puedan generar la emanación de partículas.	Informes de inspección ambiental Informes regenciales.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso aire.	-Verificar en campo la utilización de dispositivos para cubrir materiales que puedan generar emanación de partículas.	-Semanal	Etapas constructiva
	5. Mantenimiento de las áreas de cobertura vegetal para que sirva como barrera que impida la generación de polvo.	Informes de inspección ambiental Informes regenciales.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso aire.	-Verificar en campo el mantenimiento de la cobertura vegetal.	-Semanal	Etapas constructiva
	6. Utilizar geotextil en áreas de trabajo que se mantengan sin	Informes de inspección ambiental Informes regenciales.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales	-Verificar en campo el uso de geotextil en zonas sin cobertura vegetal.	-Semanal	Etapas constructiva



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	cobertura vegetal.		para proteger el recurso aire.			
	7. Revegetar lo antes posible las áreas sin cobertura vegetal.	Informes de inspección ambiental Informes regenciales.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso aire.	-Verificar en campo que sean revegetadas las áreas sin cobertura vegetal.	-Semanal	Etapas constructiva
	8. Para el movimiento de tierras y escombros, se debe utilizar vehículos con lona.	Informes de inspección ambiental Informes regenciales.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso aire.	-Verificar en campo que todos los vehículos que transiten con material lleven la lona. -Verificar contratos que incluyan la medida de utilización de lonas en vehículos. -Verificar que las capacitaciones incluyan el uso obligatorio de lona en los vehículos.	-Semanal -Revisar una única vez los contratos. -Revisar una única vez el contenido de las charlas de inducción que tengan este tema.	Etapas constructiva
	9. Prohibir la quema de todo tipo de residuos y desechos. Se debe gestionar u ejecutar la disposición final.	Informes de inspección ambiental Informes regenciales.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso aire.	- Verificar en campo que no se realicen quemas de los residuos y desechos. -Verificar que las capacitaciones incluyan la solicitud del cumplimiento de esta medida.	-Semanal -Revisar una única vez el contenido de las charlas de inducción que tengan este tema.	Etapas constructiva
	10. Elaborar un	Protocolo de uso y	Verificar que se estén	-Solicitar el protocolo de	-Una única	Etapas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	protocolo de uso y operación de equipo y maquinaria donde se impida el uso de las bocinas de la maquinaria y equipo en las áreas de influencia del proyecto, a menos que sea estrictamente necesario, entre otras medidas asociadas al tránsito de vehículos y maquinaria.	operación de equipo y maquinaria.	ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso aire.	uso y operación de equipo y maquinaria. -Verificar que en el protocolo se encuentra el uso de bocinas. -Verificar en campo el uso de bocinas de acuerdo a lo solicitado en el protocolo por medio de supervisiones.	vez. -Una única vez revisar si está incluido en el protocolo el uso de bocinas. -Semanal	constructiva
	11. Implementar un programa de monitoreo periódico de ruido en el AP y AID, de modo que no se sobrepase con los niveles permisibles definidos en la legislación correspondiente. Los sitios que sobrepasen los niveles se deben implementar acciones de mitigación.	Programa de monitoreo de ruido implementado en el área de influencia directa, informes mensuales.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso aire.	-Solicitar el informe de ruido producto del programa de monitoreo y verificar en campo la implementación de medidas producto de los resultados obtenidos.	-Mensual	Etapas constructivas
	Restringir realizar actividades constructivas en horario nocturno en sitios poblados.	Programa de monitoreo de ruido implementado en el área de influencia directa, informes mensuales.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso aire.	-Verificar la directriz girada de restricción de actividades constructivas en horario nocturno. Verificar por medio de los informes de ruido la no afectación por ruido en la noche por parte del proyecto.	-Una única vez solicitud de directriz. -Mensual	Etapas constructivas
	13. Promover la	Cantidad de concreto	Verificar que se estén	-Verificar la gestión de la	-Una única vez	Etapas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	utilización de sistemas de producción de concretos móviles.	producido con sistemas móviles.	ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso aire.	promoción de la utilización de sistemas de producción de concretos móviles. -Solicitar la cantidad de concreto producido por sistemas móviles.	la gestión de la promoción del uso de sistemas de producción. -Mensual.	constructiva
	14. Procurar en caso de que se requiera el uso y mantenimiento de filtros eficientes para retener el material particulado de las plantas de concreto.	Bitácora ambiental.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso aire.	-Solicitar los registros de mantenimiento de filtros de las plantas de concreto.	-Semestral	Etapas constructivas
	15. Realizar muestreos periódicos de la calidad del aire en plantas de concreto y en sitios definidos por el Regente Ambiental.	Informes de los muestreos de calidad de aire.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso aire.	-Solicitar los informes de los muestreos de la calidad del aire.	-Trimestral	Etapas constructivas
Aire/ 2. Afectación de la calidad del aire por olores.	1. Mantener un control de las actividades que puedan emanar olores y que perjudiquen la estabilidad del entorno, tales como planta de tratamiento, sistemas de tratamiento, manejo de residuos orgánicos.	Informe con el detalle de la técnica(s) implementada(s) para control de olores en planta de tratamiento, manejo de residuos orgánicos.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso aire.	-Solicitar informe de las técnicas utilizadas para el control de olores.	-Mensual	Etapas constructivas
Agua/ 3. Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a arrastre y	1. Valorar la necesidad de instalar un sistema para el lavado de llantas de los vehículos (incluye maquinaria y equipos) que salgan de la obra a calle pública, que provengan de las	Sistema de recirculación de aguas del lavado de vehículos implementados. Registro de mantenimiento del sistema.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Solicitar la valoración realizada para la utilización de un sistema de lavado de llantas mediante recirculación de agua. -Verificar en campo el	-Una única vez revisar la valoración. -Semanal	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

depósito de sedimentos vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	actividades de movimientos de tierra (barro) que permita recircular el agua utilizada en el proceso de lavado. Evitar usar agua potable en esta actividad.			lavado de llantas por medio de un sistema de recirculación.		
	2. Diseñar, implementar y mantener un adecuado sistema de canalización de aguas de escorrentía y trampas de sedimentos.	Sistema de canalización de aguas de escorrentía y trampas de sedimentos Implementado.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Verificar en campo el uso de sistemas de canalización de aguas de escorrentía y las trampas de sedimentos.	-Semanal	Etapas constructiva
	3. Se debe evitar el abultamiento de lodos, llevando un control permanente del contenido de nutrientes, carga orgánica, oxígeno disuelto, caudal de retorno de lodos y operación del sedimentador.	Registro de mantenimiento del sistema.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Solicitar los registros de mantenimiento del sistema.	-Mensual	Etapas constructiva
	4. Recolectar y manejar separadamente de forma correcta las aguas grises, aguas residuales, aguas de escorrentía.	Informes de inspección ambiental Informes regenciales	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Verificar en campo el manejo separado de las aguas residuales (grises y especiales) y de escorrentía del proyecto.	-Semanal	Etapas constructiva
	5. Instalar barreras que impidan el arrastre de materiales de construcción y sobrantes, por escorrentía. Mantener la limpieza y	Informes de inspección ambiental Informes regenciales Registro de mantenimiento del sistema.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Verificación en campo la colocación y mantenimiento de barreras para evitar el arrastre de materiales hacia los cuerpos de agua.	-Semanal	Etapas constructiva



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	buen funcionamiento de las mismas.					
	6. Mantenimiento (predictivo, preventivo y correctivo) periódico de vehículos, maquinaria y equipo del proyecto.	Registro de mantenimiento por cada vehículo, maquinaria y equipo.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Verificar los registros donde se indique que se estén realizando los mantenimientos de maquinaria y equipo.	-Mensual	Etapas constructiva
	7. Para el caso de maquinaria alquilada, se debe garantizar mediante registros solicitados al contratista el plan de mantenimiento (predictivo, preventivo y correctivo) de su equipo.	Registro de mantenimiento por cada vehículo, maquinaria y equipo.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Verificar los registros donde se indique que se estén realizando los mantenimientos de maquinaria y equipo alquilado.	-Mensual	Etapas constructiva
	8. Exigir a los contratistas la atención y manejo adecuado de los derrames producto de sus actividades en el proyecto.	Cláusula del contrato donde se exige la atención y manejo de derrames. Registro de capacitaciones del contratista.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Solicitar el contrato de la maquinaria alquilada y verificar la existencia de la cláusula de manejo de derrames. -Solicitar la lista de asistencia de las capacitaciones en manejo y atención de derrames a los contratistas.	-Una única vez. -Anual a todo el personal que maneja sustancias y residuos peligrosos y cada vez que haya ingreso de personal en estas labores.	Etapas constructiva
	9. Establecer y actualizar un protocolo de atención de derrames para todo el personal de la obra.	Protocolo implementado. Registro de capacitaciones.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Solicitar el protocolo de atención de derrames y verificar en campo su implementación.	-Una única vez y en caso de darse un derrame.	Etapas constructiva



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	Capacitar al personal.			-Solicitar la lista de asistencia de las capacitaciones en atención de derrames.	-Anual a todo el personal que maneja sustancias y residuos peligrosos y cada vez que haya ingreso de personal en estas labores.	
	10. Implementar acciones para el monitoreo de vertido y reuso de aguas residuales conforme lo establece la legislación nacional.	Manual de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales del campamento: El manual debe contener las instrucciones precisas sobre el funcionamiento de cada uno de los procesos y elementos que componen, la planta, debe fijar reglas de operación y debe incluir acciones concretas a los posibles problemas de funcionamiento que se puedan presentar. Informe del control diario del caudal afluente del sistema de tratamiento.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Solicitar el manual de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales del campamento y verificar la inclusión de: instrucciones, reglas de operación y acciones concretas en caso de fallos. -Solicitar los informes diarios del caudal del afluente del sistema de tratamiento.	-Una única vez. -Mensual	Etapas constructivas
	11. Implementar y mantener sistemas de tratamiento de aguas residuales en las instalaciones temporales del campamento, que sea	Reportes operacionales. Certificado de calidad del agua emitido por el Ministerio de Salud. Permiso de ubicación de la Planta de Tratamiento de aguas	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Solicitar los reportes operacionales. -Solicitar el certificado de calidad del agua. -Solicitar el permiso de	-Trimestral -Una única vez.	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	avalado por el Ministerio de Salud. - Mantener en la planta, resultados de las caracterizaciones periódicas del agua residual cruda como la tratada, en los parámetros que establece la legislación. - Contar con un stock de los materiales y productos químicos necesarios para el funcionamiento del sistema de tratamiento.	residuales ordinarias y especiales. Bitácora del sistema de tratamiento.		ubicación de la Planta. -Verificar la existencia y uso de la bitácora del sistema de tratamiento.	-Una única vez -Mensual	
	12. Diseñar, implementar y mantener sistemas de tratamiento de agua residual de la planta de concreto, que puedan operar sistemas de recirculación o vertido.	Sistema de tratamiento de aguas residuales en la planta de concreto implementado. Registro de mantenimiento del sistema.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Verificar en campo el uso de un sistema de tratamiento de aguas residuales de la planta de concreto con sistemas de recirculación o vertido. -Solicitar los registros de mantenimiento del sistema.	-Mensual -Mensual	Etapas constructivas
Suelo/ Factor 4. Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.	1. Implementar y mantener un sistema de almacenamiento y autoconsumo de combustibles conforme lo establece la legislación respectiva.	Sistema de almacenamiento y autoconsumo de combustibles implementado.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Verificar en campo la existencia de un sistema de almacenamiento de combustible de acuerdo a la legislación vigente.	-Mensual	Etapas constructivas
	2. Usar recipientes certificados para el almacenamiento de sustancias peligrosas. Todo recipiente debe estar rotulado de acuerdo a la NFPA 704.	Informes de inspección ambiental Informes regenciales Porcentaje de recipientes certificados para almacenamiento de	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Verificar el uso de recipientes certificados y la rotulación de sustancias peligrosas de acuerdo al Sistema Globalmente Armonizado.	-Semanal	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

		Sustancias peligrosas y rotulados.				
	3. Implementar áreas adecuadas para el almacenamiento de sustancias peligrosas.	Area(s) adecuada(s) para almacenar sustancias peligrosas.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Verificar en campo la existencia de áreas para almacenamiento de sustancias peligrosas de acuerdo a la legislación vigente.	-Semanal	Etapas constructiva
	4. Capacitar al personal en manejo de sustancias peligrosas.	Registro de charlas/capacitaciones impartidas Listas de asistencia.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Solicitar las listas de asistencia de las charlas de manejo de sustancias peligrosas.	- Anual a todo el personal que maneja sustancias peligrosas y cada vez que haya ingreso de personal en estas labores.	Etapas constructiva
	6. Contar con un protocolo para atención de derrames. Capacitar al personal.	Protocolo de atención de derrames.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Solicitar el protocolo de atención de derrames. -Solicitar listas de asistencia a capacitaciones en el protocolo de atención de derrames.	-Una única vez. -Anual a todo el personal que maneja sustancias peligrosas y cada vez que haya ingreso de personal en estas labores.	Etapas constructiva
	6.Equipar a los frentes de trabajo con insumos para la contención y atención de derrames	Informes de inspección ambiental Informes regenciales	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Verificar en campo la existencia de equipos de contención y atención de derrames.	-Mensual	Etapas constructiva
	7. Disponer de cabinas sanitarias para los trabajadores.	Evidencia de la existencia de las cabinas sanitarias una cabina sanitaria para	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el	-Verificar en campo la existencia de la cantidad de cabinas sanitarias u otro medio avalado por la	-Mensual	Etapas constructiva



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

		cada 20 trabajadores y cuando sean más de cien por cada 25 trabajadores una adicional.	recurso suelo.	legislación vigente de acuerdo a lo indicado.		
	8. Implementar un Programa de para la Gestión de Residuos. Que incluya: -Nombramiento de un encargado para la gestión de residuos durante la etapa constructiva y cierre de la misma. -Capacitación al personal en manejo de residuos. -Establecer áreas de almacenamiento temporal de residuos ordinarios, especiales y peligrosos conforme las disposiciones de la legislación nacional; tanto en frentes de obra como uno principal para el proyecto. -Proveer a las obras del proyecto de recursos para la adecuada gestión de los residuos (recipientes separadores, recipientes y materiales para la contención de derrames, etiquetas,	Programa de Gestión de Residuos implementado. Registro de charlas/capacitaciones impartidas Listas de asistencia Áreas de almacenamiento establecidas. Cantidad de frentes dotados de recursos para la gestión de residuos. Registro actualizado de residuos.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Solicitar el programa para la Gestión Integral de Residuos. -Solicitar las listas de asistencia de todo el personal en manejo de residuos. -Verificar en campo la existencia de áreas para el almacenamiento temporal de residuos de todo tipo. -Verificar en campo la existencia de insumos para el manejo de los residuos (recipientes, bolsas, equipo de protección, equipo de contención, rotulación y recurso humano). -Solicitar los registros de los descartes de los residuos por tipo y cantidad. -Solicitar los permisos de autorización de los gestores de residuos.	-Una única vez -Anual a todo el personal y cada vez que ingrese personal al proyecto. -Semanal -Semanal -Mensual	Etapas constructiva



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	rotulación, bolsas plásticas, equipo de protección personal, recurso humano, etc.) -Mantener un registro actualizado del manejo de residuos en el proyecto (tipo, cantidades, embalaje, almacenamiento, transporte y disposición final). -Gestionar los residuos únicamente con gestores autorizados.				-Una única vez a todos los gestores utilizados.	
	9. No utilizar productos altamente peligrosos o bien prohibidos a nivel nacional para el control de malezas o remoción de coberturas.	Informes de inspección ambiental.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Solicitar el método utilizado para el control de malezas por parte de proyecto y verificar que no sea altamente peligros ni prohibido a nivel nacional.	-Una única vez.	Etapas constructivas
Agua/ 5. Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo Inadecuado de los residuos generados.	1. Incluir cláusulas de responsabilidad extendida del productor, así como cláusulas ambientales en los procesos de adquisición de materiales o servicios para la fase constructiva.	Cláusulas Ambientales incluidas en procesos de adquisición de productos y servicios.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Verificar que en los contratos de materiales y servicios se incluya cláusulas ambientales y responsabilidad extendida en productos.	-Una única vez en cada uno de los contratos.	Etapas constructivas
	2. Implementar la rotación de los productos peligrosos almacenados para evitar su vencimiento.	Plan de rotación de inventarios en almacenes.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Solicitar el plan de rotación de inventarios de productos peligrosos. -Verificar en campo que se esté dando la rotación de productos peligrosos.	-Una única vez -Semestral	Etapas constructivas
	3.Implementar	Informes de inspección	Verificar que se estén	-Verificar en campo	-Semanal	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	prácticas de bajo consumo/ahorro de agua.	ambiental. Informes regenciales	ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	prácticas de bajo consumo y/o ahorro de agua.		constructiva
	4. Uso de materias primas ecoeficientes/amigables con el ambiente.	Registro de cantidad de materias primas ecoeficientes/amigables con el ambiente utilizadas.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Solicitar los registros de cantidad de materias primas ecoeficientes compradas.	-Mensual	Etapas constructivas
	5. Fomentar la reutilización de materiales y reducción de residuos.	Informe trimestral con las acciones de reutilización y reducción de residuos implementadas.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Solicitar informe con acciones para reutilización de materiales. -Verificación en campo sitio de acopio de reutilización de materiales.	-Trimestral -Semanal	Etapas constructivas
	6. Cumplir con lo establecido en la legislación al momento de transportar sustancias o residuos peligrosos: permisos del MOPT (sustancias peligrosas) y gestión ante el SIGREP (residuos).	Informes de inspección ambiental. Registro de permisos tramitados. Informes regenciales.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Solicitar permisos de transporte de sustancias y residuos peligrosos.	-Semestral	Etapas constructivas
	7. Enviar a relleno sanitario autorizado por el Ministerio de Salud solo los residuos que son estrictamente necesarios.	Registro actualizado de residuos.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Solicitar los registros de descartes de residuos enviados al relleno.	-Trimestral	Etapas constructivas
	8. Mantener un registro actualizado del manejo de residuos en el proyecto que incluya tipo, cantidades,	Registro actualizado de residuos.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Solicitar los registros de descartes de residuos del proyecto.	-Trimestral	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	embalaje, almacenamiento, transporte, disposición final.					
	9. Utilizar productos amigables con el ambiente para el mantenimiento de zonas verdes y de las edificaciones temporales y permanentes (campamento y áreas administrativas).	Informes de inspección ambiental. Informes de regencia. Porcentaje productos amigables usados para mantenimiento de zonas verdes y limpieza de edificios.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Verificar en campo si los productos utilizados para mantenimiento de zonas verdes son amigables con el ambiente.	-Mensual	Etapas constructiva
Agua/ 6. Cambio en el paso natural de las aguas de escorrentía por escurrimiento superficial.	1. Realizar manejo adecuado de aguas, mediante zanjas y pasos de alcantarilla en los diferentes frentes de trabajo principalmente en las obras de la presa, caminos de acceso y las escombreras.	Bitácora de la obra Informe de regencia ambiental.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Verificar en campo medidas para manejo de aguas de escorrentía.	-Semanal	Etapas constructiva
Suelo/ 7. Variación en la topografía del terreno por los trabajos de excavación para la construcción de las obras.	1. Diseñar las excavaciones de manera que se asegure su estabilidad de los taludes.	Informe con diseño de taludes para las obras de presa.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Solicitar diseño de taludes de las obras de la presa.	-Una única vez	Etapas constructiva
Medio físico/ Suelo/ 8. Aumento de erosión por la excavación de taludes en el terreno natural.	1. Implementar acciones para la estabilización de taludes, como concreto lazado que cubra los taludes donde se requiera de acuerdo a las recomendaciones	Informe en la bitácora de las acciones para la estabilización de taludes y la construcción de dispositivos de control de erosión.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Verificar en campo las obras de estabilización de taludes.	-Mensual	Etapas constructiva



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	geotécnicas.					
	2. Manejo, deposición y canalización adecuada en las obras.	Informe en la bitácora de las acciones para la estabilización de taludes y la construcción de dispositivos de control de erosión.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Verificar en campo obras de canalización de aguas.	-Mensual	Etapas constructiva
	3. Utilización de dispositivos de control de erosión y colocación de cobertura vegetal donde sea posible.	Área total de cobertura vegetal vs. Área de taludes Expuestos.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Verificar revegetación de taludes expuestos que no se vayan a estabilizar con concreto lanzado. -Solicitar la cantidad de área de cobertura vegetal versus área de taludes expuestos.	-Mensual -Mensual	Etapas constructiva
	4. Canalizar flujos de agua, construir drenajes, diques de retención y sedimentadores.	Informe del control de los sedimentadores, no se deben sobrepasar de 2000 p.p.m.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Verificar en campo canalización de aguas, drenajes, diques y sedimentadores. -Solicitar las mediciones de sedimentadores y verificar que no sobrepasen las 2000ppm.	-Mensual -Mensual	Etapas constructiva
Agua subterránea/9. Impermeabilización del macizo rocoso donde se fundará la presa, cortado el flujo natural de los niveles de agua sub superficiales.	1. Controlar la producción de lechada de cemento, definiendo sitios adecuados para el almacenamiento del cemento y construyendo una adecuada red de drenajes para el producto que no se incorpore al macizo rocoso y que emerja.	Informe en la bitácora la obra de las acciones realizadas. Informe de regencia ambiental.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua subterránea.	-Verificar en campo la existencia de sitios adecuados para el almacenamiento de cemento. -Verificar en campo la existencia de una red de drenajes para el producto que no se incorpore al macizo rocoso y que emerja.	-Mensual -Mensual	Etapas constructiva



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	Deben construirse, además sedimentadores, para separar las partes sólida y líquida de la lechada de agua-cemento.			-Verificar en campo la existencia de sedimentadores para la separación de las partes sólida y líquida de la lechada.	-Mensual	
Suelo-geomorfología/ 10. Degradación de las formas del relieve.	1. Optimización de las áreas constructivas que se van a excavar, así como de las áreas requeridas para espacio de maniobras de maquinaria, con el fin de minimizar el efecto en la forma de relieve local.	Planos de Diseño de las obras y sus huellas de excavación.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Solicitar los planos de diseño de las obras y sus huellas de excavación.	-Una única vez	Etapas constructivas
	2. Como medida de compensación, asociar la medida ambiental 3 del Impacto N. 76: Reducción del área de bosque maduro ripario. El cual establece la medida de: Diseñar y ejecutar un plan de restauración de hábitat natural en la franja de protección adyacente al embalse."	Bitácora de avance de la obra.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Solicitar el plan de restauración de hábitat natural en la franja de protección adyacente al embalse. -Verificar en campo la ejecución del plan de restauración del hábitat.	-Una única vez -Mensual	Etapas constructivas
	3. Aplicar Medida ambiental impacto N.33: Alteración de la calidad visual del paisaje.	Bitácora de avance de la obra.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Detallado en el capítulo de la medida.	-Detallado en el capítulo de la medida.	Etapas constructivas
	4. Incluir como medida compensatoria las acciones establecidas para atender el impacto N.32: Deterioro de la	Bitácora de avance de la obra.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Solicitar el protocolo de construcción y manejo de escombrera.	-Una única vez	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	calidad del Paisaje, el cual establece de medida ambiental: "Elaborar e implementar un protocolo de construcción y manejo de escombrera"					
Suelo-geomorfología/ 11. Modificación del lecho del cauce de los ríos y quebradas por construcción de obras.	1. Optimización de las áreas de las márgenes, cauce de los ríos y quebradas a intervenir en la construcción; así como el espacio de maniobras de maquinaria en las labores constructivas de las obras de los puentes y /o sifones con el fin de reducir el impacto en la morfología de los sitios.	Planos de diseño de las obras, indicando, además, las huellas de excavación y patio de maniobras de la maquinaria.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Solicitar los planos de diseño indicando las huellas de excavación y patio de maniobras de la maquinaria. -Verificar en campo la optimización de obras en márgenes, cauces de los ríos y quebradas a intervenir.	-Una única vez -Semanal	Etapas constructivas
	2. Reajustar el lecho de los ríos y quebradas a intervenir a condiciones similares a la original tanto en estructura, composición del lecho y forma del cauce con el propósito de devolverle las características hidrodinámicas propias.	Bitácora e informe de seguimiento de las obras, registro fotográfico. Frecuencia de seguimiento de la obra: Semanal.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Verificar en campo el reajuste de los cuerpos de agua intervenidos a su condición original o similar, en estructura, composición y forma del cauce. -Solicitar una base de datos fotográfica del estado inicial de los sitios a intervenir.	-Semanal -Una única vez	Etapas constructivas
	3. Asociar la medida del Impacto N.12: Alteración del régimen natural del río Piedras, "Asegurarse de mantener el caudal de	Bitácora e informe de seguimiento de las obras, registro fotográfico. Frecuencia de seguimiento de la obra:	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Solicitar los caudales del río Piedras durante el llenado y verificar el mantenimiento del caudal de estiaje.	-Semanal durante el llenado.	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	estiaje en el río Piedras durante la fase de llenado".	Semanal.				
Agua-Escorrimento superficial/ 12. Alteración del Régimen natural del río Piedras debido a la disminución del caudal natural del río durante la fase de llenado el embalse.	1. Asegurarse de mantener el caudal de estiaje en el río Piedras durante la fase de llenado.	Bitácora de la regencia ambiental. Informes de los caudales reportados en el río Piedras.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Solicitar los caudales del río Piedras durante el llenado y verificar el mantenimiento del caudal de estiaje.	-Semanal durante el llenado.	Etapas constructiva
Medio biótico						
Fauna acuática/ 13. Alteración de la calidad bioquímica del agua.	1. Establecer un plan de monitoreo durante toda la etapa constructiva, del contenido de sedimentos del río o quebrada cercana a las obras. Se tomarán muestras de agua en el río o quebrada para determinar sólidos en suspensión (mg/l) y análisis físico-químico del agua. Se debe de complementar con el monitoreo biológico de peces y utilizar el índice BMWP modificado para Costa Rica.	Informe de resultados de calidad del agua: En lo posible se realizarán análisis físicoquímicos y análisis del índice BMW, velando que la calidad de los ecosistemas acuáticos no se deteriore partiendo de su condición actual. Se recomiendan las mediciones de los parámetros DBO, DQO, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, sólidos disueltos y sólidos totales. Frecuencia de monitoreos: trimestral con informes trimestrales.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el plan de monitoreo de sedimentos de los cuerpos de agua asociados al proyecto. -Solicitar los informes de análisis físicos, químicos y biológicos de la calidad del agua, (peces y macroinvertebrados).	-Una única vez -Trimestral	Etapas constructiva



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	2. Control de drenajes y la retención de los sedimentos in situ, en las áreas susceptibles a la erosión se protegerán instalando drenajes permanentes y temporales. El movimiento del tráfico vehicular y maquinaria pesada sobre las áreas estabilizadas se restringirá y controlará, cualquier daño a estas áreas deberá ser inmediatamente reparado por personal de la obra. Los trabajos de las excavaciones y movimientos de tierra, se realizarán minimizando la exposición de la superficie del terreno a la erosión.	Informe o bitácora de Inspecciones visuales: Se realizarán inspecciones visuales en ríos y quebradas de manera frecuente, utilizando mediciones con disco sechii y con conos de sedimentación para darle seguimiento a la efectividad de los dispositivos de reducción de sedimentos y detectar sitios y momentos en los que se deba hacer correcciones. Frecuencia de monitoreo: se realizarán observaciones de fácil medición de campo durante la fase de construcción de manera semanal.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Verificación en campo de la existencia de drenajes y sistemas de retención de sedimentos -Solicitar informe de resultados de las mediciones con el disco de sechii y conos de sedimentación. -Verificar en campo la restricción de paso de vehículos y maquinaria sobre las áreas estabilizadas. -Verificar en campo la reparación de daños en las áreas estabilizadas.	-Mensual -Semanal -Semanal -Mensual	Etapas constructivas
	3. Incluir en el diseño de excavación obras de terrazo, construcción de taludes u otras acciones para prevenir la erosión del suelo. Estas se aplicarán Principalmente antes de que inicie la época lluviosa y preferiblemente cuando cada frente de trabajo se haya terminado.	Informe de diseño de obras de retención de sedimentos: Dentro de los planos de diseño de las obras constructivas (excavaciones, rellenos, caminos, infraestructura, escombreras) deberán incluirse y detallarse los diseños de las obras de	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el informe de diseño de las obras de retención de sedimentos, que incluya los planos de diseños de las obras y los diseños de las obras de retención de sedimentos, de estabilización y de recuperación ambiental asociados. -Verificar en campo la ejecución de las obras de	-Una única vez -Mensual	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

		retención de sedimentos y prevención de la erosión, así como las obras de estabilización y recuperación ambiental de los sitios alterados por la actividad constructiva, dichas obras deberán aparecer localizadas dentro del plano constructivo. Bitácora ambiental		retención de sedimentos. De estabilización de taludes y de recuperación ambiental.		
Fauna acuática/ 14. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos.	1. Establecer un plan de monitoreo durante toda la etapa constructiva, del contenido de sedimentos del río o quebrada cercana a las obras. Se tomarán muestras de agua en el río o quebrada para determinar sólidos en suspensión (mg/l) y análisis físico-químico del agua. Se debe de complementar con el monitoreo biológico de peces y utilizar el índice BMWP modificado para Costa Rica.	Informe de resultados de calidad del agua: En lo posible se realizarán análisis físicoquímicos y análisis del índice BMWP, velando que la calidad de los ecosistemas acuáticos no se deteriore partiendo de su condición actual. Se recomiendan las mediciones de los parámetros DBO, DQO, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, sólidos disueltos y sólidos totales. Frecuencia de monitoreos: trimestral con informes trimestrales.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el plan de monitoreo de sedimentos de los cuerpos de agua asociados al proyecto. -Solicitar los informes de análisis físicos, químicos y biológicos de la calidad del agua, (peces y macroinvertebrados).	-Una única vez -Trimestral	Etapa constructiva
	2. Control de drenajes y la retención de los sedimentos in situ, en las áreas susceptibles a la erosión se	Informe o bitácora de Inspecciones visuales: Se realizarán inspecciones visuales en ríos y quebradas de	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat	-Verificación en campo de la existencia de drenajes y sistemas de retención de sedimentos.	-Mensual	



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	protegerán instalando drenajes permanentes y temporales. El movimiento del tráfico vehicular y maquinaria pesada sobre las áreas estabilizadas se restringirá y controlará, cualquier daño a estas áreas deberá ser inmediatamente reparado por personal de la obra. Los trabajos de las excavaciones y movimientos de tierra, se realizarán minimizando la exposición de la superficie del terreno a la erosión.	manera frecuente, utilizando mediciones con disco sechii y con conos de sedimentación para darle seguimiento a la efectividad de los dispositivos de reducción de sedimentos y detectar sitios y momentos en los que se deba hacer correcciones. Frecuencia de monitoreo: se realizarán observaciones de fácil medición de campo durante la fase de construcción de manera semanal.	relacionados con el proyecto.	-Solicitar informe de resultados de las mediciones con el disco de sechii y conos de sedimentación. -Verificar en campo la restricción de paso de vehículos y maquinaria sobre las áreas estabilizadas. -Verificar en campo la reparación de daños en las áreas estabilizadas.	-Semanal -Semanal -Mensual	
	3. Incluir en el diseño de excavación obras de terrazo, construcción de taludes u otras acciones para prevenir la erosión del suelo. Estas se aplicarán principalmente antes de que inicie la época lluviosa y preferiblemente cuando cada frente de trabajo se haya terminado.	Informe de diseño de obras de retención de sedimentos: Dentro de los planos de diseño de las obras constructivas (excavaciones, rellenos, caminos, infraestructura, escombreras) deberán incluirse y detallarse los diseños de las obras de retención de sedimentos y prevención de la erosión, así como las obras de estabilización y recuperación ambiental	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el informe de diseño de las obras de retención de sedimentos, que incluya los planos de diseños de las obras y los diseños de las obras de retención de sedimentos, de estabilización y de recuperación ambiental asociados. -Verificar en campo la ejecución de las obras de retención de sedimentos. De estabilización de taludes y de recuperación ambiental.	-Una única vez -Mensual	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

		de los sitios alterados por la actividad constructiva, dichas obras deberán aparecer localizadas dentro del plano constructivo. Bitácora ambiental.				
Fauna acuática/ 15. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	1. Establecer un plan de monitoreo durante toda la etapa constructiva, del contenido de sedimentos del río o quebrada cercana a las obras. Se tomarán muestras de agua en el río o quebrada para determinar sólidos en suspensión (mg/l) y análisis físico-químico del agua. Se debe de complementar con el monitoreo biológico de peces y utilizar el índice BMWP modificado para Costa Rica.	Informe de resultados de calidad del agua: En lo posible se realizarán análisis fisicoquímicos y análisis del índice BMWP, velando que la calidad de los ecosistemas acuáticos no se deteriore partiendo de su condición actual. Se recomiendan las mediciones de los parámetros DBO, DQO, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, sólidos disueltos y sólidos totales. Frecuencia de monitoreos: trimestral con informes trimestrales.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el plan de monitoreo de sedimentos de los cuerpos de agua asociados al proyecto. -Solicitar los informes de análisis físicos, químicos y biológicos de la calidad del agua, (peces y macroinvertebrados).	-Una única vez -Trimestral	Etapa constructiva
	2. Control de drenajes y la retención de los sedimentos in situ, en las áreas susceptibles a la erosión se protegerán instalando drenajes permanentes y temporales. El movimiento del tráfico vehicular y	Informe o bitácora de Inspecciones visuales: Se realizarán inspecciones visuales en ríos y quebradas de manera frecuente, utilizando mediciones con disco sechii y con conos de sedimentación para darle seguimiento	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Verificación en campo de la existencia de drenajes y sistemas de retención de sedimentos. -Solicitar informe de resultados de las mediciones con el disco de sechii y conos de sedimentación.	-Mensual -Semanal	



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	maquinaria pesada sobre las áreas estabilizadas se restringirá y controlará, cualquier daño a estas áreas deberán ser inmediatamente reparado por personal de la obra. Los trabajos de las excavaciones y movimientos de tierra, se realizarán minimizando la exposición de la superficie del terreno a la erosión.	a la efectividad de los dispositivos de reducción de sedimentos y detectar sitios y momentos en los que se deba hacer correcciones. Frecuencia de monitoreo: se realizarán observaciones de fácil medición de campo durante la fase de construcción de manera semanal.		-Verificar en campo la restricción de paso de vehículos y maquinaria sobre las áreas estabilizadas. -Verificar en campo la reparación de daños en las áreas estabilizadas.	-Semanal -Mensual	
	3. Incluir en el diseño de excavación obras de terraceo, construcción de taludes u otras acciones para prevenir la erosión del suelo. Estas se aplicarán principalmente antes de que inicie la época lluviosa y preferiblemente cuando cada frente de trabajo se haya terminado.	Informe de diseño de obras de retención de sedimentos: Dentro de los planos de diseño de las obras constructivas (excavaciones, rellenos, caminos, infraestructura, escombreras) deberán incluirse y detallarse los diseños de las obras de retención de sedimentos y prevención de la erosión, así como las obras de estabilización y recuperación ambiental de los sitios alterados por la actividad constructiva, dichas obras deberán aparecer localizadas dentro del	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el informe de diseño de las obras de retención de sedimentos, que incluya los planos de diseños de las obras y los diseños de las obras de retención de sedimentos, de estabilización y de recuperación ambiental asociados. -Verificar en campo la ejecución de las obras de retención de sedimentos. De estabilización de taludes y de recuperación ambiental.	-Una única vez -Mensual	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

		plano constructivo. Bitácora ambiental.				
	4. Se deben de construir en lo posible contra-cunetas revestidas con concreto en la parte superior de los taludes para el manejo de aguas. Los materiales sedimentables sobrantes del movimiento de tierra deberán ser acarreados y depositados en un área de escombrera, no se deben apilar o acomodar a la orilla de los caminos u obras cercanas a ríos. Si se requiere dejarlos temporalmente acopiados en la obra se deberán tapar o proteger del viento y la lluvia utilizando cobertores.	Bitácora ambiental.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Verificar en campo la construcción de contra cunetas revestidas con concreto en la parte superior de los taludes para el manejo de las aguas. -Verificar en campo el envío de material de los movimientos de tierra a la escombrera. -Verificar en campo que no haya material de excavación acumulado en las orillas de los caminos u obras cercanas a los ríos. -Verificar en campo que se encuentren tapados o protegidos del viento y la lluvia en caso de almacenarse en el proyecto temporalmente.	-Mensual -Semanal -Semanal -Semanal	Etapas constructivas
	5. Construir barreras de retención a lo largo y dentro de las cunetas y cajas de Sedimentación para aumentar la capacidad de retención de sedimentos.	Bitácora ambiental.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Verificar en campo la construcción de barreras de retención en las cunetas y las cajas de sedimentación.	-Mensual	Etapas constructivas
	6. Limpieza y monitoreo periódico de la cantidad de sedimentos	Bitácora ambiental	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales	-Verificación en campo del mantenimiento de los sedimentadores.	-Semanal	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	retenidos en las piletas y sedimentadores, garantizando su funcionamiento adecuado y que no se colmaten; trasladar los sedimentos resultantes a un área de escombrera. Cuando se realicen trabajos a la orilla de ríos o quebradas se deben construir diques de retención que eviten el arrastre de los sedimentos a dichos sitios.		para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Verificación en campo del sitio de escombrera donde se depositan los sedimentos de la limpieza de los sedimentadores. -Verificación en campo de la construcción de diques de retención cuando se realicen trabajos en cuerpos de agua.	-Semanal -Mensual	
	7. Si se requiere movilizar maquinaria sobre cursos de agua de bajo caudal o drenajes naturales o artificiales, se construirán dique-caminos temporales que permitan el paso sobre la quebrada de tal manera que no se afecte el flujo normal del agua, evitando dejar caídas de agua que obstruyan la conectividad de los organismos acuáticos (libre tránsito) por largo tiempo, además se deberá asegurar que: 1. El cruzamiento se efectúe siguiendo el	Bitácora ambiental	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Verificar en campo la construcción de diques temporales para habilitar paso sobre cuerpos de agua y no afectar su flujo normal. -Verificar que la construcción de los diques siga el ángulo más perpendicular posible. -Verificar en campo que los diques sean removidos cuando se suspenda el tránsito de maquinaria en el sector. -Verificar en el cauce no haya residuos vegetales producto de cortas y podas.	-Mensual -Mensual -Mensual -Semanal	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	ángulo más perpendicular posible con respecto al cauce, 2. Remover los obstáculos tan pronto se suspenda la movilización de maquinaria 3. Si se requiere la poda o corta de ramas, los residuos vegetales que generen se deben remover y no permitir que causen represamientos. Durante el proceso constructivo de las obras y en la medida que la actividad y la época del año en que se ejecutan los procesos lo permita, se deberá proceder a revegetar y arborizar las áreas dentro de las obras y caminos cercanos a ríos, quebradas y fuentes de agua con el objetivo de evitar que queden expuestas a la erosión y escorrentía superficial.			-Verificar en campo la revegetación y arborización de las zonas cercanas a cuerpos de agua.	-Semestral	
Fauna acuática/ 16. Contaminación de ríos y quebradas por hidrocarburos y sustancias químicas	1.Construir para cada frente de obra o plantel de trabajo, sitios adecuados para el almacenamiento de hidrocarburos y sustancias peligrosas según la legislación	Informe sobre diseño de sitios para almacenaje de hidrocarburos y sustancias tóxicas: Dentro de los planos de diseño de las obras constructivas	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar los planos de diseños del proyecto donde se incluya el sitio donde se van a almacenar las sustancias peligrosas en los diferentes frentes.	-Una única vez	Etapa constructiva



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

peligrosas.	vigente. Dichos sitios deberán tener ventilación y localizarse a una distancia igual o superior a 50 metros de cuerpos de agua u otras áreas frágiles como bosques u otra infraestructura o fuente de luz o calor directa. Las sustancias peligrosas deben almacenarse en bodegas ventiladas, sobre estantes según su naturaleza química. Así mismo se mantendrán las mismas condiciones de la loza impermeable, techado y muro perimetral canal y depósito para contener derrames.	(excavaciones, rellenos, caminos, infraestructura) deberán incluirse y detallarse los sitios y diseños de las obras para el almacenamiento adecuado de hidrocarburos (plancha de cemento, techado y cercado con muro de retención, y canales perimetrales para la conducción de eventuales derrames a trampas de hidrocarburos, rotulación de equipo para dispensar hidrocarburos etc.), dichos sitios deberán aparecer localizados dentro del plano constructivo.		-Verificar en campo la existencia de áreas para almacenamiento de sustancias peligrosas de acuerdo a la legislación vigente, a 50 metros de cuerpos de agua y ventiladas.	-Semanal	
	2. Contención de derrames de hidrocarburo o sustancia peligrosa de manera inmediata, utilizando materiales absorbentes establecidos para este efecto según el tipo y cantidad de sustancia derramada. Los residuos generados serán colocados en recipientes rotulados como desecho especial para gestionar su	Bitácora del monitoreo de control y contención de derrames. Debe aplicarse un protocolo para atención de derrames, equipo y materiales (productos manufacturados para la absorción y retención de derrames) así como depósitos rotulados para el acopio de residuos de hidrocarburos y sustancias tóxicas Frecuencia de	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el protocolo de atención de derrames. -Solicitar listas de asistencia de capacitación del protocolo de atención de derrames. -Verificar en campo la	-Una única vez - Anual a todo el personal que maneja sustancias peligrosas y cada vez que haya ingreso de personal en estas labores. -Semanal	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	posterior tratamiento. Se debe asignar personal para mantener el control y seguridad del sitio de almacenamiento de estas sustancias. Dicho personal deberá estar capacitado en el almacenamiento, manejo y atención de emergencias; y contar con los recursos para la manipulación de las mismas. La obra deberá contar con un programa de contingencia para atender emergencias originadas por derrames de hidrocarburos y productos peligrosos o contaminantes, incluyendo capacitación al personal.	monitoreo: mensual. Informe de resultados de Calidad de agua: Resultados de los análisis de hidrocarburos los cuales deben de estar dentro de los límites establecidos por la legislación vigente. Frecuencia de monitoreo: Eventual y cuando se detecte derrame o posible contaminación.		existencia de equipo de contención de derrames. -Verificar en campo que los residuos peligrosos se encuentren rotulados. -Solicitar los resultados de los análisis de hidrocarburos y verificar que se encuentran dentro de los límites establecidos por legislación vigente.	-Semanal -Trimestral	
Fauna Terrestre/ 17. Pérdida de hábitat de aves, mamíferos, anfibios y reptiles por la inundación de la cobertura vegetal reduciendo los sitios de alimentación, refugio y	1 .Elaborar e implementar un Plan de Rescate y Reubicación de la Fauna para el proceso constructivo de las obras de PAACUME y en la actividad del llenado del Embalse río Piedras. El Plan debe contemplar el menos los lineamientos para la captura, cuidado y liberación de la fauna, así como el monitoreo	Informe final referente al rescate de fauna que incluya al menos la siguiente información: individuos capturados, individuos reubicados, tasas de mortalidad y recomendaciones de mejora.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el Plan de Rescate y Reubicación de Fauna para el proceso constructivo y durante el llenado (captura, cuidado, liberación y monitoreo de la adaptación al hábitat. -Solicitar informe de actividades de rescate, con la información al menos de individuos reubicados, tasas de mortalidad y	-Una única vez -Mensual	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

reproducción de las especies presentes en el sitio.	de la adaptación al hábitat. (Ver apartado 12.2.1).			recomendaciones de mejora.		
	2. Establecer alianzas con centros de rescate cercanos para la rehabilitación de fauna rescatada.	Informe final referente al rescate de fauna que incluya al menos la siguiente información: individuos capturados, individuos reubicados, tasas de mortalidad y recomendaciones de mejora.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar la evidencia de la alianza con centros de rescate cercano (correo, nota, minuta).	-Una única vez	Etapas constructivas
	3. Brindar capacitación a propietarios sobre posible aparición con fauna silvestre.	Informe final referente al rescate de fauna que incluya al menos la siguiente información: individuos capturados, individuos reubicados, tasas de mortalidad y recomendaciones de mejora.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Listas de asistencia de capacitaciones a propietarios sobre posible aparición de fauna silvestre.	-Anual	Etapas constructivas
Fauna Terrestres/ 18. Muerte por Ahogamiento durante la fase de llenado.	1. Reubicación de la Fauna para el proceso constructivo de las obras de PAACUME y en la actividad del llenado del Embalse río Piedras. El Plan debe contemplar el menos los lineamientos para la captura, cuidado y liberación de la fauna, así como el monitoreo de la adaptación al hábitat. (Ver apartado 12.2.1).	Informe final referente al rescate de fauna que incluya al menos la siguiente información: individuos capturados, individuos reubicados, tasas de mortalidad y recomendaciones de mejora.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar los registros de mortalidad y las recomendaciones de mejora asociadas.	-Mensual	Etapas constructivas
Áreas Protegidas (Reserva Biológica)	1. Ejecutar un Plan de Compensación del área inundada de la Reserva Biológica Lomas	Informe del Plan de compensación del área inundada de la RBLB por el llenado del	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna	-Solicitar el Plan de compensación del área inundada por el embalse.	-Una única vez	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

Lomas de Barbudal)/ 19. Reducción de la Reserva Biológica Lomas Barbudal (RBLB) por la Inundación de 113 ha por el llenado del embalse.	Barbudal por el llenado del embalse. (Ver apartado 12.2.2).	embalse.	y su hábitat relacionados con el proyecto.			
Fauna terrestre Ecosistemas frágiles (Bosque maduro ripario) Flora (Bosque Secundario y charrales) 20. Afectación a la flora y fauna del bosque maduro ripario de la margen izquierda del río Piedras, por la cercanía de la escombrera 3, debido a que es un ecosistema frágil por su escasez y degradación progresiva con disminución de la variabilidad genética de sus	1. Evaluación de la reubicación de la escombrera 3 localizada en las cercanías del sitio de presa para evitar la afectación a la flora y fauna del bosque maduro de la ribera izquierda del río Piedras.	Informe de evaluación de la reubicación de la escombrera 3 alejándola de la orilla del bosque maduro ribereño de la margen izquierda del río Piedras.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar la evaluación de la reubicación de la escombrera 3.	-Una única vez	Etapas constructivas
	2. Elaboración de un plan de acondicionamiento final de la escombrera 3, contemplando conformación, confección de obras de manejo de escorrentía para control de erosión, descompactación del suelo, colocación de capa superior de suelo orgánico de al menos 20 cm de grosor y revegetar los sitios, considerando el uso	Informe del plan de acondicionamiento y revegetación de la escombrera 3. En caso de reforestación de la escombrera 3 y/o los sitios de las instalaciones temporales, aportar los documentos de los planes de reforestación, al igual que los informes de seguimiento anuales durante los primeros cinco años y un informe	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el plan de acondicionamiento de la escombrera 3, verificar que contemple conformación, obras de manejo de escorrentía, descompactación del suelo y colocación de capa orgánica de al menos 20 cm de grosor, revegetación (o de acuerdo a solicitud del propietario). -Solicitar el plan de revegetación.	-Una única vez	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

especies y aumento del peligro de extinción.	futuro del terreno que el propietario desee. En el caso que el propietario este de acuerdo, se recomienda reforestar de manera similar al plan de reforestación de la franja de protección del embalse que se detalla en el apartado 12.2.13.	final al décimo año, posterior al establecimiento de las plantaciones forestales.		-Verificar en campo manejo de aguas de la escombrera, estabilización de taludes, colocación de capa orgánica y revegetación. -Solicitar informes de seguimiento de la revegetación implementada. -Solicitar informe final del estado de la revegetación.	-Una única vez -Mensual -Anual por cinco años -Una única vez a los 10 años posteriores a la revegetación.	
Fauna terrestre Ecosistemas frágiles (Bosque maduro ripario) Flora (Bosque Secundario y charrales) 21. Reducción del área de charrales e interrupción del proceso de sucesión natural por la construcción de las escombreras e	3. De mutuo acuerdo con el propietario dismantelar las instalaciones temporales, remover escombros y planches de cemento, descompactar suelos para restaurar y revegetar los sitios, considerando el uso futuro del terreno que el propietario desee. el caso que el propietario este de acuerdo, se recomienda reforestar de manera similar al plan de reforestación de la franja de protección del embalse.	Informe del plan de dismantelamiento, acondicionamiento y revegetación de los sitios de las instalaciones temporales.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el plan de dismantelamiento, acondicionamiento y revegetación del sitio donde se ubicaron las instalaciones temporales. -Solicitar los acuerdos con propietarios en cuanto a dismantelamientos y verificar en campo su ejecución. -Verificar en campo el dismantelamiento, remoción de escombros y planches de cemento, descompactación de suelos y revegetación.	-Una única vez -Una única vez cada acuerdo. -Mensual	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

instalaciones temporales correspondientes a las acciones A9 y A12.	que se detalla en el apartado 12.2.14					
Fauna terrestre/ 22. Aumento del riesgo de lesión y mortalidad de fauna que transita por las rutas de transporte de materiales, maquinaria y traslado de personal para las obras constructivas.	1. Construcción de reductores de velocidad, y colocación de señalización vial en el AP.	Registro fotográfico de la señalización colocada.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Verificar en campo la colocación de reductores de velocidad y la señalización vial en el AP.	-Mensual	Etapas constructivas
	2. Capacitar al personal de obra en buenas prácticas para el manejo de maquinaria y vehículos con el fin de reducir los accidentes con fauna.	Listas de asistencia del personal que atendió las capacitaciones de buenas prácticas para manejo de maquinaria.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar las listas de asistencia a todos los conductores de vehículos y maquinarias en buenas prácticas para el manejo.	-Anual a todo el personal que maneja y cada vez que haya ingreso de personal en estas labores.	Etapas constructivas
	3. Implementar controles de velocidad para evitar que se exceda el límite establecido en el área de trabajo.		Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar la información de los controles que se están implementando para evitar que se exceda el límite de velocidad permitido en el área de trabajo.	-Mensual	Etapas constructivas
	4. En caso de ocurrencia de accidentes con fauna, se debe brindar tratamiento clínico para la fauna impactada en sitios de obra. Se debe contar con los recursos e infraestructura mínima para la atención primaria y establecer	Informe de cualquier accidente con fauna en los sitios constructivos.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el informe de los procesos realizados en caso de darse un accidente con fauna. -Verificar en campo la existencia de equipo de atención primaria en caso de darse un accidente con fauna. -Solicitar la evidencia de la alianza con centros de	-Cada vez que se presente un accidente con fauna. -Mensual -Una única vez	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	los contactos con un centro de rescate de fauna que pueda atender las incidencias.			rescate cercano (correo, nota, minuta).		
Fauna terrestre/ 23. Alteración del Comportamiento natural de la fauna por la generación de residuos alimenticios que atraen especies silvestres.	1. Mantener los contenedores de residuos en sitios cerrados, para evitar el ingreso de fauna silvestre.	Presencia de contenedores de residuos en lugares cerrados. Colocación de rótulos informativos acerca de la prohibición de alimentar fauna silvestre. Registro de fauna Silvestres encontrados en el AP.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Verificación en campo de la presencia de contenedores de residuos en sitios cerrados. -Verificación de la rotulación informativo de no alimentar a la fauna silvestre. -Solicitar la lista de registro de fauna encontrada en el área de proyecto.	-Semanal -Semanal -Mensual	Etapas constructivas
Fauna terrestre/ 24. Incremento en especies generalistas consideradas plagas como ratas, ratones y mapaches en las áreas cercanas al campamento	2. El campamento debe contar con un plan de manejo de los residuos.	Plan de Manejo de Residuos.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el plan de manejo de residuos del proyecto.	-Una única vez	Etapas constructivas
Fauna terrestre/ 25. Atracción y mortalidad de insectos por la iluminación artificial.	3. Utilizar la menor cantidad de luminarias posible y que estas contengan cobertores en forma de campana para enfocar la luz hacia abajo. Se deben escoger las luminarias con la luz led para evitar atracción de	Presencia de luminarias adecuadas según medida y diseño ambiental propuesta. Informe con registro fotográfico.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Verificar en campo que las luminarias contengan cobertores en forma de campana y que su luz esté enfocada hacia abajo y de tipo led.	-Semanal	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	insectos.					
Fauna terrestre/ 26. Fragmentación de las áreas de bosque por la apertura de caminos de acceso, tránsito de vehículos y maquinaria y presencia del canal oeste.	1.Colocar pasos aéreos y terrestres que comuniquen ambos lados de las rutas permanentes dentro del AP y canales de riego. Se deben ubicar en sitios con vegetación en ambos lados. En caso de ser requerido, el biólogo del proyecto debe recomendar nuevos sitios y modificaciones al diseño de los mismos. En el canal oeste tramo II se deben reemplazar los pasos actuales con, estructuras de puente de al menos 4 metros de ancho con una capa de sustrato (tierra de zonas circundantes) y modificar los pasos aéreos con mecate sintético de 25 mm de diámetro. En cuanto al Canal Oeste Tramo III se deben colocar mínimo 3 pasos de fauna de este tipo puente, además al menos otros tres pasos aéreos con las características descritas	1. Informe con registro y ubicación de los pasos aéreos y terrestres colocados. 2. Registro fotográfico de cada paso.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Verificar en campo la colocación de pasos aéreos en sitios con vegetación en ambos lados. -Verificar en campo que en el canal oeste tramo II se hayan reemplazado los pasos actuales con estructuras de puente de al menos 4 metros de ancho y que los pasos aéreos sean modificados con mecate sintético de 25mm de diámetro. -Verificar en campo la colocación de al menos 3 pasos de fauna tipo puente y 3 pasos aéreos. -Solicitar informe con el registro, ubicación y registro fotográfico de los pasos aéreos y terrestres colocados.	-Trimestral -Trimestral -Trimestral -Una única vez	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	anteriormente. (Ver apartado 12.2.3).					
Fauna terrestre/ 27. Eliminación de las capas del suelo puede lesionar la fauna subterránea.	1. Se requiere de un profesional en biología para supervisar los movimientos de tierra y evitar muertes de fauna por acciones de la maquinaria.	Registro de firma del profesional en Biología encargado de la supervisión en los sitios de movimientos de tierra.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar registros de presencia del biólogo en los movimientos de tierra. -Verificar en campo la presencia de un biólogo durante los movimientos de tierra.	-Mensual -Semanal	Etapas constructivas
	2. En caso de ocurrencia de accidentes con fauna, se debe brindar tratamiento clínico para la fauna impactada en sitios de obra.	Listado de especies atendidas y estado de las mismas. Aplicar el plan de rescate de fauna.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el listado de especies de fauna tratada en caso de accidente.	-Mensual	Etapas constructivas
Medio social						
Patrimonio arqueológico/ 28. Alteración del patrimonio arqueológico por llenado de embalse, limpieza de cobertura vegetal y excavaciones para la construcción de obras.	1. Implementar un Plan de Gestión de los Recursos Arqueológicos (PGRA): Con antelación a cualquier movimiento de tierra, que incluya lo siguiente: <i>Etapas I:</i> 1. Contratación de arqueólogos, asistentes y peones 2. Acondicionamiento de un laboratorio en el campamento. 3. El proyecto suministrará los materiales necesarios para las labores de campo y laboratorio. 4. Capacitación al	Propuesta de trabajo marco que incluya todas las etapas de investigación arqueológica que se realizarán en el proyecto. Propuestas de evaluación que deberán ser aprobadas por la Comisión Arqueológica Nacional (CAN) según la legislación vigente sobre patrimonio arqueológico. Monitoreo por parte de la CAN de las investigaciones que se realicen en el proyecto (visitas de	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para proteger los recursos arqueológicos relacionados con el proyecto.	-Solicitar el Plan de Gestión de los Recursos Arqueológicos. -Verificar en campo la existencia de arqueólogos, asistentes y peones, laboratorio temporal en el campamento, equipo y materiales para labores de campo y laboratorio. -Listas de asistencia a capacitación de todo el personal del proyecto en cuanto a procedimiento a seguir en caso de hallazgos arqueológicos.	-Una única vez -Mensual -Anual a todo el personal y cada vez que haya ingreso de personal.	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	personal del proyecto, con respecto al procedimiento a seguir durante los estudios y hallazgos arqueológicos. Etapas II: 1. Evaluar los sitios Arqueológicos identificados en el área del proyecto. 2. Se deberá investigar los terrenos (embalse y canales de conducción y distribución) pendientes en la prospección. 3. Reubicación, acondicionamiento y restauración de petroglifos. 4. Si durante los movimientos de tierra aparecen restos arqueológicos se deberá proceder según lo establece el artículo 11 de la Ley 6703. 5. Como medida de compensación, se deberá elaborar una estrategia de divulgación de la labor arqueológica, con el propósito de que se conozca, valore y cuide el Patrimonio Arqueológico Nacional. Para mayor detalle referirse al capítulo	campo y laboratorio), revisión y aprobación (oficios) de recomendaciones de cada informe final por obra evaluada. Seguimiento arqueológico por parte del Desarrollador.		-Solicitar estudios de evaluación de los sitios arqueológicos identificados en el área de proyecto. -Solicitar los estudios arqueológicos de prospección pendientes antes de los movimientos de tierras. -Verificar en campo la reubicación y acondicionamiento de petroglifos. -Solicitar la estrategia de divulgación de la labor arqueológica.	-Mensual -Una única vez -Trimestral -Una única vez	



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	9.9.1. (Ver apartado 12.2.4)					
Paisaje/ 29. Deterioro la de calidad del Paisaje.	1.Aplica la medida asociada al impacto N.10: Degradación de las formas del relieve: “Optimizar de las áreas constructivas que se van a excavar, así como de las áreas requeridas para espacio de maniobras de maquinaria, disposición de materiales y agregados, con el fin de minimizar el efecto en las formas de relieve local.” enfocando las acciones también en reducir los efectos del impacto en el paisaje durante esta actividad”.	Planos de Diseño de las obras y sus huellas de excavación. Bitácora de avance de la obra Registro Fotográfico Frecuencia de seguimiento: Semanal.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto en el paisaje con las actividades y construcciones relacionados con el proyecto.	-Solicitar los planos de diseño de las obras y sus huellas de excavación. -Verificar en campo que las áreas excavadas y las utilizadas para instalaciones y obras del proyecto sean similares.	-Una única vez -Semanal	Etapas constructivas
Paisaje/ 30. Modificación del Paisaje y calidad escénica.	1.Aplicar la medida biótica del impacto N.78 donde se propone “Diseñar y ejecutar un programa de restauración de hábitat natural aledaño al embalse de sitios que cumplan condiciones en terrenos adquiridos por el proyecto” Como parte del propósito de aplicar esta medida biótica en los impactos hacia el paisaje, está en lograr reducir impacto visual de las obras civiles, al	Bitácora ambiental	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto en el paisaje con las actividades y construcciones relacionados con el proyecto.	-Solicitar el programa de restauración de hábitat natural aledaño al embalse en terrenos adquiridos por el proyecto. -Verificar en campo la restauración de hábitat natural aledaño al embalse.	-Una única vez -Trimestral	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	ser enmascaradas con el tiempo por la cobertura del entorno.					
Paisaje/ 31. Deterioro de la calidad del paisaje por labores de desmonte de vegetación.	1.Elaborar e implementar una programación de corta y limpieza de la vegetación dentro del área de embalse que sea sectorizada y selectiva con el propósito de disminuir de forma gradual el impacto visual que provocará las acciones de desmonte de vegetación para dar paso al espejo de agua que formará el embalse.	Informe de Regencia. Informe del ingeniero forestal. Inventario forestal y demarcación en campo Registro espacial de los inventarios forestales, Mapas de zonificación de los sitios a desmontar. Cronograma de acciones de limpieza de vegetación. Bitácoras de campo, registro fotográfico.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto en el paisaje con las actividades y construcciones relacionados con el proyecto.	-Solicitar el programa de corta y limpieza de la vegetación dentro del área del embalse, verificar que la misma se sectorizada y selectiva. -Solicitar los inventarios forestales, los registros espaciales de los inventarios forestales y los mapas de zonificación de los sitios a desmontar. -Verificación en campo de la demarcación de los árboles a cortar. -Solicitar el cronograma de acciones de limpieza de vegetación. -Verificación en campo que se esté dando la corta selectiva y sectorizada en el área del embalse.	-Una única vez -Mensual -Semanal -Mensual -Semanal	Etapa constructiva
Paisaje/ 32. Deterioro de la calidad del paisaje.	1.Elaborar e implementar un protocolo de construcción y manejo de escombreras de forma que:	Planos de diseño y conformación de las escombreras. Informes técnicos de seguimiento y control del proceso de	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto en el paisaje con las	-Solicitar el protocolo de construcción y manejo de escombreras y verificar que incluya el uso exclusivo de las áreas destinadas para esta	-Una única vez	Etapa constructiva



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	A) Utilizar exclusivamente las áreas destinadas para esta actividad en base al diseño establecido. B) Aprovechar al máximo las barreras naturales existentes, sean topográficas o de cobertura de la tierra. C) Las labores de cierre técnico deben considerar la recuperación del suelo orgánico en los casos donde las características edáficas lo permitan, revegetación del sitio con base en técnicas de siembra y revegetación con especies propia de la zona, además de promover procesos de regeneración natural.	conformación de las mismas. Bitácora ambiental Cronograma de acciones de limpieza de vegetación. Registro fotográfico.	actividades y construcciones relacionados con el proyecto.	actividad, aprovechamiento de barreras naturales, cierre técnico (que contemple recuperación de suelo orgánico, revegetación y regeneración natural). -Verificar en campo que únicamente se utilicen las escombreras para los materiales de movimientos de tierra, que haya aprovechamiento de barreras naturales. -Verificar condiciones de la escombrera en el cierre técnico.	-Semanal -Una única vez	
Paisaje/ 33. Alteración de la calidad visual del paisaje.	1.Optimización del área constructiva donde será removida la vegetación y posteriormente excavada, así como del espacio de maniobras de maquinaria, con el fin de minimizar el efecto visual en el paisaje: A) Utilizar exclusivamente las áreas destinadas para esta actividad en base	Planos de diseño de la obra. Informes técnicos de seguimiento y control del proceso constructivo. Bitácora ambiental. Cronograma de acciones de limpieza de vegetación. Registro fotográfico.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto en el paisaje con las actividades y construcciones relacionados con el proyecto.	- Solicitar los planos de diseño de las obras y sus huellas de excavación. -Solicitar los informes técnicos de seguimiento y control del proceso constructivo. -Verificar en campo que las áreas excavadas y las utilizadas para instalaciones y obras del proyecto sean similares.	-Una única vez -Mensual -Semanal	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	a los diseños establecidos. B) Se debe tratar de conservar la vegetación del entorno; así como aprovechar al máximo las barreras topográficas existentes para favorecer el ocultamiento de las acciones y las obras. C) Propiciar la regeneración natural en los bordes de la servidumbre, en sitios donde sea ambiental y técnicamente favorable.			-Verificar en campo que haya aprovechamiento de barreras naturales. -Verificar en campo la regeneración natural en los bordes de la servidumbre. -Solicitar el cronograma de acciones de limpieza de vegetación.	-Semanal -Trimestral -Mensual	
Paisaje/ 34. Degradación de la calidad del paisaje ribertino.	1. Aplica la medida relacionada al Impacto N. 11: Modificación del lecho del cauce de los ríos y quebradas. El cual establece: <i>La optimización de las áreas de las márgenes, cauce de los ríos y quebradas a intervenir en la construcción; así como el espacio de maniobras de maquinaria en las labores constructivas de las obras de los puentes y /o sifones con el fin de reducir el impacto en la morfología de los sitios.</i> Lo que a su vez implica	Planos de diseño de las obras que contemplen las huellas de las obras como las áreas de maniobras. Informes técnicos de seguimiento y control del proceso constructivo.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto en el paisaje con las actividades y construcciones relacionados con el proyecto.	-Solicitar los planos de diseño indicando las huellas de excavación y patio de maniobras de la maquinaria. -Solicitar los informes técnicos de seguimiento y control del proceso constructivo. -Verificar en campo la optimización de obras en márgenes, cauces de los ríos y quebradas a intervenir.	-Una única vez -Mensual -Semanal	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	que se deben utilizar exclusivamente las áreas destinadas para esta actividad en base a los diseños establecidos para disminuir el impacto visual.					
	2. Propiciar después un proceso de regeneración natural de las márgenes de los ríos y quebradas que favorezcan con el tiempo la inserción positiva de las obras de canalización (sifones y puentes). Aplica medida del impacto 29.	Bitácora ambiental Cronograma de actividades ambientales Registro fotográfico.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto en el paisaje con las actividades y construcciones relacionados con el proyecto.	-Verificar en campo los procesos de regeneración natural en los márgenes de los cuerpos de agua.	-Trimestral	Etapas constructivas
Sociocultural: Calidad de Vida educación-Salud/ 35. Cambio en los patrones y dinámicas socioculturales en las comunidades del área de influencia social por presencia del proyecto.	1. Elaborar e implementar un Plan de Relación con las Comunidades acompañado de una estrategia de comunicación interna y externa para la prevención, control y seguimiento de conflictos sociales con los diferentes actores sociales de interés. Se debe contar con profesionales en el área social y comunicación. Realizar reuniones periódicas con las Asociaciones de	Informe de avance de la implementación del Plan de relación con las comunidades. a) Minutas y listas de asistencia de las reuniones comunales. b) Archivo fotográfico. Evidencia de contratación de los profesionales en las Ciencias Sociales.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el Plan de Relación con las comunidades. -Solicitar el informe de avance de la implementación del Plan de relación con las comunidades. -Solicitar minutas y listas de asistencia a las reuniones comunales. -Verificar en campo la existencia de profesionales en Ciencias Sociales.	-Una única vez -Mensual -Bimensual -Mensual	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	vecinos de las comunidades de influencia social directa al área de embalse y presa al menos una vez cada dos meses, para tratar asuntos relacionados con la construcción del proyecto, así como para realizar ajustes en caso de presentarse afectaciones en las comunidades. En el sector de la margen derecha del río Tempisque se realizarán reuniones al menos en las comunidades donde se realicen las construcciones de infraestructura del Proyecto, con una frecuencia bimensual con los grupos de vecinos (ver apartado 12.2.5)					
	2. Diseñar y ejecutar un protocolo de atención de consulta, solicitudes y reclamos en la etapa de construcción. (Ver apartado 12.2.6).	Informe trimestral de la implementación y resultados del Protocolo de atención de consultas, solicitudes y reclamos en la etapa constructiva.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el protocolo de atención de consultas, solicitudes y reclamos en la etapa de construcción. -Solicitar informe de implementación y resultados del protocolo de atención de consultas, solicitudes y reclamos en la etapa de construcción.	-Una única vez -Trimestral	Etapa constructiva
Sociocultural:	3. Prohibir realizar	Informe de acuerdos de	Verificar que se estén	-Solicitar documento	-Una única vez	Etapa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

Calidad de Vida educación-Salud/ 36. Alteración de la tranquilidad como valor social de las comunidades del área de influencia social.	actividades de construcción que produzca perturbación en zonas sensibles (poblaciones, centros educativos, centros de salud, clínicas) entre las 20:00 y 06:00 horas, a menos que las comunidades y el Gobierno Local permitan otro horario.	horarios constructivos con las comunidades y gobierno local, si es requerido realizar labores constructivas fuera de horarios establecidos.	ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	donde se indique que no se pueden realizar actividades de construcción entre las 20:00 y 6:00 que produzca perturbación en zonas sensibles. -Solicitar el informe de acuerdos de horarios constructivos con las comunidades y gobierno local para cambios de horarios.	-Mensual	constructiva
	4. Implementar un programa de visitas guiadas durante la fase de construcción; con los actores sociales de interés dando particular atención a los habitantes de las comunidades identificadas dentro del área de influencia social directa. Actividades con el objetivo de informar avance de las obras, generar empatía de la población con el proyecto y explicar las obras.		Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el programa de visitas guiadas con los actores sociales de las comunidades del AID. -Solicitar los registros de las visitas guiadas realizadas por parte de la comunidad.	-Una única vez -Semestral	Etapas constructivas
Social cultural: demografía -densidad Poblacional/ 37. Alteración de la densidad	1. Ejecutar el Plan de Relación con las Comunidades (ver apartado 12.2.5), manteniendo interacción constante	Informe Plan de Relación de las Comunidades.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la	-Solicitar el Plan de Relación con las comunidades. -Solicitar el Informe del Plan de Relación con las	-Una única vez -Mensual	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

poblacional en las comunidades por la construcción de las obras de presa, embalse y campamento	con los representantes comunales.		comunidad por la presencia del proyecto.	Comunidades.		
	2. Implementar en las comunidades cercanas a la construcción de las obras de presa, embalse y campamento (Falconiana, Valle Dorado, Bagatzi, Llanos de Cortés, Playitas y San Ramón) charlas de sensibilización en los siguientes temas: control de natalidad, género, liderazgo, emprendimiento, autoestima, resolución de conflictos que promuevan el desarrollo local y la organización comunal.	Minutas de las charlas implementadas/ Listas de asistencia/ Archivo fotográfico.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar las minutas y listas de asistencia de charlas de sensibilización a la comunidad, en temas de control de natalidad, género, liderazgo, emprendimiento, autoestima y resolución de conflictos.	-Mensual	Etapas constructivas
	3. La contratación de personal debe priorizar a los habitantes de las comunidades del área de influencia social del Proyecto, Principalmente para las obras de presa.	Informe trimestral del proceso de reclutamiento de personal para las obras, registro de los trabajadores por lugar de residencia.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el informe del proceso de reclutamiento. -Solicitar el registro de los trabajadores por lugar de residencia.	-Trimestral -Mensual	Etapas constructivas
Social cultural: demografía -densidad Poblacional/ 38. Aumento en la demanda de Infraestructura para el servicio de agua	1. El proyecto debe cubrir las necesidades de telecomunicaciones para las oficinas administrativas del Proyecto.	Solicitudes de servicios de telecomunicaciones para las instalaciones provisionales del proyecto.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para contar con los servicios básicos en el proyecto y para minimizar el impacto en los servicios de la	-Pedir las solicitudes realizadas para la instalación de servicios de telecomunicaciones en el proyecto.	-Una única vez	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

potable, electricidad y telecomunicaciones para la operación del campamento, planteles, construcción de las obras de presa y embalse.	2. Gestionar el servicio eléctrico a nivel local y construir la infraestructura y equipamiento necesario para el suministro eléctrico en las obras de planteles, campamento, almacenes, presa, vertedor, planta de concreto, etc.	Solicitudes de servicios de electricidad para las instalaciones provisionales del proyecto.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para contar con los servicios básicos en el proyecto y para minimizar el impacto en los servicios de la comunidad por parte del proyecto.	-Pedir las solicitudes realizadas para la instalación de servicios de electricidad en el proyecto.	-Una única vez	Etapas constructivas
	3. Solicitar el servicio de agua potable al administrador local, Acueductos y Alcantarillados (AyA), para las obras del plantel, campamento y áreas administrativas. Se contará con un tanque de almacenamiento de agua que asegure la confiabilidad en el servicio para los trabajadores del proyecto.	Solicitudes de servicios de agua potable para las instalaciones provisionales del proyecto.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para contar con los servicios básicos en el proyecto y para minimizar el impacto en los servicios de la comunidad por parte del proyecto.	-Pedir las solicitudes realizadas para la instalación de servicios de agua potable en el proyecto.	-Una única vez	Etapas constructivas
	4. Contratar personal de la zona y en caso de ser necesario brindar alojamiento al personal foráneo.		Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para contar con los servicios básicos en el proyecto y para minimizar el impacto en los servicios de la comunidad por parte	-Solicitar el informe del proceso de reclutamiento. -Solicitar el registro de los trabajadores por lugar de residencia.	-Trimestral -Mensual	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	5. Elaborar e implementar un Plan de Ahorro Energético y Uso Eficiente del Recurso Hídrico para la operación del campamento (ver apartado 12.2.6)	Informes trimestrales del Plan de ahorro energético y uso eficiente del recurso hídrico.	del proyecto. Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para contar con los servicios básicos en el proyecto y para minimizar el impacto en los servicios de la comunidad por parte del proyecto.	-Solicitar el Plan de Ahorro Energético y Uso Eficiente del Recurso Hídrico para la operación del campamento. -Solicitar los informes trimestrales del Plan de Ahorro Energético y Uso Eficiente del Recurso Hídrico.	-Una única vez -Trimestral	Etapas constructivas
Social cultural: Infraestructura Comunal/ 39. Generación de Expectativas comunales frente al proyecto en cuanto los beneficios de infraestructura comunal (solución a problemas asociados a la infraestructura comunal).	1. Colaborar con las mejoras de la infraestructura comunal, como medida compensatoria para las comunidades del área de influencia social directa que se justifique.	Informe Plan de relación de las comunidades.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Verificar en campo las mejoras en la infraestructura comunal del AID.	-Mensual	Etapas constructivas
	2. Elaborar e implementar un protocolo para la atención de solicitudes: las mismas deben analizarse revisión bajo criterios técnicos para su aprobación o rechazo (ver apartado 12.2.7).	Informe trimestral de la implementación y resultados del Protocolo de atención de consultas, solicitudes y reclamo en la etapa constructiva.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el protocolo de atención de consultas, solicitudes y reclamos en la etapa de construcción. -Solicitar informe de implementación y resultados del protocolo de atención de consultas, solicitudes y reclamos en la etapa de construcción	-Una única vez -Trimestral	Etapas constructivas
	3. Implementar el Plan de Relación con las Comunidades (ver apartado 12.2.5).		Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del	-Solicitar el Plan de Relación con las comunidades. -Solicitar el Informe del Plan de Relación con las Comunidades.	-Una única vez -Mensual	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

Social cultural: demografía - densidad Poblacional/ 40. Aumento en la demanda de servicios de salud en la zona de Bagaces por la atracción de mano de obra para la construcción del embalse y presa.	1. Brindar atención médica para los trabajadores principalmente de las obras constructivas ubicadas en Bagaces. Con el objetivo de no aumentar la demanda de servicios en la sede de Bagaces de la Caja Costarricense del Seguro Social (C.C.S.S).	Registro trimestral de la atención médica a los trabajadores del Proyecto.	proyecto. Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para contar con los servicios básicos en el proyecto y para minimizar el impacto en los servicios de la comunidad por parte del proyecto.	-Verificar en campo la existencia de atención médica para los trabajadores. -Solicitar los registros de la atención médica a los trabajadores.	-Mensual -Trimestral	Etapas constructivas
Social Cultural: Salud Ocupacional/ 41. Aumento en el riesgo de accidentes y lesiones para los trabajadores de las obras en construcción.	1. Elaborar e implementar un Programa de Salud y Seguridad Ocupacional para la etapa constructiva del proyecto (ver apartado 12.2.8)	Informe mensual de la implementación del Programa de salud y seguridad ocupacional.	Verificar que se estén ejecutando las medidas de salud y seguridad en el trabajo para la protección del personal del proyecto.	-Solicitar el Programa de Salud y Seguridad Ocupacional. -Solicitar el informe de la implementación del Programa de Salud y Seguridad Ocupacional.	-Una única vez -Mensual	Etapas constructivas
Uso de la tierra: Agroindustria/ 42. Cambio en el uso de la tierra por la inundación del embalse en sitios que se desarrollan actividades agropecuarias familiares o	1. Formular y ejecutar un plan de adquisición de propiedades para el área del embalse (ver apartado 12.2.9)	Informe de la ejecución del Plan de adquisición de propiedades.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el plan de adquisición de propiedades para el área del embalse. -Solicitar el informe de la ejecución del plan de adquisiciones de propiedades.	-Una única vez -Mensual	Etapas constructivas
	2. Elaborar un expediente para cada uno de los propietarios del área del embalse,	Expediente de cada uno de los propietarios del área del embalse.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para	-Solicitar el expediente con cada uno de los propietarios del área del embalse y verificar que	-Una única vez	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

empresariales.	donde se incluya toda la documentación del Proceso informativo y de negociación de la compra del terreno. En el caso de las fincas que no se requiere comprar la Propiedad completa para el área de inundación del embalse, se debe asegurar el acceso al agua para el propietario. Se incluirá en la negociación de la compra de la tierra.		minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	incluya la información del proceso informativo y de negociación de compra del terreno. -Verificar que en las negociaciones de la compra de la tierra se incluya el aseguramiento del acceso al agua en aquellas propiedades que no se requiere comprar la propiedad completa.	-Mensual	
Uso de la tierra: agroindustria/ 43. Pérdida de acceso al río Piedras para extracción de agua por parte de propietarios del área de inundación del embalse.	1. Elaborar un mapeo de los usos socioeconómicos del río Piedras en el área de inundación del embalse, como registro previo para determinar las actividades afectadas.	Informe del mapeo de actores Socioeconómicos en el río Piedras.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar Informe con el mapeo de los usos socioeconómicos del río Piedras en el área de inundación.	-Una única vez	Etapas constructiva
	2. Formular y ejecutar un plan de adquisición de propiedades, considerando los usos actuales que tiene al río Piedras, en cuanto la extracción y/o toma de agua para las actividades agropecuarias actuales de la zona. (Ver apartado 12.2.9).	Documento del Plan de adquisiciones de propiedades.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el plan de adquisición de propiedades que incluya los usos actuales del río Piedras. -Solicitar el informe de la ejecución del plan de adquisiciones de propiedades.	-Una única vez -Mensual	Etapas constructiva
Uso de la tierra: Área Protegida	1. Generar y mantener un proceso de	Mantener una buena relación y transparente	Verificar que se estén ejecutando las	-Solicitar minutas y listas de asistencia de las	-Trimestral	Etapas constructiva



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

Reserva Biológica Lomas Barbudal/ 44. Cambio del uso de la tierra en la Reserva Biológica Lomas Barbudal por la necesidad de inundar terreno para el embalse.	comunicación y relación con el área de Conservación Arenal Tempisque, para el abordaje del tema, reuniones periódicas.	con el SINAC, Área de Conservación Arenal Tempisque y Comunidades aledañas a la Reserva Biológica Lomas Barbudal para prevenir posibles conflictos sociales.	medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	reuniones con el SINAC, con el Área de Conservación Arenal Tempisque y comunidades aledañas a la RBLB.		
	2. Gestionar lo correspondiente respetando la legislación vigente para la autorización del cambio de uso en esta área de la RBLB.	Mantener una buena relación y transparente con el SINAC, Área de Conservación Arenal Tempisque y Comunidades aledañas a la Reserva Biológica Lomas Barbudal para prevenir posibles conflictos sociales.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el aval gestionado para el cambio de uso de la tierra en el área del embalse.	-Una única vez	Etapas constructiva
	3. Mantener una comunicación transparente y constante con las comunidades aledañas a la Reserva Biológica Lomas Barbudal y el SINAC (Plan de Relación con las Comunidades).	Mantener una buena relación y transparente con el SINAC, Área de Conservación Arenal Tempisque y Comunidades aledañas a la Reserva Biológica Lomas Barbudal para prevenir posibles conflictos sociales.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar minutas y listas de asistencia de las reuniones con el SINAC, con el Área de Conservación Arenal Tempisque y comunidades aledañas a la RBLB.	-Trimestral	Etapas constructiva
	4. Incluir en el programa de educación ambiental de PAACUME temas	Promover el valor de los recursos naturales y la función de las áreas	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio	-Solicitar el programa de educación ambiental de PACUME y verificar que	-Una única vez	Etapas constructiva



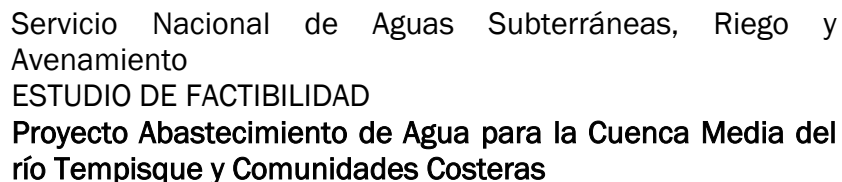
Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	relacionados con las áreas silvestres protegidas, prevención de incendios forestales, reforestación, conocimiento de las especies de flora y fauna de la zona y conservación de bosques. (Programa de Educación Ambiental). (ver apartado 12.2.10)	protegidas.	ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	incluya temas relacionados con áreas protegidas, prevención de incendios forestales, reforestación, conocimiento de las especies de flora y fauna de la zona y conservación de bosques. -Solicitar las minutas y listas de asistencia de charlas de sensibilización a la comunidad.	-Mensual	
Infraestructura: Seguridad Vial/ 45. Generación de riesgo de accidentes de tránsito a los habitantes de las comunidades aledañas a las obras constructivas de PAACUME.	1. Elaborar e implementar un Programa de Seguridad Vial, que debe ser acatado de manera obligatoria por el personal y los contratistas de maquinaria y servicios del Proyecto (ver apartado 12.2.11).	Evidencia de la implementación del Programa de Seguridad Vial. Bitácoras de seguimiento trimestral del control de seguridad vial.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el Programa de Seguridad Vial. -Informe de la implementación del Programa de Seguridad Vial.	-Una única vez Trimestral	Etapas constructivas
	2. Rotulación de vehículos para su debida identificación en las comunidades, sean de la institución y/o alquilados.	Archivo fotográfico de vehículos debidamente identificados.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Verificar en campo la existencia de rotulación de identificación en vehículos institucionales y alquilados.	-Semanal	Etapas constructivas
	3. Aplicación del protocolo de atención de consultas, solicitudes, quejas y	Informe mensual de la implementación del protocolo de atención de consultas,	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para	-Solicitar informe de implementación y resultados del protocolo de atención de consultas,	-Mensual	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	reclamos del Proyecto. (ver apartado 12.2.6).	solicitudes y quejas.	minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	solicitudes y reclamos en la etapa de construcción.		
	4. En las rutas de acceso a las obras de construcción colocar señalización vial horizontal y vertical según la normativa.	Señalización horizontal y vertical.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Verificar en campo la colocación de señalización vial horizontal y vertical según normativa.	-Mensual	Etapas constructiva
	5. En los sitios que la infraestructura vial lo permita se debe marcar pasos peatonales existentes frente a: Centros Educativos, Clínicas, Ebais, hospitales presentes en las rutas definidas para la movilización de maquinaria, equipos y vehículos del Proyecto.	Señalización de pasos peatonales.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Verificar en campo la señalización de pasos peatonales.	-Mensual	Etapas constructiva
Infraestructura: Seguridad Vial/ 46. Aumento en el riesgo de ocurrencia de accidentes de tránsito dentro del área del proyecto (AP).	1.Elaboración e implementación un Programa de Seguridad Vial para el Proyecto que debe ser acatado de manera obligatoria por el personal y los contratistas de maquinaria y servicios del Proyecto	Programa de seguridad vial.	Verificar que se estén ejecutando las medidas de seguridad en el trabajo para la protección del personal del proyecto.	-Solicitar el Programa de Seguridad Vial. -Solicitar el Informe de la implementación del Programa de Seguridad Vial.	-Una única vez -Trimestral	Etapas constructiva
	2. Implementar charlas y talleres concientizar a	Informes de las charlas y talleres de	Verificar que se estén ejecutando las	-Solicitar las listas de asistencia a charlas y	- Anual a todo el personal y	Etapas constructiva

Paacume | 502



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	que solicita el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Para evitar alterar o dañar la propiedad privada. En caso de tener que realizar modificaciones a la propiedad privada, se debe tener el consentimiento del dueño por escrito y definido como se compensará el daño.	MOPT en cuanto al traslado de este tipo de maquinaria y equipo pesado en vías públicas.	ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	cuanto a traslado de equipo. -Solicitar el consentimiento por escrito del propietario en caso de realizar modificaciones a la propiedad privada que incluya como se compensará el daño.	-Trimestral	
	3. El Proyecto debe invertir en las condiciones de seguridad vial necesarias para los centros de población ubicados en la ruta principal de acceso a las obras de campamentos y presa. Principalmente el tramo de la carretera que inicia de la Clínica de Bagaces hacia el centro de la comunidad de Falconiana.	Registro fotográfico Bitácora Ambiental	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Verificación en campo de medidas de seguridad vial del camino que va desde la Clínica de Bagaces hasta el centro de la comunidad de Falconiana.	-Mensual	Etapas constructiva
	4. Realizar un análisis vial para recomendar las acciones que deben orientarse a brindar seguridad de los niños y niñas, apoyando en la infraestructura como mallas y aceras perimetrales en los	Informe de resultados del análisis vial.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el informe de resultados del análisis vial. -Verificar en campo la implementación de las acciones recomendadas en el Informe de análisis vial.	-Una única vez -Mensual	Etapas constructiva



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	centros educativos; señalización vertical, reductores de velocidad y otros que se recomienden.					
	5.Construcción de 250 metros de acera en el cuadrante de la Escuela de Falconiana (ver apartado 12.2.12).		Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Verificación en campo de la construcción de 250m de acera en el cuadrante de la Escuela de Falconiana.	-Una única vez	Etapas constructivas
	6.Realizar estudio técnico de las condiciones de la carretera en el tramo Bagaces- Falconiana de 11.5 kilómetros, para determinar las recomendaciones de mejora en lastre necesarias para el inicio de la etapa constructiva del PAACUME. Estas permitirán el uso continuo de la carretera de lastre que comunica con las obras de campamentos, planteles y obras de presa; esta ruta será utilizada para el trasiego de personal, materiales para la construcción de obras y entrada de equipo		Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el informe del estudio técnico de las condiciones de la carretera en el tramo Bagaces-Falconiana. -Verificar en campo los trabajos de mejora en el lastre antes del inicio de la etapa constructiva recomendados en el informe técnico de las condiciones de la carretera. -Solicitar los registros y verificación en campo del mantenimiento por daños ocasionados por el tránsito de maquinaria y equipo del proyecto.	-Una única vez de previo al inicio de la construcción -Una única vez -Mensual	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	pesado. En la misma se debe dar mantenimiento periódico ante daños atribuibles al tránsito de maquinaria y equipos del proyecto. Con el objetivo de mantener la vía en buen estado, se coordinará con la Municipalidad de Bagaces y los vecinos de las comunidades de Valle Dorado, Falconiana y Bagatzí.					
Social cultural: Calidad de Vida/ seguridad/ educación/ salud/ 48. Afectación de la salud de la población de las comunidades presentes en la principal ruta de traslado de maquinaria y equipo por levantamiento de polvo para las obras de presa y embalse.	1. Reducir las emanaciones de polvo y prevenir problemas respiratorios en la población. En las vías que se ubiquen en sitios poblados, que no cuenten con pavimento asfáltico y que formen parte de las rutas utilizadas para el traslado de materiales, equipos y personal para la construcción de obras. El encargado de obra deberá gestionar para que se rocíe agua durante la época seca y días de mucho viento, para reducir el polvo.	Informe de actividades realizadas para la mitigación del polvo en zonas pobladas.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitud de informe de actividades relacionadas a la mitigación del polvo en zonas pobladas. -Verificación en campo de riego de los caminos en época seca y días de mucho viento.	-Mensual -Semanal	Etapa constructiva
	2. Los vehículos y maquinaria alquilada e institucional		Verificar que se estén ejecutando las medidas socio	-Verificar en campo la existencia de rotulación de identificación en	-Semanal	Etapa constructiva



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	deben presentar rotulación visible que permita a los vecinos y usuarios de las vías poder denunciar el no acatamiento de las regulaciones.		ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	vehículos institucionales y alquilados.		
	3. Las vagonetas que circulen por las comunidades deben utilizar obligatoriamente cobertores para minimizar el polvo.	Monitoreos aleatorios registrados para verificar el acatamiento de la medida de utilización de cobertores.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar los registros de los monitoreos aleatorios para verificar el acatamiento de medida de velocidad. -Verificar en campo que las vagonetas utilicen cobertores.	-Mensual -Semanal	Etapas constructiva
	4. Restringir los niveles de velocidad máxima en los sitios poblados para disminuir el levantamiento de polvo.	Monitoreos aleatorios registrados para verificar el acatamiento de la medida de velocidad.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar los registros de los monitoreos aleatorios para verificar el acatamiento de medida de velocidad.	-Semanal	Etapas constructiva
	5. Solicitar semestralmente los registros de las afecciones respiratorias en los EBAIS de las comunidades aledañas a las obras de presa para complementar los registros de monitoreo de salud e informes del Proyecto.	Informe de la revisión de la información del EBAIS local, respeto a las consultas y atención médica por afecciones respiratorias. Seguimiento de los casos reportados durante toda la etapa de construcción, con un registro semestral.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el informe de la revisión de la información del EBAIS local relacionadas con afecciones respiratorias. -Solicitar el registro del seguimiento de los casos reportados.	-Semestral -Semestral	Etapas constructiva
Infraestructura: Servicios: Agua, Luz,	1. Elaborar un levantamiento de información previa al	Informe de la demanda actual de los servicios públicos	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio	-Solicitar el informe de la demanda actual de los servicios públicos	-Una única vez de previo al inicio de la	Etapas constructiva



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

Internet, telefonía, sanitaria/ 49. Aumento en la demanda de Servicios públicos existentes en las comunidades aledañas al campamento	inicio de las actividades constructivas de la demanda actual de los servicios públicos existentes, en la zona cercana al sitio de obras de campamento, presa y embalse. Definir el uso requerido por el proyecto. Determinar si es necesario realizar inversiones para no afectar los servicios existentes en las comunidades tales como escuelas, salones comunales y clínicas.	existentes en el área de ubicación de las instalaciones provisionales.	ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	existentes en el área de ubicación de las instalaciones provisionales.	construcción	
Uso de la tierra: Agroindustria/ 50. Afectación de la continuidad y calidad del servicio de agua para riego a los usuarios del DRAT por las mejoras y construcción del canal oeste.	1. Implementación del Plan de Relación con las Comunidades (ver apartado 12.2.5)	Informe de la implementación del Plan de Relación con las Comunidades.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el Plan de Relación con las comunidades. -Solicitar el Informe del Plan de Relación con las Comunidades.	-Una única vez -Mensual	Etapas constructivas
	2. Realizar los ajustes al diseño final de las obras del canal oeste para evitar al máximo la afectación en el	Informe técnico con los diseños del canal oeste, que evidencie las acciones para evitar la suspensión	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto	-Solicitar el informe técnico con los diseños del canal oeste, que evidencie las acciones para evitar la	-Una única vez	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	servicio existente, Principalmente para la época de mayor demanda del recurso (época seca). Si es necesario suspender el servicio se debe informar previamente a los afectados y negociar la indemnización eventual de las pérdidas productivas por la suspensión del mismo.	del servicio a los usuarios.	sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	suspensión del servicio a los usuarios. -Solicitar los registros donde se evidencie la notificación de suspensión del servicio. -Solicitar los registros de las indemnizaciones por pérdidas productivas en caso de suspensión del servicio.	-Cada vez que haya suspensión de los servicios. -Cada vez que haya que dar una indemnización	
Social-Cultural: Percepción Local/ 51. Percepción de pérdida de Derechos sobre la tierra por parte de los propietarios con quienes se tramitará el pago de servidumbres para el paso de los canales de conducción y distribución de riego.	1. Formular y ejecutar un plan de adquisición de propiedades (ver apartado 12.2.9).	Plan de adquisición de propiedades	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el plan de adquisición de propiedades que incluya las servidumbres para el paso de los canales de conducción y distribución de riego. -Solicitar el informe de la ejecución del plan de adquisiciones de propiedades.	-Una única vez -Mensual	Etapa constructiva
	2. Implementar visitas y reuniones de seguimiento psicosocial con los propietarios identificados como vulnerables por la pérdida de la propiedad, la privacidad y el valor emocional (pérdida del espacio	Informe de las reuniones y visitas de seguimiento psicosocial con los propietarios.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el informe de las reuniones y visitas de seguimiento psicosocial con los propietarios.	-Mensual	



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	vital y las afectaciones a la cotidianidad).					
Uso de la tierra: Agroindustria/ 52. Afectación de propiedades privadas fragmentadas por la construcción del embalse, canal oeste y la red de conducción y distribución de riego.	1. Formular y ejecutar un plan de adquisición de propiedades (ver apartado 12.2.9).	Informe de la ejecución del Plan de adquisición de propiedades.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el plan de adquisición de propiedades. -Solicitar el informe de la ejecución del plan de adquisiciones de propiedades.	-Una única vez -Mensual	Etapas constructivas
	2. El desarrollador debe brindar asesoría legal a los propietarios de los terrenos del embalse y presa, canal oeste y canales de conducción y distribución de riego. Principalmente en los casos en que los terrenos no estén debidamente inscritos, para que puedan legalizar su posesión. Aplica para las propiedades que requieren ser adquiridas para el desarrollo de la infraestructura de PAACUME. Es responsabilidad del desarrollador realizar los trámites legales para la adquisición de propiedades, así como legalizar (inscribir) la tierra a partir de las	Informe y/o expedientes de los propietarios con datos de la asesoría legal brindada a los propietarios. Registro de la cantidad de títulos legalizados.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar los expedientes de los propietarios y verificar que incluya la asesoría legal brindada. -Solicitar los registros de la cantidad de títulos legalizados.	-Trimestral -Anual	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	condiciones nuevas de la propiedad.					
	3. Brindar soluciones para las propiedades que resulten fragmentadas con la construcción de las obras del proyecto, considerando la construcción de infraestructuras tales como puentes, vados, alcantarillas, etc.	Informe de soluciones para las propiedades fragmentadas con la construcción de obras.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el informe de soluciones para las propiedades fragmentadas.	-Trimestral	Etapas constructivas
Social-Cultural: Percepción local/ 53. Transformación del ambiente natural en el área del embalse, canal oeste y red de distribución de riego.	1.Elaboración e implementación de un Programa de Educación Ambiental en las comunidades del área de influencia social directa e indirecta del Proyecto (ver apartado 12.2.10). Se requiere contratar al menos dos profesionales para elaborar, impartir y coordinar el programa durante toda la fase constructiva del Proyecto.	Informes trimestrales de implementación del programa. Lista de asistencia.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el programa de educación ambiental de PACUME y verificar que incluye el AID y AII. -Solicitar el informe de implementación del programa. -Solicitar las minutas y listas de asistencia de charlas de sensibilización a la comunidad.	-Una única vez -Trimestral -Mensual	Etapas constructivas
Social cultural: Calidad de Vida/ seguridad/ educación/ salud/ 54. Aumento de flujo vehicular y	1. Gestionar con las entidades correspondientes los permisos en caso de requerir interrumpir el paso por algún camino vecinal o ruta nacional.	Permisos solicitados a entidades. Registro fotográfico de la señalización vial colocada.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar los permisos solicitados para interrupción de paso por algún camino vecinal o ruta nacional.	-Trimestral	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

maquinaria en los caminos públicos para el acceso a la construcción de obras (presa, canal oeste, red de distribución de riego).	2. Realizar previo al inicio de las obras un levantamiento del estado actual de los caminos que se utilizarán. Detallar las mejoras requeridas para el tránsito del equipo, maquinaria, vehículos livianos.	Informe del estado "actual" de los caminos (previo a las obras).	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el informe del estado actual de los caminos de previo a las obras y verificar que se incluyan las mejoras requeridas para el tránsito de equipo, maquinaria y vehículos. -Verificar en campo los trabajos de mejora en el lastre antes del inicio de la etapa constructiva recomendados en el informe del estado actual de los caminos.	-Una única vez de previo al inicio de la construcción -Una única vez	Etapas constructivas
	3. Ejecutar campañas educativas en las Escuelas del área de influencia social directa, para prevenir accidentes viales en los sectores donde se estén realizando obras constructivas, principalmente relacionadas al acarreo de materiales o uso de rutas de tránsito para vehículos del proyecto.	Informe de campañas de educación vial.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el informe de las campañas de educación vial del área de influencia social directa.	-Anual	Etapas constructivas
	4. Colocar señalización vertical en los caminos, que indiquen los riesgos y obras de construcción sobre las vías públicas.	Registro fotográfico de la señalización colocada	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Verificar en campo la colocación de señalización vial horizontal y vertical según normativa.	-Mensual	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	5. Informar a los pobladores del área de influencia directa de las obras, acerca de las alteraciones a la red vial local: especificando fechas, horarios, duración y medidas de seguridad a ejecutar, de manera que la población tenga conocimiento e información de las acciones que se realizarán. Se priorizarán los sectores donde se realicen obras constructivas, principalmente relacionadas al acarreo de materiales o uso de rutas de tránsito para vehículos del proyecto.	Informe trimestral de las actividades informativas realizadas.	proyecto. Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el informe de la actividad informativa realizada en relación a alteraciones a la red vial local, verificar que incluya fechas. Horarios, duración y medidas de seguridad a ejecutar.	-Trimestral	Etapas constructivas
	6. Para el cierre de las actividades de construcción del Proyecto se debe realizar una valoración técnica en conjunto con la entidad correspondiente Municipalidades o CONAVI, para garantizar	Informe de Regencia Evidencia de la valoración técnica que corresponda ya sea Municipalidad, Conavi o MOPT.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el informe de valoración técnica del estado de las carreteras al finalizar el proyecto, verificar que garantice que las carreteras quedaron igual o mejor que antes que iniciara el proyecto.	-Una única vez	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	que las mejoras y mantenimientos realizados en los caminos cumplen y se entregan en iguales o mejores condiciones de cómo se encontraron antes del inicio de las obras.					
Economía: Empleo/ 55. Incremento en la demanda de mano de obra temporal para la construcción del proyecto.	1. Realizar los procesos de reclutamiento y selección de personal priorizando a los habitantes en la de las comunidades aledañas al proyecto (área de influencia social directa e indirecta).	Informes trimestrales del personal contratado, incluir métricas por ocupación y lugar de residencia.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el informe del proceso de reclutamiento. -Solicitar el registro de los trabajadores por lugar de residencia.	-Trimestral -Mensual	Etapas constructivas
	2. Garantizar dentro de los procesos de contratación la igualdad de condiciones para hombres y mujeres. Promover la equidad en la apertura de los puestos de empleo, de acuerdo a las necesidades del proyecto y los requisitos y destrezas requeridos para cada puesto.	Informes trimestrales del personal contratado, incluir métricas por ocupación, sexo y lugar de residencia.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el informe del proceso de reclutamiento y verificar que incluya métricas de ocupación, sexo y lugar de residencia.	-Trimestral	Etapas constructivas
	3. Realizar al menos una feria de empleo en las cabeceras de los	Informe de las ferias de empleo realizadas. Registro fotográfico	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio	-Solicitar el informe de las ferias de empleo realizadas y verificar que	-Una única vez de previo al inicio de la	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	cantones de: Bagaces, Carrillo y Santa Cruz previo al inicio de las actividades constructivas. Con el objetivo de brindar la información a la población interesada de las necesidades de personal y sus requisitos.		ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	se hayan hecho en las cabeceras de los cantones de Bagaces, Carrillo y Santa Cruz.	construcción	
Social Cultural: Percepción Local/ 56. Generación de expectativa de las comunidades aledañas al embalse y actores institucionales de las actividades que se realizarán para el llenado del embalse.	1.Realizar previo al llenado del Embalse Río Piedras, un proceso de información en las comunidades aledañas al embalse, trabajadores del proyecto, SINAC, Municipalidad de Bagaces y otros actores sociales de interés. Proceso informativo que incluya: -Información general del llenado. -Los protocolos a implementar y tiempo que implicará esta actividad para el Proyecto.	Informe del proceso informativo. Listas de asistencia Registro fotográfico	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el informe del proceso informativo a las comunidades aledañas de previo al llenado del embalse. -Solicitar las listas de asistencia del proceso informativo.	-Una única vez de previo al llenado del embalse. -Una única vez	Etapas constructivas
Social Cultural: Percepción Local/ 57. Percepción de riesgo por el llenado del embalse.	1.Realizar previo al llenado del Embalse Río Piedras, un proceso de información en las Comunidades aledañas al embalse, trabajadores del proyecto, SINAC,	Informe del proceso informativo. Listas de asistencia Registro fotográfico	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del	-Solicitar el informe del proceso informativo a las comunidades aledañas de previo al llenado del embalse y verificar que incluya información general del llenado y los protocolos a implementar	-Una única vez de previo al llenado del embalse	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	Municipalidad de Bagaces y otros actores sociales de interés. Proceso informativo que incluya: -Información general del llenado. -Los protocolos a implementar y tiempo que implicará esta actividad.		proyecto.	y el tiempo que durará la actividad.		
Social cultural: Infraestructura Comunal/ 58. Presión sobre el uso de la Infraestructura comunal por parte de los trabajadores foráneos en las comunidades cercanas a las obras de presas e instalaciones del campamento	1. Atención de solicitudes comunales en el marco de la responsabilidad social empresarial. Aplicación del protocolo de consultas, solicitudes, quejas y reclamos. (ver apartado 12.2.6) 2. Los campamentos ubicados en Bagaces, deben incluir áreas de ocio y recreación para el personal que se hospede en el sitio. Para que los trabajadores temporales no interfieran o alteren la cotidianidad de las comunidades.	Informe mensual de la implementación del protocolo de atención de consultas, quejas y reclamos. Construcción de las áreas de ocio y recreación para el personal.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto. Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el protocolo de atención de consultas, solicitudes y reclamos en la etapa de construcción. -Solicitar informe de implementación y resultados del protocolo de atención de consultas, solicitudes y reclamos en la etapa de construcción. -Verificar en campo que en el campamento existan áreas de ocio y recreación.	-Una única vez -Mensual -Mensual	Etapas constructivas Etapas constructivas Etapas constructivas
Economía: Empleo/ 59. Mejoramiento de las	1. El proyecto respetará la legislación vigente en Costa Rica en temas laborales y de Salud Ocupacional.	Inscripción de todos los trabajadores activos en la Caja Costarricense de Seguro Social.	Verificar que se estén cumpliendo los pagos de la CCSS de todos los trabajadores del proyecto.	-Solicitar el detalle del pago de la CCSS de todos los funcionarios del proyecto.	-Mensual	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

condiciones laborales en la zona durante la etapa constructiva de las obras.	2. Asegurar que las empresas proveedoras de servicios cumplan con la legislación vigente en Costa Rica.		Verificar que se estén ejecutando las medidas de seguridad en el trabajo para la protección del personal del proyecto.	-Solicitar el estado con la CCSS de todas las empresas proveedoras de servicio al proyecto.	-Mensual	Etapas constructiva
Etapas constructiva y operativa						
Medio físico						
Agua- Escorrentamiento Superficial/ 60. Aumento de la escorrentía superficial debido al cambio en el uso del suelo y a la compactación. Además, el canal representa una barrera para el flujo normal de la escorrentía superficial.	1.Construcción de alcantarillas o canales que permitan el paso del flujo hacia las corrientes de agua naturales a lo largo de los canales, para que se permita verter los excedentes y dar continuidad a la escorrentía superficial.	Informe con pasos de flujo de agua contruidos en los canales. Bitácora de la regencia ambiental. Informes de regencia ambiental	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Solicitar el informe con pasos de flujo de agua contruidos en los canales.	-Anual	Etapas constructiva y operativa
Agua Subterránea/ 61. Cambio en los niveles de agua superficial por la presencia	1.Determinar el comportamiento de las quebradas y pasos de agua que alimentan la zona del embalse, con el objetivo de	Bitácora ambiental Informe del seguimiento posterior al llenado del embalse y durante la operación.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Solicitar el informe de seguimiento posterior al llenado del embalse y durante la operación.	-Semestral	Etapas constructiva y operativa



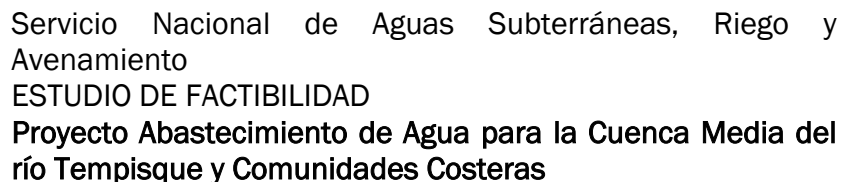
Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

del embalse, provocando que los niveles de agua que en algunas épocas del año bajen su capacidad o se secan, puedan perdurar por más tiempo.	comprobar el beneficio que la presencia del embalse aportará a su nivel y mantenimiento de este.					
Medio biótico						
Fauna Acuática/ 62.Eliminación de la conectividad del río Piedras.	1.Valorar la factibilidad técnica para la construcción de un paso para peces (escalera de peces) cuyo diseño permita la comunicación del embalse con el río Piedras aguas abajo de la presa.	Planos de diseño del paso de peces previo a la construcción del vertedor. Se recomienda como sitio posible construirlo contiguo al vertedor en su costado oeste, el cual inicie con la toma (compuertas) en parte superior del mismo con compuertas que permitan regular el caudal y subir y bajar de acuerdo a las fluctuaciones de nivel del embalse. Se recomienda que el canal baje zigzagueando de tal forma que permita mantener una pendiente constante en lo posible menor al 5% y velocidades menores de 0.5 m/s. Esto permitirá el paso de los peces,	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el resultado de la factibilidad técnica para la construcción de un paso de peces que comunique el embalse con el río Piedras. -Solicitar el plano de diseño de paso de peces. -Verificación en campo la existencia de un paso para peces.	-Una única vez -Una única vez -Una única vez	Etapas constructiva y operativa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

		crustáceos y otras especies anfibias, mitigando la obstrucción provocada por la represa. Esta medida además podrá funcionar como toma para el caudal ambiental que se debe dejar al río Piedras para mantener la calidad del agua del río aguas abajo, en las mismas condiciones naturales, disminuyendo el aporte de la toma (Bypass) de aguas del fondo del embalse con condiciones adversas de baja temperatura y bajo contenido de oxígeno entre otros. (ver apartado 12.2.13)				
Fauna Acuática/ 63. Disminución de la variabilidad genética de las especies.		Monitoreo de peces y crustáceos en el canal para el paso de peces durante la fase de operación para evaluar su eficiencia y poder tomar decisiones de mejora.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el informe con los resultados de los monitoreos de peces y crustáceos por el paso de peces.	-Trimestral	Etapas constructiva y operativa
Fauna Acuática/ 64. Alteración de la diversidad, abundancia y composición de especies.		Monitoreo de peces y crustáceos en el canal para el paso de peces durante la fase de operación para evaluar su eficiencia y poder tomar decisiones de mejora.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el informe con los resultados de los monitoreos de peces y crustáceos por el paso de peces y verificar que incluyan datos de diversidad, abundancia y composición de especies.	-Trimestral	Etapas constructiva y operativa

Paacume | 519



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	aguas abajo del sitio de presa, alimentándolas permanentemente con agua del canal.					
Fauna acuática/ 67. Alteración de la abundancia y composición de especies.	1.Compensar creando quebradas artificiales que ofrezcan un ecosistema adecuado para la especie Endémica <i>Brachyrhaphis olomina</i> . Las quebradas artificiales para compensar pueden ser creadas en los cauces de quebradas intermitentes que cruzan el canal oeste tramo II, específicamente los primeros 2.5 kilómetros aguas abajo del sitio de presa, alimentándolas permanentemente con agua del canal.	Informe mensual del monitoreo de fauna acuática. Este informe debe incluir resultados de la siembra de <i>Brachyrhaphis olomina</i> y en el caso de que el primer intento no fuera exitoso, incluir los resultados de los intentos posteriores hasta el establecimiento definitivo de la especie. Frecuencia de monitoreo: mensual durante la etapa de construcción y mensual durante al menos dos años de la etapa de operación.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el informe de monitoreo de fauna acuática, verificar que incluya resultados de la siembra de <i>Brachyrhaphis olomina</i> .	-Mensual en etapa constructiva y operativa, en la operativa por un periodo de dos años.	Etapas constructiva y operativa
Fauna acuática/ 68. Afectación a especies endémicas.	1.Compensar creando quebradas artificiales que ofrezcan un ecosistema adecuado para la especie endémica <i>Brachyrhaphis olomina</i> . Las quebradas artificiales para compensar pueden ser creadas en los cauces de quebradas	Informe mensual del monitoreo de fauna acuática. Este informe debe incluir resultados de la siembra de <i>Brachyrhaphis olomina</i> y en el caso de que el primer intento no fuera exitoso, incluir los resultados de los intentos posteriores hasta el establecimiento	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el informe de monitoreo de fauna acuática, verificar que incluya resultados de la siembra de <i>Brachyrhaphis olomina</i> .	-Mensual en etapa constructiva y operativa, en la operativa por un periodo de dos años.	Etapas constructiva y operativa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	intermitentes que cruzan el canal oeste tramo II, específicamente los primeros 2.5 kilómetros aguas abajo del sitio de presa, alimentándolas Permanentemente con agua del canal.	definitivo de la especie. Frecuencia de monitoreo: mensual durante la etapa de construcción y mensual durante al menos dos años de la etapa de operación.				
Fauna acuática/ 69. Interrupción de la continuidad del río.	1.Compensar creando quebradas artificiales que ofrezcan un ecosistema adecuado para la especie endémica <i>Brachyrhaphis olomina</i> . Las quebradas artificiales para compensar pueden ser creadas en los cauces de quebradas intermitentes que cruzan el canal oeste tramo II, específicamente los primeros 2.5 kilómetros aguas abajo del sitio de presa, alimentándolas permanentemente con agua del canal.	Informe mensual del monitoreo de fauna acuática. Este informe debe incluir resultados de la siembra de <i>Brachyrhaphis olomina</i> y en el caso de que el primer intento no fuera exitoso, incluir los resultados de los intentos posteriores hasta el Establecimiento definitivo de la especie. Frecuencia de monitoreo: mensual durante la etapa de construcción y mensual durante al menos dos años de la etapa de operación.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el informe de monitoreo de fauna acuática, verificar que incluya resultados de la siembra de <i>Brachyrhaphis olomina</i> .	-Mensual en etapa constructiva y operativa, en la operativa por un periodo de dos años.	Etapas constructiva y operativa
Fauna acuática/ 70. Reducción de la variabilidad genética.	1.Compensar creando quebradas artificiales que ofrezcan un ecosistema adecuado para la especie endémica <i>Brachyrhaphis olomina</i> . Las quebradas	Informe mensual del monitoreo de fauna acuática. Este informe debe incluir resultados de la siembra de <i>Brachyrhaphis olomina</i> y en el caso de que el primer intento no fuera exitoso, incluir los	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el informe de monitoreo de fauna acuática, verificar que incluya resultados de la siembra de <i>Brachyrhaphis olomina</i> .	-Mensual en etapa constructiva y operativa, en la operativa por un periodo de dos años.	Etapas constructiva y operativa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	artificiales para compensar pueden ser creadas en los cauces de quebradas intermitentes que cruzan el canal oeste tramo II, específicamente los primeros 2.5 kilómetros aguas abajo del sitio de presa, alimentándolas permanentemente con agua del canal.	resultados de los intentos posteriores hasta el establecimiento definitivo de la especie. Frecuencia de monitoreo: mensual durante la etapa de construcción y mensual durante al menos dos años de la etapa de operación.				
Fauna acuática/ 71. Alteración de los ecosistemas acuáticos naturales asociados a la red de distribución.	1. Gestionar con Universidades o entes de investigación en ciencias biológicas, para el levantamiento de una línea base de la fauna acuática del área de la distribución de riego, previo a la etapa de construcción y luego durante la etapa de operación dar seguimiento para determinar eventuales alteraciones en las poblaciones autóctonas de fauna acuática. El impacto se debe a la introducción de especies de peces ajenas a la zona (especies de la vertiente Atlántica) que compiten por nichos ecológicos y por los recursos alimenticios,	Investigaciones realizadas.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el informe de las investigaciones realizadas como línea base de la fauna acuática del área de la distribución de riego. -Solicitar el informe de las investigaciones realizadas de la fauna acuática del área de la distribución de riego durante la etapa operativa.	-Una única vez -Anual	Etapas constructiva y operativa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	además de la introducción de nuevos depredadores, además se generará un nuevo Ensamblaje taxonómico en los ríos de la zona afectada, lo cual no se visualiza cómo mitigarlo de manera efectiva.					
Fauna terrestre/ 72. Pérdida de hábitat de aves, mamíferos, anfibios y reptiles por la remoción de la cobertura vegetal (bosque ripario, bosque secundario y charrales) reduciendo sitios de alimentación, refugio y reproducción de las especies presentes en el sitio.	1. Implementar un monitoreo mensual biológico en la franja de protección aledaña al embalse, para identificar cambios por efectos humanos durante la fase constructiva por pérdida de hábitat. El cual contemple al menos, la composición de especies, riqueza y abundancia de los diferentes grupos taxonómicos (Aves, Mamíferos, Anfibios y Reptiles). Estos monitoreos deberán ser trimestrales durante la etapa operativa los primeros tres años y luego de manera semestral los restantes cuatro años, para un monitoreo total de siete años en la fase operativa.	Informe mensual de los monitoreos biológicos, listas de especies presentes en el sitio. Informes trimestrales de los monitoreos realizados los tres primeros años de operación. Informes semestrales a partir del tercer año hasta completar 7 años de monitoreo de fauna. Aportar evidencia fotográfica de los monitoreos realizados.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el informe de los monitoreos biológicos de la franja de protección aledaña al embalse, verificar que incluya composición de especies, riqueza y abundancia de aves, mamíferos, anfibios y reptiles.	-Mensual en etapa constructiva, trimestral en etapa operativa los primeros tres años y semestral por cuatro años más.	Etapas constructiva y operativa
Fauna terrestre/ 73.	1. Implementar un monitoreo biológico en	Informe de los monitoreos	Verificar que se estén ejecutando las	-Solicitar el informe de los monitoreos biológicos en	-Trimestral en etapa	Etapas operativa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

Fragmentación de las áreas de bosque por la apertura de caminos de acceso, tránsito de vehículos y maquinaria y presencia de los canales de riego.	las zonas de reforestación de sifones, las cuales funcionan como sitio de paso para la fauna presente. De manera que se puedan identificar cambios por efectos humanos durante la fase constructiva por pérdida de hábitat. El cual contemple al menos, la composición de especies, riqueza y abundancia de los diferentes grupos taxonómicos (Aves, Mamíferos, Anfibios y Reptiles). Estos monitoreos deberán ser trimestrales durante la etapa operativa los primeros tres años y luego de manera semestral los restantes cuatro años, para un monitoreo total de siete años en la fase operativa.	realizados. Registro Fotográfico.	medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	las zonas de reforestación de los sifones aledaña al embalse, verificar que incluya composición de especies, riqueza y abundancia de aves, mamíferos, anfibios y reptiles.	operativa los primeros tres años y semestral por cuatro años más.	
Fauna Terrestre Ecosistemas frágiles (Bosque maduro ripario) Flora (Bosque secundario y	1. Evaluar la reubicación de la ruta del camino de acceso al Vertedor, para evitar eliminar el bosque maduro ripario de la ribera derecha del río Piedras, se recomienda su	Informe de evaluación de la reubicación del camino de acceso al Vertedor, para evitar eliminar el bosque maduro ripario en la ribera derecha del río Piedras (Disponible al menos medio año	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el informe de la evaluación de la reubicación del camino de acceso al Vertedor.	-Una única vez de previo al inicio de la construcción	Etapas constructivas



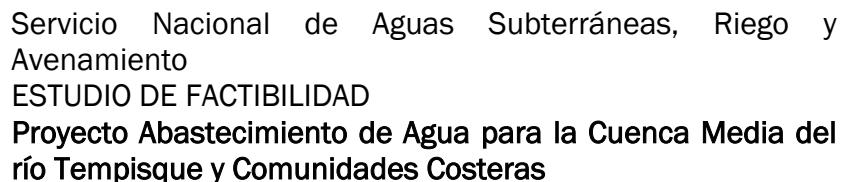
Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

charrales) / 74. Reducción del área de bosque maduro ripario por la construcción del acceso al vertedor, en la ribera derecha del río Piedras, que es un ecosistema de alta fragilidad por su escasez y degradación progresiva con disminución de la variabilidad genética de sus especies y aumento del peligro de extinción.	reubicación en la margen izquierda del nuevo canal.	previo al inicio de las labores).				
Fauna Terrestre Ecosistemas frágiles (Bosque maduro ripario) Flora (Bosque secundario y charrales) / 75. Afectación al Bosque maduro ripario y bosque secundario adyacente a los sitios de las obras de presa y	2. Diseño e implementación de un plan de aprovechamiento forestal, que incluya al menos los siguientes puntos: a) Delimitación de las áreas a intervenir, b) Ejecución de inventarios forestales y marcaje de los árboles a cortar con numeración en el tronco y el tocón, c) Ubicación de árboles	Plan de aprovechamiento que incluya: a) Cronograma, b) Inventarios forestales, con mapas de las áreas a intervenir (ubicación de los árboles a cortar y los árboles padres para semilla enumerados). Estas áreas a intervenir deben estar delimitadas en el campo y los árboles a cortar enumerados en el tronco y el tocón. c)	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el plan de aprovechamiento forestal y verificar que incluya: cronograma, inventarios forestales, mapas de las áreas a intervenir, ubicación de los árboles a cortar y los árboles padres de semilla, mapas con la ubicación de las trochas de arrastre, tala planificada para madera, postes y leña. -Verificar en campo la delimitación de las áreas	-Una única vez	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

eventual desperdicio por inadecuado aprovechamiento forestal, almacenamiento y uso de la madera.	padres para recolecta de semilla, d) Capacitación y empleo de personal calificado y técnicas de tala dirigida para evitar daños innecesarios a bosques circundantes al sitio de obra, e) Tala planificada de los árboles seleccionados para madera, postes y leña, f) Trazado de trochas y arrastre de tucas con el mínimo impacto al bosque circundante a las obras, g) Ubicación, planificación y confección de patios de acopio en sitios sin cobertura boscosa, con adecuada separación e inventario de trozas por especie y calidad de madera, h) Planificación de la corta, empatiado, procesamiento y utilización de la madera según la demanda del proyecto, venta o donación, para evitar su deterioro, i) Confección de protocolo para la donación y venta de madera y notificación oportuna a posibles beneficiarios y compradores.	Mapas con la ubicación de las trochas de arrastre por rutas de mínimo impacto al bosque circundante a las obras y de los patios de acopio con zonas separadas para las trozas según especie y calidad de la madera. (Documentos disponibles al menos tres meses antes del inicio de las labores), d) Listas de asistencia de las capacitaciones, e) Documentos con la cuantificación de las piezas de madera y mobiliario para las obras, f) Documentos de la planificación de la corta, empatiado, procesamiento y utilización de la madera según la demanda del proyecto, venta o donación. g) Protocolos de venta y donación de madera, postes y leña, así como listados de posibles beneficiarios.		a intervenir. -Verificar la enumeración de los árboles a cortar en le tronco y en el tocón. -Verificar en campo que los patios de acopio tengan zonas separadas para las trozas según especie y calidad de la madera. -Solicitar las listas de asistencia de la capacitación y empleo de personal calificado y técnicas de tala dirigida. -Verificar en campo que el trazado de trochas y arrastre de tucas sea con el mínimo impacto al bosque circundante. -Solicitar documentos con la cuantificación de las piezas de madera y mobiliario para las obras. -Solicitar documentos de la planificación de la corta, empatiado, procesamiento y utilización de la madera según la demanda del proyecto, venta o donación.	-Mensual -Mensual -Mensual -Anual y cuando haya ingreso de personal en estas labores. -Mensual -Una única vez -Una única vez	

Paacume | 527



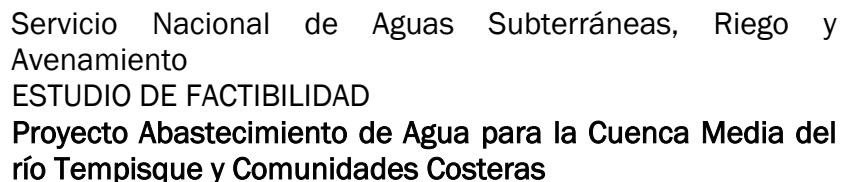
Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

consecuente interrupción del proceso de sucesión natural, debido a la construcción de las Obras Presa y sus accesos, así como el llenado del embalse.	y análisis de la abundancia y desarrollo de la regeneración natural de especies vegetales y la abundancia de fauna silvestre (ver apartado 12.2.14).	mantenimiento y manejo por zona, al igual que la determinación del porcentaje de sobrevivencia y el desarrollo de las especies arbóreas plantadas mediante la medición del crecimiento en altura total. Del quinto al vigésimo quinto año los informes serán quinquenales, en los cuales además de la sobrevivencia y el desarrollo de las especies arbóreas plantadas, se deberá constatar y describir el proceso de restauración ecológica mediante mediciones y análisis de la abundancia y desarrollo de las especies vegetales de regeneración natural y la abundancia de especies de fauna silvestre por zona. Se deberá apoyar este seguimiento con un registro fotográfico terrestre y si fuera posible aéreo, que muestre la evolución de la restauración ecológica en diferentes zonas.		total. -Solicitar el informe del plan de restauración natural y verificar que incluya sobrevivencia, el desarrollo de las especies arbóreas y análisis de la abundancia y desarrollo de las especies vegetales de regeneración natural y la abundancia de especies de fauna silvestre por zona y evidencia fotográfica.	-Quinquenal hasta completar 25 años.	



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

Ecosistemas frágiles (Bosque maduro ripario) Flora (Bosque secundario y charrales) / 77. Reducción del área de bosque maduro ripario, que es un ecosistema de alta fragilidad, por su escasez y degradación progresiva con disminución de la variabilidad genética de sus especies y aumento del peligro de extinción, al igual que reducción del área de bosque secundario con la consecuente interrupción del proceso de sucesión natural, asimismo, pérdida de conectividad de los bosques, por la remoción de la cobertura	1. Evaluar la posibilidad de ajustar el trazado de los canales de distribución para que en la medida de lo posible se reubiquen los sifones que estén en áreas de cobertura boscosa; a sitios de charral y potreros o donde la franja boscosa sea más angosta y de menor extensión, para evitar o disminuir la corta de bosque maduro ripario o bosque secundario en las riberas de ríos y quebradas. Tal es el caso en los sitios de los sifones de los ríos Tempisque y Cañas.	Informes de evaluación de cambios de ruta de canales y reubicación de sifones para evitar o disminuir la corta de bosque maduro ripario y bosque secundario, reubicándolos en zonas cercanas de potrero y charral, como en el caso de los ríos Tempisque y Cañas (disponibles al menos medio año previo al inicio de las labores).	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el informe de evaluación de cambios de ruta de canales y reubicación de sifones para evitar o disminuir la corta de bosque maduro ripario y bosque secundario.	-Una única vez de previo al inicio de la construcción	Etapas constructivas
al igual que reducción del área de bosque secundario con la consecuente interrupción del proceso de sucesión natural, asimismo, pérdida de conectividad de los bosques, por la remoción de la cobertura	2. Diseño e implementación de un plan de corta y transporte forestal, que incluya al menos los siguientes puntos: a) Delimitación de las áreas a intervenir, b) Ejecución de inventarios forestales y marcaje de los árboles a cortar con numeración en el tronco y el tocón, c) Ubicación de árboles padres para recolecta	Plan de corta y transporte forestal que incluya: a) Cronograma de actividades por zona, b) Inventarios forestales, con mapas de las áreas a intervenir señalando la ubicación de los árboles a cortar y los árboles padres para semilla enumerados. c) Los patios de acopio deben tener zonas separadas para las trozas según especie y calidad de la madera.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el plan de aprovechamiento forestal y verificar que incluya: cronograma, inventarios forestales, mapas de las áreas a intervenir, ubicación de los árboles a cortar y los árboles padres de semilla, mapas con la ubicación de las trochas de arrastre, tala planificada para madera, postes y leña. -Verificar en campo la delimitación de las áreas	-Una única vez	Etapas constructivas

Paacume | 530



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

				para la donación y venta de madera y notificación oportuna a posibles beneficiarios y compradores.	-Una única vez	
	3. Realizar la revegetación de las áreas donde se eliminó la vegetación a orillas de ríos y quebradas, mediante planes de reforestación utilizando un diseño de plantación mixta con al menos 15 especies arbóreas nativas aptas para ambientes ribereños, que brinden las condiciones para acelerar el proceso de sucesión natural y la restauración del bosque, dichos planes deben poseer mapas de ubicación de las áreas a reforestar.	Informe de planes de reforestación o restauración de hábitat en los pasos de sifones en ríos y quebradas, con mapas e imágenes satelitales detallando la ubicación de las zonas de reforestación, las especies arbóreas plantadas y el diseño de plantación mixta en cada sitio.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el plan de restauración de hábitat en los pasos de los sifones en ríos y quebradas, verificar que contemple un diseño de plantación mixta de al menos 15 especie y los mapas de ubicación de las áreas a reforestar. -Verificar en campo la restauración de hábitat en los pasos de los sifones en ríos y quebradas.	-Una única vez -Trimestral	Etapas constructiva
	4. Ejecutar un plan de seguimiento de la sobrevivencia y desarrollo de los árboles plantados y del proceso de restauración ecológica por sucesión natural,	Informes anuales de seguimiento de los planes de restauración de hábitat natural en los sitios de sifones de ríos y quebradas, durante los primeros cinco años, describiendo las labores	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el informe del plan de restauración de hábitat natural en los sitios de sifones de ríos y quebradas, verificar que incluya labores de establecimiento, mantenimiento y manejo	-Anual, por cinco años,	Etapas constructiva y operativa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	mediante el monitoreo y análisis de la abundancia y desarrollo de la regeneración natural de especies vegetales y la abundancia de fauna silvestre. (Ver apartado 12.2.15).	de establecimiento, mantenimiento y manejo y detallando para cada sitio el porcentaje de sobrevivencia y el desarrollo de las especies arbóreas plantadas mediante la medición del crecimiento en altura total. Del quinto al vigésimo quinto año estos informes serán quinquenales, incluyendo adicionalmente el monitoreo de la abundancia y desarrollo de las especies vegetales de regeneración natural y la abundancia de especies de fauna silvestre. Se deberá apoyar este seguimiento con un registro fotográfico terrestre o si fuera posible aéreo, que muestre la evolución de la restauración ecológica.		por zona, porcentaje de sobrevivencia y crecimiento en altura total. -Solicitar el informe del plan de restauración natural y verificar que incluya sobrevivencia, el desarrollo de las especies arbóreas y análisis de la abundancia y desarrollo de las especies vegetales de regeneración natural y la abundancia de especies de fauna silvestre por zona y evidencia fotográfica.	-Quinquenal hasta completar 25 años.	
5.	Gestionar la posibilidad de un convenio con el Fondo de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) para ejecutar un programa de Pago de	Informes de la reforestación con ubicación, especies, diseño de plantación, sobrevivencia, mantenimiento y manejo, al igual que	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el informe de reforestación y verificar que incluya ubicación, especies, diseño de plantación, sobrevivencia, mantenimiento y manejo	Quinquenal por 10 años.	Etapas operativas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	Servicios Ambientales PSA en el Corredor Biológico Barbudal por 120 ha de reforestación con especies nativas, donde además del monto que otorga el FONAFIFO el SENARA aportaría la mitad de dicho monto equivalente a \$1000/ha como un incentivo adicional. Este debe incluir un plan de seguimiento de la sobrevivencia y desarrollo de las plantaciones forestales.	el seguimiento del vigor y desarrollo, mediante mediciones del crecimiento en altura total de los árboles por especie, en el quinto y décimo año.		y mediciones del crecimiento en altura total de los árboles por especie.		
Fauna Terrestre Ecosistemas Frágiles (Bosque maduro ripario) Flora (Bosque secundario y charrales) Áreas Protegidas (Reserva Biológica Lomas de Barbudal) / 78. Fragmentación y reducción de conectividad de bosques y flujo	1. Ejecutar las acciones necesarias para establecer una franja de conectividad o paso de fauna (corredor biológico) de hábitat natural aledaño al embalse para mantener la conectividad entre el bosque maduro ribereño del río Piedras y zonas boscosas circundantes, principalmente la RBLB (ver apartado 12.2.17).	Informe del plan de conectividad de los bosques del río Piedras con la Reserva Biológica Lomas Barbudal (RBLB), para tránsito de fauna (flujo genético de flora y fauna), detallando justificación, ubicación, área total, caracterización de la cobertura vegetal en composición florística y estructura por ecosistema, presencia y abundancia de fauna por grupo taxonómico, rutas de paso de fauna silvestre y protección. Este debe estar disponible al menos	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el informe del plan de conectividad de los bosques del río Piedras con las RBLB, verificar que incluya justificación, ubicación, área total, caracterización de la cobertura vegetal, presencia y abundancia de fauna por grupo taxonómico, rutas de paso de fauna silvestre.	-Una única vez de previo al inicio de la construcción	Etapas constructivas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

genético de flora y fauna por la presencia del espejo de agua del embalse, debido a la interrupción de pasos de fauna entre los bosques riparios del río Piedras y zonas boscosas de la región, particularmente la Reserva Biológica Lomas Barbudal (RBLB).		medio año previo al inicio de las labores constructivas.				
	2. Establecer y ejecutar un plan de monitoreo biológico con informes quinquenales para dar seguimiento a la funcionalidad del corredor biológico o franja de conectividad de los bosques del Río Piedras y la RBLB. Este plan debe tener informes de la composición de especies de todos los grupos taxonómicos (Aves, mamíferos, anfibios y reptiles) y la variación que se da en la diversidad y riqueza de estos grupos a lo largo del proyecto. Por un periodo total de 20 años.	Informes de seguimiento quinquenales de la funcionalidad del corredor biológico Río Piedras-RBLB. Por un periodo total de 20 años.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el informe de seguimiento de la funcionalidad del corredor biológico Río Piedras-RBLB, verificar que incluya composición de especies de todos los grupos taxonómicos, diversidad y riqueza.	-Quinquenal por 20 años.	Etapa operativa
	3. Implementar charlas de educación ambiental para evitar la cacería en el corredor biológico o franja de conectividad de los bosques del Río Piedras y la RBLB. Además, elaborar y distribuir un protocolo de respuesta ante incendios forestales en el biológico o franja de conectividad de los	Listas de asistencia a las charlas de educación ambiental, programación de los temas desarrollados en las actividades y registro fotográfico. Evidencia del protocolo.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar las listas de asistencia a las charlas de educación ambiental para evitar la cacería en las comunidades. -Solicitar el protocolo de respuesta ante incendios forestales en la franja de conectividad de los bosques del río Piedras y la RBLB.	-Anual -Una única vez	Etapas constructiva y operativa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	bosques del río Piedras y la RBLB. Para mayor detalle referirse al apartado 12.2.18.			-Solicitar los registros de la distribución del protocolo de respuesta ante incendios forestales en la franja de conectividad de los bosques del río Piedras y la RBLB.	-Una única vez	
Uso de la tierra: Turismo/ 79. Generación de expectativas en la población aledaña al embalse para realizar actividades turísticas en el embalse.	1. Realizar reuniones con las comunidades para informar sobre las diferentes etapas del proyecto con las comunidades de Bagaces, Falconiana, Valle Dorado, Llanos de Cortés, Playitas, Bagatzí y San Ramón.	Etapas constructivas: Informe Plan de relación de las comunidades.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar la lista de asistencia a las reuniones con las comunidades, verificar que hayan de Bagaces, Falconiana, Valle Dorado, Llanos de Cortés, Playitas, Bagatzí y San Ramón. -Solicitar el Plan de relación de las comunidades.	-Trimestral -Una única vez	Etapas constructivas
	2. Implementar un protocolo de atención de consulta, solicitudes y reclamos en la etapa de construcción. Para Mantener un proceso transparente de información y atención de inquietudes antes y durante la construcción del Proyecto (Ver apartado 12.2.6).	Informe trimestral de la implementación y resultados del Protocolo de atención de consultas, solicitudes y reclamos en la etapa constructiva.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el protocolo de atención de consultas, solicitudes y reclamos en la etapa de construcción. -Solicitar informe de implementación y resultados del protocolo de atención de consultas, solicitudes y reclamos en la etapa de construcción.	-Una única vez -Trimestral	Etapas constructivas
	3. Previo a la entrada en operación del Proyecto se debe analizar la viabilidad técnica y legal para	Informe del proceso para la elaboración del Plan de Uso y Aprovechamiento del Embalse. Incluyendo las	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto	-Solicitar el documento de análisis de la viabilidad técnica y legal del uso para promover en el embalse usos turísticos.	-Una única vez	Etapas constructivas y operativa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	promover en el embalse usos turísticos. En caso de ser positivo se debe dar prioridad a las comunidades del área de influencia social directa aledañas al embalse. Se debe elaborar un Plan de Uso y Aprovechamiento del Embalse de acuerdo a las condiciones de seguridad requeridas para la operación del mismo; incluyendo en el proceso la participación de las comunidades aledañas al embalse (Falconiana, Llanos de Cortés, San Ramón, Bagatzí y Playitas) y el Gobierno Local. No se deben promover actividades turísticas que atenten contra la seguridad operativa y de las comunidades, así como la flora y fauna de la zona.	reuniones y acuerdos con las comunidades y actores sociales. Etap operativa: Reglamentos y protocolos para la operación del embalse. Documento del análisis de la viabilidad del uso y aprovechamiento del embalse.	sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el Plan de Uso y Aprovechamiento del Embalse y verificar que incluya el proceso de la participación de las comunidades aledañas al embalse (Falconiana, Llanos de Cortés, San Ramón, Bagatzí y Playitas) y el Gobierno Local. Además, verificar que no se incluyan actividades turísticas que atenten contra la seguridad operativa y de las comunidades, así como la flora y fauna de la zona. -Solicitar el informe del proceso para la elaboración del Plan de Uso y Aprovechamiento del Embalse. -Solicitar los acuerdos con las comunidades y actores sociales. -Solicitar los reglamentos y protocolos para la operación del embalse.	-Una única vez -Trimestral -Trimestral -Una única vez	
Social	1. Diseñar e	Informe de la	Verificar que se estén	-Solicitar el Plan de	-Una única vez	Etap



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

Cultural: Percepción Local/ 80. Percepción de riesgo por la construcción y operación del embalse y presa en las comunidades aguas abajo.	implementar un Plan de Relación con las comunidades (ver apartado 12.2.5).	implementación del Plan de relación con las comunidades. Informe del Programa de Emergencias y Riesgos etapa constructiva.	ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	Relación con las comunidades. -Solicitar el informe de la implementación del Plan de relación con las comunidades. -Solicitar el Programa de Emergencias y Riesgos en etapa constructiva.	-Mensual -Una única vez	constructiva
	2. Elaborar e implementar un Programa de Atención de Emergencias y Riesgos que se socialice con las comunidades del área de influencia en Bagaces, principalmente las ubicadas aledañas a al Embalse Río Piedras y la presa (ver apartado 12.2.18).	Informe del Programa de Atención de Emergencias y Riesgos etapa operativa.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el Programa de Atención de Emergencias y Riesgos, verificar que incluya Bagaces y las comunidades aledañas al embalse y al río Piedras. -Solicitar el informe del Programa de Atención de Emergencias y Riesgos en etapa operativa.	-Una única vez -Semestral	Etapa operativa
Social Cultural: Percepción Local/ 81. Percepción de riesgo de inundación por la operación de los canales en las comunidades de la distribución y conducción de	1. Implementar el plan de relación con las comunidades (ver apartado 12.2.5).	Informe de la implementación del plan de relación con las comunidades.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el Plan de Relación con las comunidades. -Solicitar el informe de la implementación del Plan de relación con las comunidades.	-Una única vez -Mensual	Etapa constructiva
	2. Incluir en el diseño final de los canales de distribución las soluciones técnicas requeridas para evitar	Informes de los ajustes realizados en el diseño para evitar riesgo de inundación en el área de distribución de riego.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto	-Solicitar los diseños de los canales de distribución y verificar que incluya soluciones técnicas para evitar el	-Una única vez	Etapa constructiva



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

riego.	riesgo de inundación por causa del agua de los canales de distribución de riego. Incluyendo alternativas como construcción de alcantarillas o cierre de compuertas en caso exceso de lluvia en la zona.	Informe de regencia	sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	riesgo de inundación. -Verificar en campo las soluciones técnicas utilizadas para evitar el riesgo de inundación.	-Una única vez	
	3. Implementar un programa de mantenimiento en la etapa de operación de la red de conducción y distribución de riego. Al menos de tres intervenciones durante la época lluviosa en sitios que se determinen con riesgo de inundación.	Informe/bitácoras del programa de mantenimiento en la etapa operativa en los sitios de canales de conducción y distribución.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el programa de mantenimiento en la etapa de operación de la red de conducción y distribución de riego. -Solicitar el informe del programa de mantenimiento de los sitios de canales de conducción y distribución.	-Tres veces durante la época lluviosa de cada año. -Anual	Etapa operativa.
Social-Cultural: Calidad de vida/ seguridad/ educación/ salud/ 82. Incremento en la plusvalía de las propiedades aledañas al desarrollo de las obras.	1. Como parte del plan de relaciones con las comunidades se debe implementar actividades como charlas o talleres información y asesoramiento en el tema de los impactos positivos y negativos en la plusvalía de las tierras y la especulación y venta de propiedades relacionadas con la construcción de las obras del PAACUME.	1. Informes de las actividades charlas o talleres realizadas.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el informe de las actividades, charlas o talleres realizadas con el asesoramiento en el tema de los impactos positivos y negativos en la plusvalía de las tierras y la especulación y venta de propiedades relacionadas con la construcción de las obras del PAACUME.	-Mensual	Etapa constructiva
	2. Formular y ejecutar	2. Informe Plan de	Verificar que se estén	-Solicitar el Plan de	-Una única vez	Etapa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	un plan de adquisición de propiedades (ver apartado 12.2.9).	adquisición de propiedades.	ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	adquisición de propiedades. -Solicitar el informe del Plan de adquisición de propiedades.	-Mensual	constructiva
Etapa operativa						
Medio físico						
Agua- (Aguas Residuales) 83. Afectación de la calidad del agua por contaminación de cuerpos de agua debido a vertidos de aguas residuales y vertidos accidentales de sustancias peligrosas (derrames).	1.Recolectar y manejar separadamente de forma correcta las aguas grises, aguas residuales, aguas de escorrentía.	Informes de inspección ambiental Informes regenciales.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Verificar en campo el manejo separado de las aguas residuales (grises y especiales) y de escorrentía. -Solicitar el informe de inspección ambiental del manejo separado de las distintas aguas residuales.	-Trimestral -Semestral	Etapa operativa
	2.Implementar y mantener sistemas de tratamiento de aguas residuales, avalados por el Ministerio de Salud.	Sistema de tratamiento de aguas residuales implementado.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Solicitar el aval recibido por parte del Ministerio de Salud del sistema de tratamiento de aguas residuales utilizado.	-Una única vez	Etapa operativa
	3.Realizar las mediciones establecidos por ley para vertido de aguas residuales.	Bitácora del sistema de tratamiento. Reportes operacionales Certificado de calidad del agua emitido por el Ministerio de Salud.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Verificar en campo la existencia de una Bitácora para el sistema de tratamiento. -Solicitar los reportes operacionales.	-Trimestral -Semestral	Etapa operativa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

				-Solicitar el certificado de calidad de agua emitido por el Ministerio de Salud.	-Anual	
	4. Establecer y actualizar un protocolo de atención de derrames para todo el personal de la obra. Capacitar al personal.	Protocolo implementado.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Solicitar el protocolo de atención de derrames. -Solicitar las listas de asistencia de la capacitación del protocolo a todo el personal.	-Anual -Anual y cada vez que haya ingreso de personal.	Etapa operativa
	5.Implementar acciones para promover el ahorro del agua.	Informe de acciones ejecutadas.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Solicitar el informe de las acciones ejecutadas para promover el ahorro en el uso del agua.	-Semestral	
	6.Capacitar al personal en temas ambientales.	Registro de capacitaciones/ listas de asistencias.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Solicitar las listas de asistencias de capacitaciones al personal en temas ambientales.	-Semestral	Etapa operativa
	7. Promover la utilización de productos amigables con el ambiente para el mantenimiento de zonas verdes y de las edificaciones temporales y permanentes.	Informes de regencia ambiental. Porcentaje productos amigables usados para mantenimiento de zonas verdes y limpieza de edificios.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Solicitar el porcentaje de productos amigables usados para el mantenimiento de zonas verdes y limpieza de los edificios.	-Semestral	Etapa operativa
Suelo/ 84. Contaminación del suelo por derrames de sustancias peligrosas, depósito de	1.Prohibir el ingreso de vehículos que presenten fugas. Implementar una herramienta para la inspección antes de entrar a las instalaciones.	Registros de inspección.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Rotulación al ingreso de las instalaciones donde indique que es prohibido el ingreso al sitio de maquinaria o vehículos con fugas. -Verificar en campo la	-Anual	Etapa operativa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

residuos sólidos y líquidos y vertido de aguas residuales.				implementación de una herramienta para la inspección de los vehículos antes de entrar a las instalaciones.	-Trimestral	
	2.Implementar un protocolo de manejo de sustancias peligrosas, el cual debe incluir acciones en manipulación, almacenamiento, transporte, distribución y suministro de productos tales como combustibles, pinturas, aditivos de concreto, etc., en conformidad a lo establecido en la legislación.	Protocolo de manejo de sustancias peligrosas.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Solicitar el protocolo de manejo de sustancias peligrosas y verificar que incluya acciones en manipulación, almacenamiento, transporte, distribución y suministro de productos peligrosos. -Informe de implementación del protocolo de manejo de sustancias peligrosas.	-Una única vez -Semestral	Etapa operativa
	3. Usar recipientes certificados para el almacenamiento de sustancias peligrosas. Todo recipiente debe estar rotulado de acuerdo a la NFPA 704.	Informes de inspección ambiental Informes de regencia Ambiental. Porcentaje de recipientes certificados para almacenamiento de sustancias peligrosas y rotulados.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Verificar en campo que los recipientes para las sustancias peligrosas estén certificados y que estén rotulados con el Sistema Globalmente Armonizado.	-Trimestral	
	4. Implementar áreas adecuadas para el almacenamiento de sustancias peligrosas.	Área(s) adecuada(s) para almacenar sustancias peligrosas.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Verificar en campo la existencia de áreas adecuadas para el almacenamiento de sustancias peligrosas.	-Trimestral	Etapa operativa
	5. Capacitar al personal en manejo de sustancias peligrosas.	Registro de charlas/capacitaciones impartidas Listas de asistencia.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Solicitar las listas de asistencia a todo el personal en capacitaciones de manejo de sustancias peligrosas.	-Anual y cada vez que haya ingreso de personal.	Etapa operativa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	6. Contar con un protocolo para atención de derrames. Capacitar al personal.	Protocolo de atención de derrames.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Solicitar el protocolo de atención de derrames. -Solicitar las listas de asistencia en capacitaciones de atención de derrames.	-Una única vez -Anual y cada vez que haya ingreso de personal.	Etapas operativa
	7. Equipar a los frentes de trabajo con insumos para la contención y atención de derrames.	Informes de inspección ambiental Informes regenciales	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Verificar en campo la existencia de insumos para la atención de derrames.	-Trimestral	Etapas operativa
	8. Disponer de infraestructura y materiales para la adecuada separación de los residuos desde la fuente.	Informes de inspección ambiental Informes de regencia ambiental Sitios establecidos para separación selectiva en la fuente.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Verificar en campo la existencia de infraestructura y materiales para la adecuada separación de residuos. -Solicitar los informes de inspección ambiental.	-Trimestral -Semestral	Etapas operativa
	9. Capacitar al personal en manejo de residuos.	Registro de charlas/capacitaciones impartidas Listas de asistencia	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso suelo.	-Solicitar las listas de asistencia de las capacitaciones en manejo de residuos.	-Anual y cada vez que haya ingreso de personal.	Etapas operativa
	10. Se prohíbe el vertido de aguas residuales al suelo.	Informes de inspección ambiental Informes de regencia ambiental.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger los recursos suelo y agua.	-Verificar en campo que no haya vertido de aguas residuales al suelo.	-Trimestral	Etapas operativa
Agua/ Suelo/ 85. Deterioro de la calidad ambiental y la salud pública por el manejo inadecuado de	1. Incluir cláusulas de responsabilidad extendida del productor, así como cláusulas ambientales en los procesos de adquisición de materiales o servicios.	Cláusulas Ambientales incluidas en procesos de adquisición de productos y servicios.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger los recursos suelo y agua.	-Solicitar las cláusulas de responsabilidad extendida del productor. -Solicitar las cláusulas ambientales en los procesos de adquisición de materiales y servicios.	-Semestral -Semestral	Etapas operativa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

los residuos generados.	2. Implementar y mantener actualizado un Programa de Gestión de Residuos.	Programa de Gestión de Residuos actualizado.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger los recursos suelo y agua.	-Solicitar el programa de gestión de residuos.	-Una única vez y actualizarlo anualmente.	Etapas operativa
	3. Implementar prácticas de bajo consumo/ahorro de agua.	Informes de inspección ambiental Informes de regencia Ambiental.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger los recursos suelo y agua.	-Solicitar informe de prácticas de bajo consumo y ahorro de agua implementadas. -Verificar en campo las prácticas de bajo consumo y ahorro de agua implementadas.	-Semestral -Trimestral	Etapas operativa
	4. Uso de materias primas ecoeficientes/amigables con el ambiente.	Cantidad de materias primas ecoeficientes/amigables con el ambiente usadas.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger los recursos suelo y agua.	-Solicitar la cantidad y tipo de materias primas ecoeficientes con el ambiente usadas.	-Semestral	Etapas operativa
	5. Fomentar la reutilización de materiales y reducción de residuos.	Cantidad de acciones de reutilización y reducción de residuos implementadas	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger los recursos suelo y agua.	-Solicitar la cantidad de acciones de reutilización y reducción de residuos implementadas.	-Semestral	Etapas operativa
	6. Proveer a las áreas de recursos para la adecuada gestión de los residuos (recipientes separadores, recipientes y materiales para la contención de derrames, etiquetas, rotulación, bolsas plásticas, equipo de protección personal, recurso humano, etc.).	Informes de inspección ambiental Informes de regencia ambiental Cantidad de frentes dotados de recursos para la gestión de residuos.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger los recursos suelo y agua.	-Verificar en campo la existencia de recipientes separadores de residuos, bolsas plásticas materiales de contención de derrames, etiquetas y rotulación, equipo de protección personal y recurso humano.	-Trimestral	Etapas operativa
	7. Establecer un área de almacenamiento	Área definida y establecidas para el	Verificar que se estén ejecutando las	-Verificar en campo el establecimiento de un	-Trimestral	Etapas operativa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	temporal de residuos ordinarios, especiales y peligrosos conforme las disposiciones de la legislación nacional.	almacenamiento temporal de los residuos.	medidas ambientales para proteger los recursos suelo y agua.	área de almacenamiento de residuos ordinarios, especiales y peligrosos.		
	8. Cumplir con lo establecido en la legislación al momento de transportar sustancias o residuos peligrosos: permisos del MOPT (sustancias peligrosas) y gestión ante el SIGREP (residuos).	Informes de inspección ambiental Informes de regencia Ambiental.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger los recursos suelo y agua.	-Solicitar los permisos del MOPT de transporte de residuos y sustancias peligrosas y las gestiones ante el SIGREP.	-Semestral	Etapas operativa
	9. Enviar a relleno sanitario autorizado por el Ministerio de Salud solo los residuos que son estrictamente necesarios.	Registro actualizado de residuos.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger los recursos suelo y agua.	-Solicitar los registros de los residuos especiales enviados al relleno sanitario.	-Semestral	Etapas operativa
	10. Mantener un registro actualizado del manejo de residuos en el proyecto que incluya tipo, cantidades, embalaje, almacenamiento, transporte, disposición final.	Registro actualizado de residuos.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger los recursos suelo y agua.	-Solicitar los registros actualizados de los residuos y verificar que incluyan tipo, cantidades, embalaje, almacenamiento, transporte y disposición final.	-Semestral	Etapas operativa
	11. Contar con un protocolo para atención de derrames y capacitar al personal para su implementación.	Informes trimestrales de la implementación del protocolo.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger los recursos suelo y agua.	-Solicitar el protocolo de atención de derrames. -Solicitar las listas de asistencia en capacitaciones de atención de derrames.	-Una única vez -Anual y cada vez que haya ingreso de personal.	Etapas operativa
Geomorfología	1. Como medida	Contemplado en las	Verificar que se estén	-Solicitar el informe del	-Una única vez	Etapas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

(Relieve)/ 86. Modificación de la morfología del tramo del río Piedras donde se localice el embalse.	compensatoria se ligaría a la medida ambiental del impacto N. 78 donde se propone ejecutar las acciones necesarias para establecer una franja de conectividad o paso de fauna (corredor biológico) de hábitat natural aledaño al embalse.	medidas del componente biótico.	ejecutando las medidas ambientales para compensar los cambios morfológicos del relieve del río Piedras.	plan de conectividad de los bosques del río Piedras con las RBLB, verificar que incluya justificación, ubicación, área total, caracterización de la cobertura vegetal, presencia y abundancia de fauna por grupo taxonómico, rutas de paso de fauna silvestre.	de previo al inicio de la construcción	constructiva
	2 El efecto de pérdida, degradación y modificación de la morfología del río Piedras, deberá aplicar una medida compensatoria, para lo cual se considera la medida ambiental relacionada a potenciar el impacto N.97: Incremento del valor escénico del Paisaje.	Contemplado en las medidas del componente biótico.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para compensar los cambios morfológicos del relieve del río Piedras.	-Solicitar el informe técnico de percepción local, social y económica, verificar que incluya capacidad de carga para usos ecoturísticos o de desarrollo de actividades económicas.	-Una única vez antes de inicio de la etapa operativa.	Etapa operativa
Agua - Esguerramiento Superficial/ 87. Alteración del régimen natural del río Piedras debido a desembalses parciales o totales, controlados mediante la operación de compuertas de	1.Garantizar el flujo del caudal de compensación mínimo (1.5m ³ /s) del río Piedras.	Bitácora Ambiental, registro de las actividades.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Solicitar las mediciones del caudal del río Piedras y verificar que sean igual o mayores a 1.5m ³ /s.	-Trimestral	Etapa operativa
	2. Realizar desembalses graduales de acuerdo a eventos hidrológicos presentes a lo largo del año.	Informe de las actividades realizadas, con detalle en las acciones ambientales durante la ejecución de los desembalses.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Informe de desembalses realizados.	-Anual	Etapa operativa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

fondo y/o vertedores.						
Agua/ 88. Amortiguamiento natural de las avenidas del río Piedras por el efecto del embalse.	Se considera como positivo. Permite una regulación de las avenidas naturales del río Piedras.	Registro del nivel del embalse.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger el recurso agua.	-Solicitar los registros del nivel del embalse.	-Trimestral	Etapas operativa
Medio biótico						
Fauna Acuática/ 89. Alteración de la calidad bioquímica del agua.	1. Control de drenajes y la retención de los sedimentos in situ, en las áreas susceptibles a la erosión se protegerán instalando drenajes permanentes y temporales.	Bitácora ambiental del Proyecto. Informes de regencia ambiental.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Verificar en campo la existencia de drenajes en áreas susceptibles a la erosión, verificar que estén funcionando.	-Trimestral	Etapas operativa
Fauna Acuática/ 90. Aumento de la concentración de sedimentos en los ríos.	2. Construir barreras de retención a lo largo y dentro de las cunetas y cajas de Sedimentación para aumentar la capacidad de retención de sedimentos en los sitios que se considere necesario.	Bitácora ambiental del Proyecto. Informes de regencia ambiental.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Verificar en campo la existencia de barreras de retención a lo largo y dentro de las cunetas y cajas de sedimentación, verificar que estén funcionando.	-Trimestral	Etapas operativa
Fauna Acuática/ 91. Afectación a la sobrevivencia de la fauna acuática.	3. Cuando se realicen trabajos (limpieza de cunetas, chapas, mantenimiento de taludes) cercanos a ríos o quebradas se deben construir diques de	Bitácora ambiental del Proyecto. Informes de regencia ambiental.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Verificar en campo la existencia de diques de retención cuando se estén realizando trabajos de limpieza de cunetas, chapas y mantenimiento de taludes cercanos a	-Trimestral	Etapas operativa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	retención que eviten el arrastre de los sedimentos a dichos sitios.			ríos o quebradas.		
Fauna Acuática/ 92. Mortalidad de Fauna acuática.	1. Realizar limpieza del embalse llevando a cabo maniobras de ruteo de sedimentos (descargas dosificadas a lo largo de la estación lluviosa) que permitan desalojarlos gradualmente, sin alcanzar altas concentraciones por largos periodos de tiempo. Detener la actividad (desembalse) cuando se alcance niveles de sedimentos letales para la fauna, permitiendo la dilución y volver a las acciones de limpieza unas horas después. Cuando se realicen las actividades deben mantenerse un monitoreo biológico constante aguas abajo de la presa. 2. Monitoreo de sedimentos en el embalse, que permita determinar la carga de los mismos. 3. Evitar que el embalse se colmate de sedimentos para realizar las maniobras	Informe de monitoreo continuo de las concentraciones de sedimentos durante las maniobras de limpieza. Monitoreo continuo de peces durante las maniobras de limpieza para evaluar la sobrevivencia en tiempo real de manera que se pueda detener la maniobra cuando se observan afectaciones negativas. Informe anual con la evaluación de curvas de concentración de sedimentos y curvas de porcentajes de mortalidad de fauna con respecto al tiempo de las maniobras.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el informe de monitoreo continuo de las concentraciones de sedimentos durante las maniobras de limpieza. -Verificar en campo el monitoreo continuo de peces durante el desembalse, y solicitar la sobrevivencia en tiempo real. -Solicitar el informe anual de curvas de concentración de sedimentos.	-Diario durante la maniobra de desembalse. -Diario durante el desembalse. -Anual	Etapa operativa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	de limpieza. Realizarlas de manera frecuente para que las concentraciones de lodos sean menores.					
Fauna Terrestre/ 93. Alteración de sitios de anidamiento y sobrevivencia de fauna riparia aguas abajo del embalse debido al aumento del caudal de vertido en maniobras de operación y mantenimiento de embalse para la limpieza de sedimentos.	Cuando se realicen las actividades deben mantenerse un monitoreo biológico constante aguas abajo de la presa.	Informe anual con las curvas de porcentajes de mortalidad de fauna con respecto al tiempo de las maniobras.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar las curvas de porcentaje de mortalidad de fauna con respecto al tiempo de las maniobras.	-Anual	Etapa operativa
Fauna acuática/ 94. Alteración de ciclos reproductivos de peces y crustáceos.	1. Mantener el caudal del río Piedras íntegro de acuerdo a las fluctuaciones naturales del río. 2. Evitar tener excedentes de agua en el embalse, canal oeste o Casa Máquinas regulando el agua desde la presa Miguel Pablo Dengo. Cuando no sea posible, desviar los excedentes de agua del embalse y casa de máquinas por	Programa de manejo de excedencias de agua con o sin generación eléctrica previo a la operación del proyecto. Programa de regulación del caudal del río Piedras previo a la operación del proyecto.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el programa de manejo de excedencias de agua con generación o sin generación eléctrica.	-Una única vez de previo al inicio de la fase operativa.	Etapa operativa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
 Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	el canal oeste tramo II y III de manera que se pueda rebalsar equitativamente en los diferentes ríos y quebradas cercanas al canal.					
Fauna acuática/ 95. Alteración de sitios de desove de anfibios y reptiles.	1. Mantener el caudal del río Piedras íntegro de acuerdo a las fluctuaciones naturales del río. 2. Evitar tener excedentes de agua en el embalse, canal oeste o Casa Maquinas regulando el agua desde la presa Miguel Pablo Dengo. Cuando no sea posible, desviar los excedentes de agua del embalse y casa de máquinas por el canal oeste tramo II y III de manera que se pueda rebalsar equitativamente en los diferentes ríos y quebradas cercanas al canal.		Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar las mediciones del caudal del río Piedras y verificar que sean igual o mayores a 1.5m³/s y que no sobrepasen su caudal máximo. -Solicitar los niveles de agua del embalse, canal oeste y casa de máquinas y verificar que no haya excedentes.	-Trimestral -Trimestral	Etapa operativa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

Fauna terrestre/ 96.Fragmentación de las áreas de bosque por la apertura de caminos de acceso, tránsito de vehículos y maquinaria y presencia de los canales de riego.	1.Realizar monitoreos mensuales con cámaras trampa para identificar la efectividad de los pasos de fauna colocados y en caso de ser requerido, el biólogo encargado debe recomendar nuevos sitios y modificaciones al diseño de los mismos durante esta etapa. Estos monitoreos deben realizarse por un total de 3 años desde su colocación.	Informe trimestral de la efectividad de los pasos de fauna. Lista de especies observadas utilizando los pasos de fauna. Informe mensual de la efectividad de los pasos con recomendaciones técnicas del biólogo encargado, así como las posibles modificaciones hechas.	Verificar que se estén ejecutando las medidas ambientales para proteger la fauna y su hábitat relacionados con el proyecto.	-Solicitar el informe trimestral de la efectividad de los pasos de fauna y verificar que incluya recomendaciones o modificaciones por parte del biólogo si fuera requerido. -Verificar en campo la existencia de pasos de fauna. -Solicitar la lista de especies observadas utilizando los pasos de fauna.	-Trimestral por tres años. Trimestral Trimestral	Etapa operativa
Medio social						
Paisaje/ 97. Incremento del valor escénico y calidad del Paisaje regional.	1.Elaborar un estudio técnico para validar la factibilidad socio ambiental y económica de implementar un plan de uso y aprovechamiento del embalse, sus áreas de amortiguamiento y propiedades afines. Con fines de analizar su capacidad de carga para usos ecoturísticos, o de desarrollo de actividades económicas; tanto por parte de las	Informe técnico Instrumento de percepción local social y económica.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el informe técnico de percepción local, social y económica, verificar que incluya capacidad de carga para usos ecoturísticos o de desarrollo de actividades económicas.	-Una única vez antes de inicio de la etapa operativa.	Etapa operativa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	comunidades, asociaciones de desarrollo u otros particulares, considerando que el embalse estaría limitado por propiedades de régimen privado. Se deberá considerar como mínimo la participación y criterios de profesionales en las áreas de: Sociología, Economía, Biología y Geografía, Ecología. Se deberá requiere de al menos de 9 meses para el desarrollo para esta actividad. (ver apartado 12.2.19). Cabe aclarar que esta medida busca potenciar el impacto positivo del incremento de la calidad del paisaje por la presencia del embalse.					
Uso de la tierra: Agroindustrial/ 98. Surgimiento de nuevas actividades agropecuarias por el acceso al agua de riego en las comunidades de la red de	Se considera un impacto positivo del Proyecto, por lo que se recomienda las siguientes medidas para potenciar los beneficios: 1. Elaborar e implementar un Plan de desarrollo que incluya los beneficiarios del	Documento del Plan de Desarrollo. Informes de la implementación en la etapa operativa del Proyecto.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el Plan de Desarrollo. -Solicitar las listas de asistencia de las capacitaciones a los beneficiarios del riego para potenciar el uso eficiente del mismo.	-Una única vez -Semestral	Etapa operativa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

conducción y distribución de riego.	riego en la red de distribución por medio de capacitaciones para potenciar el uso eficiente del riego en actividades productivas características de la zona o alternas, así como comercialización de los productos.					
Uso de la tierra: Tenencia de la tierra. 99. Cambio en el patrón del uso de la tierra en las futuras áreas asociadas a la red de conducción y distribución de riego.	1. Ejecutar el plan de adquisición de las servidumbres (ver apartado 12.2.9)	Informe de las negociaciones de las servidumbres adquiridas.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el informe del plan de negociaciones de las servidumbres adquiridas.	-Una única vez de previo al inicio de la etapa operativa	Etapas operativa
	2. Colocar cercas en las servidumbres de los canales de distribución de riego.	Registro fotográfico del cercado.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Verificar en campo la presencia de las cercas.	-Semestral	Etapas operativa
	3. Implementación del Plan de Desarrollo. Incluyendo capacitación para los beneficiarios del riego; en temas como: fortalecimiento organizacional, técnicas para cultivos con riego, optimización del recurso hídrico en las actividades agrícolas y	Informe anual del avance en la implementación del Plan de Desarrollo en la etapa operativa del Proyecto. Se prioriza el seguimiento en los primeros cinco años de operación de PAACUME.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el Plan de Desarrollo. -Solicitar las listas de asistencia de las capacitaciones a los beneficiarios del riego en temas de fortalecimiento organizacional, técnicas para cultivos con riego y optimización del recurso	-Una única vez -Semestral por cinco años.	Etapas operativa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

	técnicas de conservación de suelos.			hídrico.		
Uso de la Tierra/ 100. Disminución del estrés hídrico a mediano y largo plazo del recurso hídrico en la zona de distribución de riego por demanda para consumo humano y producción agrícola.	1. Los impactos se determinaron como positivos. Por lo que se deben de realizar los esfuerzos por parte del desarrollador para dar seguimiento y documentar los cambios esperados. Generar alianzas con instituciones encargadas de la vigilancia y regulación del recurso hídrico, tales como MINAE, Departamento de aguas, AyA, Universidades y organizaciones locales interesadas en la temática.	Informe de resultados de la entrada en operación de PAACUME 5 años después.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar las evidencias de las alianzas con MINAE, departamento de aguas, AyA, universidades u organizaciones locales interesadas en la temática. -Solicitar el informe de resultados de la entrada en operación de PAACUME.	-Semestral -Anual por cinco años.	Etapas Operativas
Uso de la Tierra/ 101. Aumento en la disponibilidad de agua en la margen derecha del río Tempisque y oportunidad de promover desarrollo socioeconómico .		Informe de resultados de la entrada en operación de PAACUME 5 años después.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el informe de resultados de la entrada en operación de PAACUME.	-Anual por cinco años.	Etapas Operativas
Uso de la Tierra/		Informe de resultados de la entrada en	Verificar que se estén ejecutando las	-Solicitar el informe de resultados de la entrada	-Anual por cinco años.	Etapas Operativas



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

102. Disminución del uso de agua extraída de los acuíferos y de las fuentes superficiales en la zona de la distribución de riego para actividades agropecuarias.		operación de PAACUME 5 años después.	medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	en operación de PAACUME.		
Social Cultural: Percepción Local/ 103. Generación de incertidumbre por parte de los beneficiarios de PAACUME en cuanto al cobro tarifario de agua para riego.	1. Elaborar un listado y caracterización socioeconómica de los beneficiarios con el riego agropecuario de PAACUME.	Documento con la caracterización socioeconómica de los beneficiarios del riego de PAACUME.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el documento con la caracterización socioeconómica de los beneficiarios con el riego agropecuario de PAACUME.	-Una única vez.	Etapas operativa
	2. Implementar un proceso informativo con los potenciales usuarios del riego, donde se explique de manera oportuna del tema de las tarifas.	Informes semestrales de la implementación del proceso informativo.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el informe de la implementación del proceso informativo.	-Semestral	Etapas operativa
Infraestructura: Seguridad Vial/ 104. Aumento en la currencia de accidentes laborales en las instalaciones y obras	1. Elaborar e implementar un Programa de Salud y Seguridad Ocupacional para la operación de las obras de acuerdo a las necesidades para la operación de las obras.	Informe semestral de la implementación del Programa de salud y seguridad ocupacional.	Verificar que se estén ejecutando las medidas socio ambientales para minimizar el impacto sociocultural en la comunidad por la presencia del proyecto.	-Solicitar el informe de la implementación del Programa de salud y seguridad ocupacional.	-Semestral	Etapas operativa



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras

operativas del Proyecto.						

6.5 Calidad ambiental del área del proyecto y el área de influencia

6.5.1 Pronóstico de la calidad ambiental del Área de Influencia (directa e indirecta)

Como se detalló en el punto 6.4 Pronóstico del plan de gestión ambiental (PPGA), elaborado para prevenir, mitigar o compensar impactos puntuales, así como atender los encadenamientos ambientales que se desatan a partir de una afectación, ya sea positiva o negativa, causada por las acciones del proyecto para la construcción y operación de las obras.

Aplicando estos principios de manera estricta y concibiendo la gestión ambiental del proyecto como un proceso, guiado por el pronóstico, investigado e informado contenido dentro del EsIA, se dice que las áreas de influencia del proyecto, en especial el área de influencia directa, podrán experimentar una mejora considerable en su calidad ambiental con la construcción y operación del proyecto.

La mejora ambiental depende no solamente de encargados del proyecto, sino incluye las alianzas y acciones con los diferentes actores comunales, institucionales, empresariales, los gobiernos locales y demás actores. De parte de éstos últimos está el aprovechar la presencia del proyecto no para beneficios particulares, sino para beneficios colectivos que den estímulo y mejora de las condiciones actuales al corto, mediano y largo plazo; es una responsabilidad compartida principalmente en proyectos que son de interés nacional.

El proyecto en principio propone una serie de obras de infraestructura necesarias para cumplir con los objetivos propuestos; sin embargo, los beneficios reales se enmarcan en el aprovechamiento que se le dé al agua que se estará llevando hasta la margen derecha de río Tempisque. El desarrollador propone para potenciar los beneficios que el proyecto debe visualizarse bajo un marco de una propuesta de desarrollo regional, con impacto nacional, con la participación de una gran cantidad de actores que deben ser considerados en el proceso de generación de resultados de Paacume.

Se abre todo un tema de la gobernanza y gobernabilidad del agua para una región en donde las expectativas de desarrollo y comportamiento natural de la población van a exigir un uso óptimo del agua para prevenir conflictos y facilitar alianzas en torno del recurso.

Por tanto, considerando la propuesta de infraestructura de abastecimiento de agua para distintos usos, se hace indispensable la elaboración de un Plan de Desarrollo, que de una visión de mediano y largo plazo y dimensiona y orienta las acciones y retos que se originan en el marco de un proyecto de infraestructura para el suministro de agua, cuyos resultados finales, son los verdaderos impactos que el Proyecto producirá, buscando el beneficio socioeconómico de los pobladores de la provincia de Guanacaste.



6.5.2 Política Ambiental del Proyecto

El Senara ha sido Unidad Ejecutora de proyectos de infraestructura e investigación de gran envergadura en el país, como los casos de la Construcción de la I, II y III etapa del DRAT. La etapa constructiva y la operación del Paacume, es parte del crecimiento y expansión de la Institución en el marco de un mejoramiento de los servicios que se ofrecen, llegando a nuevos usuarios y atendiendo nuevas demandas.

CAPÍTULO 7. ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS DE PAACUME

Esta sección comprende dos aspectos muy importantes para la ejecución seguimiento y operación del proyecto: los legales y los administrativos. Está dividida en dos partes, en la primera se presenta toda la normativa legal (leyes, decretos, reglamentos, códigos, normas, etc.), relacionada con la implementación del proyecto. Con esto se pretende evitar futuros problemas que impidan cumplir con la realización de las actividades.

En la segunda parte del capítulo se verá la estructura organizativa y administrativa necesaria para llevar a cabo el proyecto, así como las responsabilidades y que responde al marco jurídico existente para llevar a cabo el proyecto y que se aplicará durante su ejecución y operación.

7.1 Aspectos legales de Paacume

7.1.1 Constitución Política

El artículo 6 de la Constitución Política de Costa Rica establece que:

El Estado ejerce la soberanía completa y exclusiva (...) en sus aguas territoriales en una distancia de doce millas a partir de la línea de baja mar a lo largo de sus costas, en su plataforma continental y en un zócalo insular de acuerdo con los principios de Derecho Internacional.

Ejerce, además, una jurisdicción especial sobre los mares adyacentes en su territorio en una extensión de doscientas millas a partir de la misma línea, a fin de proteger, conservar y explotar con exclusividad todos los recursos y riquezas naturales existentes en las aguas, el suelo y el subsuelo de estas zonas (...)

Se encuentra instituida de manera más específica en el numeral 50, constituyéndose de esta manera, en el precepto rector en materia de protección ambiental a nivel constitucional, este establece lo siguiente:

El Estado procurará el mayor bienestar a todos los habitantes del país, organizando y estimulando la producción y el más adecuado reparto de la riqueza. Toda persona tiene derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Por ello, está legitimada para denunciar los actos que infrinjan ese derecho y para reclamar la reparación del daño causado.

El Estado garantizará, defenderá y preservará ese derecho. La ley determinará las responsabilidades y las sanciones correspondientes.

(Artículo reformado mediante Ley N° 7412 de 24 de mayo de 1994, publicado en La Gaceta N° 111 de 10 de junio de 1994.)

En estas condiciones el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (Senara), a través de las competencias que le han sido conferidas por ley, se encuentra en la potestad de desarrollar proyectos como el Proyecto de Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras (Paacume), que más allá de ser un proyecto de infraestructura, se perfila como un proyecto de desarrollo que busca paliar las condiciones de pobreza en la provincia de Guanacaste. En el tanto, el derecho a un ambiente sano y equilibrado, debe ir aparejado con el desarrollo socioeconómico de los pobladores, ya que este es parte fundamental de las necesidades humanas que deben ser promovidas por las políticas estatales.

Los cuales no deben verse como derechos aislados, puesto que no tienen una definición clara de límites, sino una correlación entre ambiente sano y desarrollo económico de los pueblos.

7.1.2 Ley Constitutiva de Senara N° 6877

El Senara fue creado mediante la ley N° 6877 del 18 de julio de 1983. En él se fundieron el Departamento de Riego y Avenamiento del Servicio Nacional de Electricidad (SNE), la Dirección de Riego y Drenaje del MAG y el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas (Senas), con el fin de eliminar las duplicidades que existían en materia de riego en el país. Con los recursos antes dispersos, nació el Senara para fomentar el desarrollo agropecuario, como se establece en el artículo 2 de su ley constitutiva el cual textualmente dice:

Artículo 2

Son objetivos del Senara:

Fomentar el desarrollo agropecuario en el país, mediante el establecimiento y funcionamiento de sistemas de riego, avenamiento y protección contra inundaciones.

Contribuir a desarrollar preferentemente aquellos proyectos de desarrollo agropecuario que se sustenten en una justa distribución de la tierra.

Procurar que, en el territorio beneficiado por la creación de distritos de riego y avenamiento, se efectué una modificación racional y democrática en la propiedad de la tierra.

Los atribuidos mediante leyes especiales y sus reglamentos.

Con base en lo anterior, el Senara cuenta con competencias bastas para el desarrollo y ejecución de un proyecto como Paacume, amparado en las funciones, objetivos y competencias previstas en su Ley Constitutiva N° 6877 | y la potestad de administrar las aguas que corran por el Distrito de Riego Arenal Tempisque (DRAT), según lo estipulado en el Decreto de Creación N° 15 321-MAG.

El Senara es una institución descentralizada que cumple con un rol estratégico en el tema de la gestión del recurso hídrico, tanto a nivel de su participación directa, como en la coordinación con otras instituciones, bajo tres ejes de acción: riego y avenamiento, prevención de inundaciones, protección e investigación de los recursos hídricos, todos ellos orientados al manejo y aprovechamiento óptimo y eficiente del agua para la producción nacional y para el desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, (López, 2013). En el artículo 3 de su Ley Constitutiva 6877 se establecen cuáles serán sus funciones, textualmente:

Artículo 3

Son funciones del Senara:

- a) Elaborar y ejecutar una política justa de aprovechamiento y distribución del agua para fines agropecuarios, en forma armónica con las posibilidades óptimas de uso del suelo y los demás recursos naturales en los distritos de riego.*
- b) Desarrollar y administrar los distritos de riego, avenamiento y control de las inundaciones en los mismos.*
- c) Contribuir al incremento y diversificación de la producción agropecuaria en el país procurando el óptimo aprovechamiento y distribución del agua para riego en los distritos de riego.*
- d) Investigar, proteger y fomentar los usos de los recursos hídricos del país, tanto superficiales como subterráneos.*
- e) Promover la utilización de los recursos hídricos del país sin perjuicio de las atribuciones legales del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA) y del Servicio Nacional de Electricidad (SNE).*
- f) Realizar, coordinar, promover y mantener actualizadas las investigaciones hidrológicas, hidrogeológicas, agrológicas y otras que considere necesarias en las cuencas hidrográficas del país, así como las socioeconómicas y ambientales en las áreas y regiones en que sea factible establecer distritos de riego y avenamiento.*
- g) Adquirir, conforme con lo establecido en 1ª Ley N° 6313 del 4 de enero de 1979, bienes y derechos necesarios para establecer, integrar o modificar las áreas de distribución de riego, asentamiento y protección contra inundaciones, de manera que a una justa distribución de la tierra corresponda una justa distribución del agua.*

- h) Velar porque se formule una política racional y democrática en el otorgamiento de concesiones relativas a la utilización de las aguas para riego.*
- i) Vigilar el cumplimiento de las disposiciones legales en las materias de su incumbencia. Las decisiones que por este motivo tome el Servicio, referentes a la perforación de pozos y a la explotación, mantenimiento y protección de las aguas que realicen las instituciones públicas y los particulares serán definitivas y de acatamiento obligatorio. No obstante, tales decisiones podrán apelarse dentro del décimo día por razones de legalidad para ante el Tribunal Superior Contencioso Administrativo. El Tribunal resolverá en un plazo no mayor de noventa días.*
- j) Suministrar asesoramiento técnico y servicios a instituciones públicas y a particulares. Cuando el asesoramiento y 1ª prestación de servicios a las citadas instituciones no estén concebidos en los programas y proyectos del Servicio, lo mismo que cuando se brinden a particulares, éste cobrará las tarifas que fije con la aprobación de la Contraloría General de la República.*
- k) Coordinar estrechamente con el Instituto de Desarrollo Agrario, a efecto de que todas aquellas tierras en donde existan demasías, en las cuales se encuentren recursos hídricos subterráneos o superficiales, o que tierras destinadas a la construcción de obras que se enmarquen dentro de los objetivos de esta Ley, sean inmediatamente recuperadas a solicitud del Senara. Para ello se seguirán los fundamentos y procedimientos de los artículos 78 y siguientes de la Ley de Jurisdicción Agraria, N°6734 del 29 de marzo de 1982. Este procedimiento tendrá prioridad en lo que a obtención de tierras se refiere y solo secundariamente se acudirá a los mecanismos de la expropiación o a la simple compraventa de tierras.*
- l) Orientar, promover, coordinar y ejecutar programas nacionales de investigación y capacitación para el desarrollo de todas las actividades relacionadas con el riego, drenaje y control de inundaciones en coordinación con las dependencias afines de la enseñanza superior. En particular el Servicio coordinará con la Comisión Nacional de Emergencia y con los demás organismos correspondientes, la elaboración y ejecución de programas de prevención y control de inundaciones, manteniendo al día, además, los sistemas de información necesarios.*

Sin embargo, las funciones de Senara no se quedan solamente en aquellas que fueron establecidas de previo en su Ley Constitutiva, en el Voto 1923-2004 de la Sala Constitucional se hace más explícito el radio de acción:

A pesar de tener aparentemente limitada su competencia a los distritos de riego, avenamiento y control de inundaciones (...) es lo cierto que su ley constitutiva le asigna importantes competencias en materia de aguas subterráneas, las cuales, evidentemente, tienen una vocación nacional y, por consiguiente, no se circunscriben a los meros distritos de riego (...)

Queda claro entonces que, el Senara como institución descentralizada y con las potestades que le imprime la Ley 6877, es la indicada para ejecutar un proyecto de tanto impacto en la provincia de Guanacaste, incidiendo directamente en las condiciones sociales y económicas de su población.

En Relación a las competencias que posee el Senara es importante destacar que los proyectos realizados por el Senara, cuentan con Declaración de Interés Público legalmente establecida desde el mismo momento de creación de la institución, según textualmente reza en su artículo 15:

Artículo 15

Declárense de interés público las acciones que promueve el Estado, con el objeto de asegurar la protección y el uso racional de las aguas y de las tierras comprendidas en los distritos de riego, de conformidad con las disposiciones de esta ley y su reglamento.

Como se puede ver los proyectos en los que Senara desarrolle distritos de riego no requieren ningún trámite adicional para contar con este carácter de ser declarado de Interés Nacional.

En concordancia con este concepto que se recoge en el artículo 15, se ve la misma línea particular en el artículo 16, donde se le da la potestad de construir cualquier obra que sea necesaria para la consecución de sus objetivos.

Artículo 16

El Senara podrá construir las obras necesarias para el establecimiento y funcionamiento de sistemas de riego, avenamiento y control de inundaciones, así como las obras complementarias que hagan posible el mejor aprovechamiento agropecuario de las tierras en los distritos de riego. Todos los propietarios de las tierras afectadas por el riego y por el avenamiento, deberán satisfacer las tarifas que establezca el SNE a solicitud del Senara.

Dicho artículo no solo otorga al Senara la potestad de realizar obra constructiva, sino la potestad de cobrar una tarifa, la cual es obligatoria para todo aquel propietario que se vea impactado por un proyecto tanto de riego como de avenamiento.

7.1.3 Ley Forestal

El 13 de febrero de 1996, mediante la Ley N°7575 se promulgó la Ley Forestal en la cual se expresamente se estipula su objetivo en el artículo 1, el cual textualmente dice:

Artículo 1.- Objetivos

La presente ley establece, como función esencial y prioritaria del Estado, velar por la conservación, protección y administración de los bosques naturales y por la

producción, el aprovechamiento, la industrialización y el fomento de los recursos forestales del país destinados a ese fin, de acuerdo con el principio de uso adecuado y sostenible de los recursos naturales renovables. Además, velará por la generación de empleo y el incremento del nivel de vida de la población rural, mediante su efectiva incorporación a las actividades silviculturales.

En virtud del interés público y salvo lo estipulado en el artículo 18 de esta ley, se prohíbe la corta o el aprovechamiento de los bosques en parques nacionales, reservas biológicas, manglares, zonas protectoras, refugios de vida silvestre y reservas forestales propiedad del Estado.

El recurso forestal es uno de los elementos naturales que más se relaciona con el agua, pues es esencial para conservarla, tanto en el proceso de infiltración como para prevenir que se contamine, de ahí que la regulación que se haga de este incide radicalmente en el recurso hídrico. Ante este contexto, la Ley Forestal le brinda una especial protección al agua a través de la creación de áreas de protección.

Los artículos 19 inciso b) y 34 de la Ley Forestal, prohíben el cambio de uso de los suelos excepto en aquellos proyectos estatales o privados que el Poder Ejecutivo declare de conveniencia nacional, sean aquellos proyectos cuyos beneficios sociales sean mayores a los costos socio ambientales.

El artículo 33 de la Ley Forestal, establece como áreas de protección las siguientes:

- a) *Las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal.*
- b) *Una franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado.*
- c) *Una zona de cincuenta metros medida horizontalmente en las riberas de los lagos y embalses naturales y en los lagos o embalses artificiales construidos por el Estado y sus instituciones. Se exceptúan los lagos y embalses artificiales privados.*
- d) *Las áreas de recarga y los acuíferos de los manantiales, cuyos límites serán determinados por los órganos competentes establecidos en el reglamento de esta ley.*

El numeral 34 de la ley en estudio, se instaure como prohibición en las áreas de protección la corta o eliminación de árboles, a excepción de los proyectos declarados por el Poder Ejecutivo como de conveniencia nacional; como en el caso de este Proyecto, el cual se encuentra amparado bajo el Decreto N° 38665-MP-Mideplan-Minae-MAG.

Según el artículo 2, inciso m) del Reglamento a la Ley Forestal, se define lo que se constituye como conveniencia nacional:

Actividades realizadas por las dependencias centralizadas del Estado, las instituciones autónomas o la empresa privada, cuyos beneficios sociales sean mayores que los costos socio-ambientales. El balance deberá hacerse mediante los instrumentos apropiados (Así reformado el término anterior mediante el artículo 114 de la Ley de Biodiversidad N° 7788, de 30 de abril de 1998).

En este punto, Senara cuenta con la autorización implícita en la ley de poder eliminar los árboles necesarios para el desarrollo de Paacume, en el tanto sea declarado de conveniencia nacional, al ser un proyecto de desarrollo económico y social a nivel regional y nacional.

7.1.4 Ley de aguas

El 27 de agosto de 1942 se promulgó la Ley de Aguas N° 276, que se pronunció sobre la demanialidad de las aguas; en esta ley se amplió el dominio público de las aguas, de modo que gran parte de las aguas subterráneas y superficiales se consideraron de dominio público y de propiedad nacional, así en su artículo 1 expresa lo siguiente:

Son aguas del dominio público:

- I. Las de los mares territoriales en la extensión y términos que fija el derecho internacional;*
- II. Las de las lagunas y esteros de las playas que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar;*
- III. Las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes;*
- IV. Las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, arroyos o manantiales desde el punto en que broten las primeras aguas permanentes hasta su desembocadura en el mar o lagos, lagunas o esteros;*
- V. Las de las corrientes constantes o intermitentes cuyo cauce, en toda su extensión o parte de ella, sirva de límite al territorio nacional, debiendo sujetarse el dominio de esas corrientes a lo que se haya establecido en tratados internacionales celebrados con los países limítrofes y, a falta de ellos, o en cuanto a lo no previsto, a lo dispuesto por esta ley;*
- VI. Las de toda corriente que directa o indirectamente afluyan a las enumeradas en la fracción V;*
- VII. Las que se extraigan de las minas, con la limitación señalada en el artículo 10;*
- VIII. Las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de propiedad nacional y, en general, todas las que nazcan en terrenos de dominio público;*

- IX. *Las subterráneas cuyo alumbramiento no se haga por medio de pozos; y*
- X. *Las aguas pluviales que discurran por barrancos o ramblas cuyos cauces sean de dominio público.*

En igual sentido el artículo 3, inciso IV, y V, de esta ley, establece otras aguas que serán de dominio público,

- IV. *Los terrenos ganados al mar por causas naturales o por obras artificiales;*
- V. *Los terrenos ganados a las corrientes, lagos, lagunas o esteros, por obras ejecutadas con autorización del Estado;*

Estos incisos, son el basamento donde Senara se afianza para el desarrollo de sus proyectos de canalización de agua, donde luego de la construcción del proyecto queda facultada para cobrar los cánones requeridos para el mantenimiento y operación de las obras.

7.1.5 Ley de Expropiaciones

En la publicación de la Ley N° 7495, del 3 de mayo, se encuentra el asidero legal para la realización de los estudios previos a la construcción del Paacume, así como de todos los procesos de expropiación necesarios para la construcción de la infraestructura para riego.

Textualmente el artículo 3 de esta ley, se refiere a la imposibilidad de los propietarios de oposición en cuanto a tema de estudios previos.

Artículo 3

Estudios previos. Ningún propietario o poseedor, por cualquier título, podrá oponerse a que se practiquen, sobre sus bienes inmuebles, los estudios necesarios para construir, conservar o mejorar una obra pública. También, están obligados a mostrar los bienes muebles, para su examen, cuando en ellos exista un interés público previamente declarado. En caso de negativa del propietario, por vía incidental, se le deberá solicitar autorización al juez competente en la materia y esos actos se realizarán ante una autoridad jurisdiccional.

Si tales estudios provocan algún daño, este se indemnizará siguiendo los trámites previstos en esta ley para la ocupación temporal.

Antes de realizar los estudios, el funcionario comisionado comunicará por escrito, al interesado, la fecha, la hora, el tipo de estudio y los motivos que lo originan.

En este artículo, quedan expresas tanto la imposibilidad de oposición de los propietarios, así como las obligaciones de la Administración en cuanto a la indemnización por los daños ocasionados. Así como la estipulación de los recursos

idóneos con los que cuenta la administración para concretar sus fines de obtener el bien común, que se define como la vía incidental para obtener este objetivo. En el caso de Senara todos los proyectos que se emprendan para la consecución del aprovechamiento de aguas para distritos de riego y demás labores propias cuentan con una declaratoria de Interés Nacional desde la propia promulgación de la Ley de Creación del Senara, Ley N° 6877, en su artículo 15.

En cuanto al artículo 4, abre el panorama para que se puedan tomar las medidas necesarias para salvaguardar la integridad de los bienes necesarios para el desarrollo de la obra de infraestructura.

Artículo 4

Medidas precautorias. La Administración Pública podrá adoptar las medidas necesarias para no alterar las condiciones del bien que se pretende expropiar.

Cuando se trate de bienes de valor artístico, histórico o arqueológico, esas medidas deberán ser adoptadas, necesariamente y en forma oportuna, por el órgano expropiador. Como parte de ellas, podrá impedirse que esos bienes salgan del país durante el trámite de la expropiación.

Esas medidas se practicarán por un plazo máximo de un año. La Administración deberá indemnizar por los daños que causen las limitaciones irrazonables al derecho de propiedad, especialmente cuando afecten el uso económico del bien.

Este artículo vela por la conservación de los bienes, pero también vela por la indemnización que se le debe proveer al propietario del bien, por los daños causando por las medidas practicadas. Además, fija el plazo máximo para mantener las medidas vigentes.

7.1.6 Ley de Biodiversidad y su reglamento

Una de las obras necesarias para el desarrollo de Paacume, es la construcción del Embalse sobre el Río Piedras. Este Embalse afecta 113 hectáreas dentro de la Reserva Biológica Lomas Barbudal (RBLB), la cual por cuenta con categoría de máxima protección dentro de la Legislación Nacional. Dentro de los requisitos previos solicitados por el marco jurídico costarricense es la elaboración de un informe técnico, que estará coordinado por la instancia respectiva del Sinac.

El Estudio de Línea de Biodiversidad, el cual fue desarrollado por la Organización para Estudios Tropicales (OET), fue elaborar y definir la línea base de biodiversidad que permita determinar la integridad ecológica, relevancia y fragilidad de los ecosistemas presentes, así como la biodiversidad existente en el área de la RBLB a ser impactada directamente por el Embalse río Piedras. A la vez, se efectúa un análisis comparativo entre un área de la RBLB, la cual va a ser inundada (113 hectáreas) y terrenos

aledaños previamente seleccionados (189,30 hectáreas), los cuales pertenecen a la finca Asetrek Tres Azul S.A., para conocer las condiciones de similitud, factibilidad de utilizarse como zona de reemplazo y equivalencia ecológica.

Es prioritario realizar una modificación en los linderos del área de la RBLB. Si bien esto no es una competencia propia de Senara, tiene la posibilidad de realizar este tipo de actuaciones en sustento con los artículos 45 y 47 de la Ley de Biodiversidad, para proponer una modificación del área territorial que ocupa la Reserva Biológica. Lo cual si es una competencia del Consejo Regional del Áreas de Conservación Arenal Tempisque (Coracat), dependencia del Consejo Nacional de Áreas de Conservación (Conac), y este a su vez del Sinac (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). Según se desprende de los artículos 13, 22, 25, 27, 29 y 30 de la Ley de Biodiversidad.

Textualmente en el artículo 30, inciso 7) de la Ley de Biodiversidad, Ley N° 7788 de 23 de abril 1998:

El Consejo tendrá las siguientes funciones: ... 7. Recomendar, al Consejo Nacional de Áreas de Conservación, la creación, modificación o el cambio de categoría de sus áreas silvestres protegidas.

Senara al proponer un proyecto de esta envergadura debe cumplir con una serie de requisitos legales, los cuales se encuentran descritos en los artículos 71 y 72, del Reglamento a la Ley de Biodiversidad. Tales como la elaboración de un informe técnico que brinde la categoría de manejo ambiental más adecuada para el área. En este caso específico, como resultado del Estudio de la OET se determinó que lo más conveniente es realizar una compensación de áreas circundantes al sitio de Embalse, las cuales fueron descritas con mayor detalle en el Apartado 5.1.1.1.8.

Es necesario acotar que Senara ha cumplido con todos los requisitos establecidos para realizar las modificaciones en los límites de la Reserva, entre las cuales están la realización del informe técnico, la presentación de los recursos financieros suficientes para la adquisición de los terrenos, la realización de la consulta obligatoria a las comunidades locales que puedan ser afectadas, la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EslA) presentado mediante D1-21601-17 en la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (Setena) el 07 de diciembre de 2018, además de los procesos de comunicación social en las comunidades impactadas por el proyecto, la determinación de la percepción local del mismo, la revisión por parte del Corac y el Conac, y la presentación del proyecto de ley N° 20.465 **Ley para la modificación de límites de la Reserva Biológica Lomas Barbudal, para el desarrollo del Proyecto de Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del Río Tempisque y Comunidades Costeras**, presentado el 20 de julio de 2017.

7.1.7 Decretos

En cuanto a los fundamentos legales sobre la cual se rige del desarrollo y concretización de Paacume, se recurre a una serie de decretos, en los cuales se realiza la declaración de interés nacional y conveniencia nacional. En el Decreto N°38665-MP-Mideplan-Minae-MAG, se recogen otros 3 decretos anteriores con relaciones a las declaraciones de Interés Público y Conveniencia Nacional, con lo cual los desarrollos de las actividades necesarias para el desarrollo de este proyecto se encuadrarían bajo los distintos preceptos legales de protección para el desarrollo de obra pública.

Además, en este decreto se crea la Comisión de Alto Nivel, desde el cual se ejecuta el Programa de Abastecimiento de Agua Integral para Guanacaste, PIAAG por sus siglas. Es dentro de este Plan Nacional que se inserta Paacume, dentro del componente de seguridad alimentaria de las comunidades.

En el artículo 3 de este decreto se fijan cuáles serán las funciones concernientes a la Comisión de Alto Nivel, las cuales son:

Articular, integrar y conciliar las políticas e instrumentos de planificación emitidos en materia hídrica; impulsando su implementación a través de las instituciones con las competencias en materia hídrica.

- 1) *Tomar acuerdos y recomendar al Presidente de la República las directrices necesarias que aseguren el cumplimiento del Programa.*
- 2) *Aprobar el Programa con sus respectivos proyectos y presupuestos suministrados por las instituciones responsables de ejecución.*
- 3) *Coordinar el proceso de cumplimiento y evaluación permanente del Programa, que permita ajustar de ser necesario, los lineamientos y el plan de acción para asegurar la efectiva ejecución del Programa.*
- 4) *Conocer y aprobar los informes de avance del Programa que le sean elevados a su consideración por la Secretaría Técnica.*
- 5) *Promover y aprobar los convenios interinstitucionales que se requieran para la buena marcha del Programa.*
- 6) *Presentar periódicamente al Presidente de la República informes de avance de ejecución del Programa.*

La Comisión de Alto Nivel, a través de su coordinador podrá cuando considere pertinente, convocar el apoyo técnico de las Universidades Públicas según sea la temática a tratar.

Dentro de los Decretos en los cuales encuentra asidero legal Paacume para su desarrollo se encuentra el Decreto Ejecutivo N°15321-MAG, publicado en La Gaceta N°76 del 18 de abril de 1984, donde se crea el DRAT y el Distrito de Riego Zapandí.

Los cuales son creados a un mismo nivel en cuando jerarquía organizativa. Este último encontrándose ubicado en la parte baja de la Cuenca del Río Tempisque. Posteriormente con la promulgación de la Ley 7096, La cual es la Ratificación de Préstamo con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para el desarrollo de la segunda etapa del DRAT, en el cual se le asigna a este la potestad de ejecutar el desarrollo del Distrito Zapandí, convirtiéndose en la Unidad Ejecutora del mismo. Textualmente dice lo siguiente en la Cláusula 1.03. Organismo Ejecutor e instituciones coparticipantes.

a-) Las partes convienen en que la ejecución del Proyecto y la utilización de los recursos del Financiamiento habrá de ser llevadas a cabo por el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (en adelante denominado el “Senara” o el “Organismo Ejecutor”), a través del Distrito Arenal que actuará como Unidad Ejecutora de las actividades que se realizarán en el área del Proyecto, incluidas las que se ejecuten en el Distrito Zapandí, de cuya capacidad legal y financiera para actuar como tal deja constancia el Prestatario.

De lo cual se desprende la potestad del DRAT sobre las posibles áreas regables en la cuenca media del río Tempisque y zonas costeras. Para lo cual se deberá redefinir los límites del Distrito en general para ajustarse al área de influencia de Paacume, esto con el fin de tener coherencia y ajustarse a las necesidades actuales de las zonas que necesitan contar con un servicio de riego.

7.1.8 Legislación tarifaria

El establecimiento de un modelo de fijación de tarifas por consumo volumétrico como el que se utilizará en Paacume, encuentra sustento legal en una serie de cuerpos normativos que se estudiarán a continuación:

La Ley 7593 transformó al Servicio Nacional de Electricidad en una institución autónoma denominada Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (Aresep), con personalidad jurídica y patrimonio propio, así como autonomía técnica y administrativa, cuyo objetivo primordial es ejercer la regulación de los servicios públicos establecidos en el artículo 5 de dicha Ley.

De esa forma, la Aresep es la autoridad competente para fijar las tarifas y precios de conformidad con las metodologías que ella misma determine, así como emitir, publicar y velar por el cumplimiento de las normas de calidad, cantidad, confiabilidad, continuidad, oportunidad y prestación óptima de los servicios públicos que enumera el artículo 5 de la Ley N° 7593.

Dentro de los servicios públicos que regula la Aresep, se encuentran los de riego y avenamiento (artículo 5 inciso e) de la Ley N° 7593). En el caso del servicio de

piscicultura este se considera un tipo especial de riego, establecido así mediante Decreto 30608-MAG.

Para fijar tarifas y establecer las metodologías, la Aresep, tiene competencias exclusivas y excluyentes y así ha sido señalado por la Procuraduría General de la República, en el dictamen C-329-2002 y la sentencia 005-2008 de las 9:15 horas del 15 de abril de 2008, del Tribunal Contencioso Administrativo, Sección Sexta.

En ese mismo sentido, también se tiene lo dispuesto por la Sala Primera de la Corte Suprema de Justicia, que en lo que nos interesa ha manifestado:

“[...] V.-Fijaciones tarifarias. Principios regulatorios. En los contratos de concesión de servicio público (dentro de estos el de transporte remunerado de personas), de conformidad con lo estatuido por los artículos 5, 30 y 31 de la Ley N° 7593, corresponde a la Aresep fijar las tarifas que deben cancelar los usuarios por su prestación. Ese cálculo, ha de realizarse conforme al principio del servicio al costo, en virtud del cual, según lo señalado por el numeral 3 inciso b) de la Ley N° 7593, deben contemplarse únicamente los costos necesarios para prestar el servicio, que permitan una retribución competitiva y garanticen el adecuado desarrollo de la actividad. Para tales efectos, el ordinal 32 ibídem establece una lista enunciativa de costos que no son considerados en la cuantificación económica. A su vez, el numeral 31 de ese mismo cuerpo legal establece pautas que también precisan la fijación, como es el fomento de la pequeña y mediana empresa, ponderación y favorecimiento del usuario, criterios de equidad social, sostenibilidad ambiental, eficiencia económica, entre otros. El párrafo final de esa norma expresa que no se permitirán fijaciones que atenten contra el equilibrio financiero de las entidades prestatarias, postulado que cumple un doble cometido. Por un lado, se insiste, dotar al operador de un medio de retribución por el servicio prestado que permita la amortización de la inversión realizada para prestar el servicio y obtener la rentabilidad que por contrato le ha sido prefijada. Por otro, asegurar al usuario que la tarifa que paga por el transporte obtenido sea el producto de un cálculo matemático en el cual se consideren los costos necesarios y autorizados, de manera tal que se pague el precio justo por las condiciones en que se brinda el servicio público. Este aspecto lleva a que el proceso tarifario constituya una armonía entre ambas posiciones, al punto que se satisfagan los derechos de los usuarios, pero además el derecho que se deriva del contrato de concesión, de la recuperación del capital y una ganancia justa. Por ende, si bien un principio que impregna la fijación tarifaria es el de mayor beneficio al usuario, ello no constituye una regla que permita validar la negación del aumento cuando técnicamente proceda, siendo que en esta dinámica debe imperar un equilibrio justo de intereses, lo que logra con un precio objetivo, razonable y debido. En su correcta dimensión implica un servicio de calidad a un precio justo. Con todo, el incremento tarifario dista de ser un fenómeno automático. Está sujeto a un procedimiento y su viabilidad pende de que luego del

análisis técnico, se deduzca una insuficiencia económica. En este sentido, la Aresep se constituye en la autoridad pública que, mediante sus actuaciones, permite la concreción de esos postulados que impregnan la relación de transporte público. Sus potestades excluyentes y exclusivas le permiten establecer los parámetros económicos que regularan (sic) el contrato, equilibrando el interés del operador y de los usuarios.” (Véase sentencia N°577 de las 10 horas 20 minutos del 10 de agosto de 2007).

En conclusión, Senara se encuentra debidamente capacitado para desarrollar y ejecutar proyectos como Paacume, pues desde su creación Senara fue una institución concebida para promover el desarrollo tanto económico como social de los pobladores del territorio costarricense. Específicamente Senara desde su creación cuenta con Declaratoria de Interés Nacional en relación a las acciones que promueve el Estado, con el objeto de asegurar la protección y el uso racional de las aguas y de las tierras comprendidas en los distritos de riego.

En cuanto a la potestad de cobrar tarifas por el servicio brindado encuentra total sustento legal en su misma ley de creación, y en relación a la potestad de crear Paacume, este se ampara vía decreto Ejecutivo N° 15321 - MAG, en el cual se crea el DRAT y Zapandí, este último paso a ser dependiente de la administración del DRAT, con lo cual se hace necesario realizar una reestructuración de los límites geográficos del DRAT para ejecutar a Paacume en las posibles áreas regables de la cuenca media del río Tempisque y comunidades costeras; puesto que Paacume no encaja estrictamente en los límites establecidos para Distrito Zapandí, pero si comparte gran partes de las áreas del mismo.

7.2 Aspectos administrativos de Paacume

7.2.1 Estructura organizativa para la ejecución y la operación

Para la ejecución del Proyecto Paacume se ha visualizado únicamente la inclusión de una nueva unidad administrativa en la estructura organizacional del Senara. Esta unidad se ubicaría en el nivel de dirección mando medio y se denominaría “Dirección Gestora de Paacume” (Digepe).

7.2.2 Marco Jurídico

El Senara como institución que goza de autonomía administrativa, tiene la potestad de definir la estructura de organización que mejor le permita realizar su razón de ser. El artículo 1 de la Ley de Creación del Senara (N°6877) señala expresamente “Créase el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (Senara), que tendrá personalidad jurídica propia e independencia administrativa con domicilio en la ciudad de San José”.

Esta misma Ley le otorga al Senara la siguiente razón de ser:

“Fomentar el desarrollo agropecuario en el país, mediante el establecimiento y funcionamiento de sistemas de riego, avenamiento y protección contra inundaciones.

Contribuir a desarrollar preferentemente aquellos proyectos de desarrollo agropecuario que se sustenten en una justa distribución de la tierra.

Procurar que, en el territorio beneficiado por la creación de distritos de riego y avenamiento, se efectué una modificación racional y democrática en la propiedad de la tierra. Los atribuidos mediante leyes especiales y sus reglamentos”.

7.2.3 Disposición normativa

La ejecución del Proyecto Paacume requiere de la incorporación de una unidad administrativa nueva de carácter transitorio en el organigrama; lo cual se hace por medio de la aplicación de la Guía 2 establecida por el Mideplan para reorganizaciones parciales. La ejecución de Paacume será parte del contrato de préstamo por medio del cual se ratifique la inversión del Estado Costarricense; y que luego se convertirá en ley de la República. Esta nueva ley, será la disposición normativa superior que dará fundamento a la creación de la unidad transitoria en el organigrama del Senara.

7.2.4 Situación institucional

La ejecución y posterior operación del Paacume, es parte del crecimiento y expansión de la Institución en el marco de un mejoramiento de los servicios que se ofrecen, llegando a nuevos usuarios y atendiendo nuevas demandas.

El Senara aprobó en el 2016 su Plan Estratégico al 2021, en donde plantea los nuevos escenarios de investigación, riego, drenaje y prevención de inundaciones en el país, asociados con el impacto de la variabilidad y el cambio climático. De esta forma, el marco estratégico institucional señala:

7.2.4.1 Visión

“Para el año 2021 la Institución se posiciona como un ente estratégico para el desarrollo sostenible del país mediante la ejecución de acciones para la gestión integrada del recurso hídrico, la innovación, la mitigación y la adaptación al cambio climático”.

7.2.4.2 Misión

“Gestionar el recurso hídrico mediante la investigación, innovación y gestión de aguas subterráneas y superficiales y la implementación de proyectos de riego, drenaje y prevención contra inundaciones para mejorar la productividad, el desarrollo y la calidad de vida de todos los habitantes”.

De acuerdo con esa orientación estratégica, la región Chorotega constituye una de las áreas estratégicas de desarrollo que se busca priorizar; fortaleciendo los esfuerzos que ya se hacen con una expansión territorial y diversificación de servicios de agua en la margen derecha del río Tempisque.

7.3 Organización actual

Actualmente el Senara opera con un organigrama a nivel nacional bastante achatado, tal y como se observa en la Ilustración 7 1.

SERVICIO NACIONAL DE AGUAS, RIEGO Y AVENAMIENTO
-SENARA-

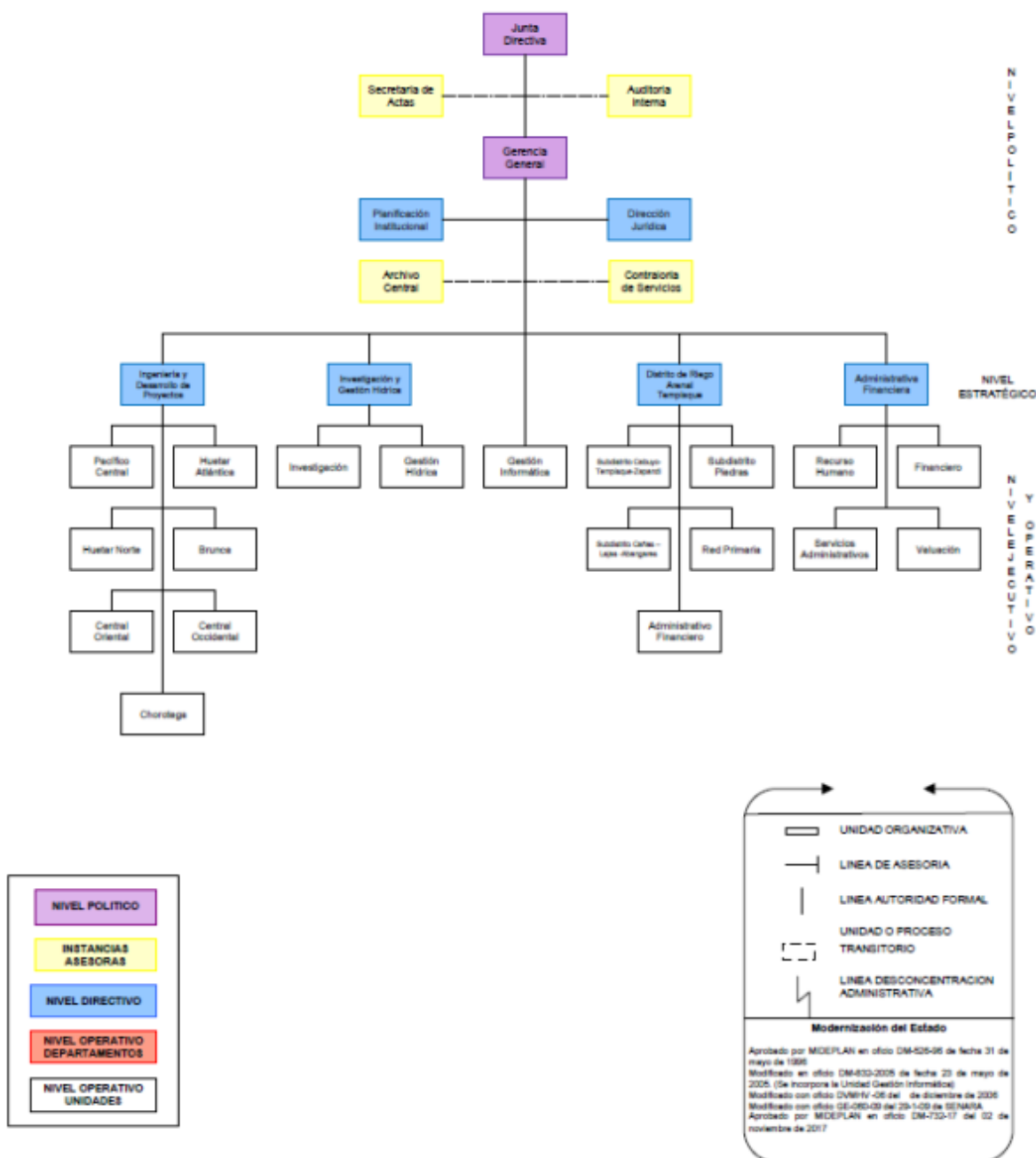


Ilustración 7 1. Organigrama actual de Senara

La institución opera con 30 unidades administrativas de las cuales funcionan de manera plena un total de 28. Lo anterior, porque aún no se dispone de plazas creadas para la atención de la Contraloría de Servicios y la Secretaría de Actas. Cuenta con dos (2) unidades administrativas ubicadas en el nivel político, seis (6) ubicadas en el nivel de staff, cuatro (4) ubicadas en el nivel de mando medio y dieciocho (18) en el nivel operativo.

7.4 Recurso humano: organigrama institucional vigente, clasificación de puestos y salarios brutos

La Institución en este momento dispone de 158 plazas distribuidas conforme con lo indicado en la Tabla 7 1. Distribución de plazas por unidades administrativas, según las unidades administrativas que están formalmente creadas en el organigrama.

Tabla 7 1. Distribución de plazas por unidades administrativas

Unidad	Fijas	Paacume	Limoncito	TOTAL
Gerencia	5			5
Contraloría de Servicios	0			0
Auditoría	3			3
Dirección de Planificación	4			4
Dirección Jurídica	3	5		8
Unidad Gestión Informática	2			2
Dirección Administrativa	25		1	26
Dirección de Investigación y Gestión	14			14
Dirección de Ingeniería y Desarrollo de Proyecto	35	9	3	49
Dirección DRAT	49			49
Total plazas	140	14	4	158

Como puede notarse, a la fecha son 140 plazas fijas y 18 que son plazas por servicios especiales que están destacadas en labores específicas de proyectos. Desde la perspectiva de grupos profesionales o técnicos, el Senara dispone de veintiún grupos activos tal y como se muestra en la Tabla 7 2.

Tabla 7 2. Distribución de plazas por grupos ocupacionales

Clase de puesto	Sueldos Fijos	Paacume	Limoncito	TOTAL
Asesor 1 (conf.)	1			1
Asesor Legal	1			1
Asistente Procesos 1	6			6
Asistencial 1	2			2
Asistencial 2	7			7

Clase de puesto	Sueldos Fijos	Paacume	Limoncito	TOTAL
Asistencial 3	5			3
Asistente General	1			1
Auditor 1	1			1
Coordinador Especializado	10			10
Coordinador Experto	7			7
Coordinador General	2			2
Director de Área	4			4
Gerente	1			1
Profesional Especialista	31	11	2	44
Profesional Experto	20			20
Profesional Gen. Gest. Inf.	1			1
Profesional General 1	6			6
Profesional General 2	8		1	9
Subgerente	1			1
Técnico Procesos 2	4			4
Técnico Procesos 3	23	3	1	27
TOTAL	140	14	4	158

Como puede notarse son los grupos de profesionales especialistas, técnicos de procesos 3 y profesionales expertos respectivamente, los que aglutinan mayor cantidad de personal.

7.5 Detalle del Organigrama Institucional

El organigrama institucional vigente fue aprobado por el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica mediante oficio DM-526-96, con fecha del 31 de mayo de 1996 y modificado mediante oficio DM-732-17, del día 02 de noviembre del 2017.

7.5.1 Descripción de áreas de trabajo y número de funcionarios

El organigrama institucional se estructura en cinco niveles: político, fiscalización, administración general, nivel estratégico-directivo y operativo.

7.5.1.1 Nivel Político

En el nivel político se ubica la Junta Directiva, como la instancia u órgano que dirige la Institución, tal y como lo establece la Ley N°6877. La Junta Directiva está integrada por siete miembros, a saber: El Ministro(a) de Agricultura y Ganadería, quien será su Presidente; cuatro miembros nombrados por el Consejo de Gobierno, que durarán en sus cargos cuatro años y podrán ser reelegidos; un representante del movimiento Cooperativo, nombrado de terna enviada por el Consejo Nacional de Cooperativas, que durará en su cargo dos años; un representante de las federaciones campesinas

legalmente inscritas en el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social que durará en su cargo dos años. Al efecto, las federaciones campesinas inscritas presentarán sus candidatos (as) para que el Consejo de Gobierno efectúe un solo sorteo, que decidirá el orden de la representación con la alternativa señalada de dos años.

7.5.1.1.1 Secretaría de Actas

En este nivel político y como unidad de apoyo a la Junta Directiva se dispone de la Secretaría de Actas, cuya creación se fundamenta en el artículo 50 de la Ley General de Administración Pública (N°6227), que señala al respecto lo siguiente: *“Toda Junta Directiva de institución pública, establecida por ley, dispondrá de una Secretaria de Actas para levantar las actas y comunicar las resoluciones del órgano colegiado.”* Adicionalmente, se indica que puede aparecer de forma explícita o implícita en el Organigrama, pero su existencia se enmarca en la normativa que rige el funcionamiento institucional.

7.5.1.2 Nivel de fiscalización

En el nivel de fiscalización se ubica la Unidad de Auditoría Interna, cuya existencia deviene en obligatoria según lo dispuesto en el artículo 20 de la Ley General de Control Interno N°8292 y que es definida por esa misma ley en dos niveles:

- A nivel orgánico se define como uno de los componentes del sistema de control interno (artículo 9).
- Funcionalmente, como una actividad independiente, objetiva y asesora, que proporciona seguridad a la institución por cuanto se crea para validar y mejorar sus operaciones (artículo 21).

Su objetivo fundamental es contribuir a que se alcancen los objetivos institucionales, mediante la práctica de un enfoque sistémico y profesional para evaluar y mejorar la efectividad de la administración del riesgo, del control y de los procesos de dirección, conforme lo establece el bloque de legalidad²². De esta forma, la Auditoría Interna proporciona a la ciudadanía una garantía razonable de que la actuación del jerarca y la del resto de la administración se ejecuta conforme al marco legal y técnico y a las prácticas sanas (artículo 21).

Para cumplir con su objetivo primordialmente obtiene y evalúa de forma objetiva, evidencia respecto a hechos y eventos de diversa naturaleza ya gestionados, comprobando su correspondencia con un marco de referencia de criterios aplicables y comunicando los asuntos determinados, las conclusiones y recomendaciones a la Administración Activa, con el fin de mejorar la gestión y fortalecer el marco de

²² Normas para el ejercicio de la Auditoría Interna en el Sector Público, 2009. Introducción.

responsabilidades²³. Dentro de su competencia le corresponde realizar estudios relacionados con los fondos públicos sujetos a la competencia institucional (financieros, operativos o de cumplimiento), verificar e informar sobre el cumplimiento, la validez y la suficiencia del sistema de control interno y proponer las medidas correctivas que sean pertinentes, asesorar al Jerarca en materia de su competencia, advertir a la Administración Activa sobre las posibles consecuencias de determinadas conductas o decisiones cuando sean de su conocimiento y autorizar mediante razón de apertura libros de contabilidad, de actas y otros necesarios para el fortalecimiento del sistema de control interno institucional (artículo 22).

7.5.1.3 Nivel de Administración General

7.5.1.3.1 Gerencia General

La Gerencia General es una instancia de decisión política y de mayor jerarquía en la administración general de la Institución, que se encuentra establecida por la Ley N°6877 en su artículo 8, en el que se indica: “*El Senara será administrado por un Gerente General y por un Subgerente...*”. A estos, les corresponde las funciones de administración general del Senara y la representación legal de la Institución.

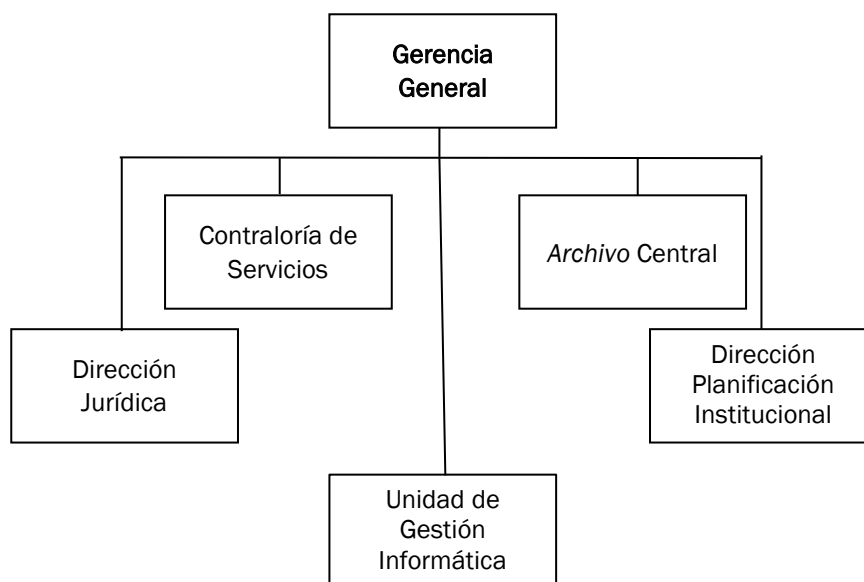


Ilustración 7 2. Organigrama de la administración general

²³ Normas generales de auditoría para el Sector Público, 2014. Introducción.

7.5.1.3.2 Contraloría de Servicios

Adscrita a la Gerencia y como una unidad de apoyo se ubica la “Contraloría de Servicios” atendiendo lo establecido en los Lineamientos Generales para Reorganizaciones Administrativas (Mideplan, junio 2007). *“Las instituciones de la administración pública central y descentralizada que presten servicios a los usuarios, designarán una Contraloría de Servicios subordinada al máximo jerarca, para garantizar una comunicación fluida y directa en la toma de decisiones para mejorar la atención del usuario. Esta unidad deberá ser totalmente independiente de cualquier otra dentro de la institución, desde el punto de vista de estructura como de puestos”.*

La Contraloría de Servicios es una unidad que realimenta la calidad en la prestación de los servicios a nivel institucional. En la actualidad esta unidad no cuenta con autorización respectiva para la creación de plazas y la respectiva designación formal de personal a su cargo.

7.5.1.3.3 Archivo Central

El Archivo Central Institucional, es una Unidad de apoyo que se encuentra adscrita a la Gerencia General, según lo establece la Ley del Sistema Nacional de Archivos N° 7202; tiene la función de: reunir, conservar, clasificar, ordenar, describir, seleccionar, administrar y facilitar la documentación producida por la organización ²⁴. Esta Unidad provee asesoría técnica al personal responsable de los archivos de gestión de la institución y vela por el cumplimiento de las políticas y la normativa archivística vigente. Dentro de sus competencias, le corresponde proponer cambios y mejoras en los procesos y procedimientos que contribuyan con el buen funcionamiento de los archivos de la institución. El Archivo Central Institucional tiene la responsabilidad de custodiar los fondos documentales que han sido declarados con valor científico cultural, por la Comisión Nacional de Selección y Eliminación de Documentos (Cnsed), órgano asesor de la Dirección General del Archivo Nacional.

7.5.1.3.4 Dirección de Planificación Institucional

La Dirección de Planificación realiza funciones estratégicas a nivel institucional relacionadas con el planeamiento, organización, dirección, coordinación, supervisión, evaluación, control, articulación, asesoramiento y ejecución de las actividades profesionales, técnicas y administrativas que conlleva la planificación estratégica del Senara.

La Dirección de Planificación formula, propone, aplica y evalúa modelos de gestión que le permitan a la Institución maximizar los resultados de su gestión mediante la aplicación de metodologías más eficientes y eficaces. De la misma manera, la

²⁴ Artículo 39 de la Ley General del Sistema Nacional de Archivos N° 7202.

Dirección de Planificación ejerce la representación institucional en los órganos sectoriales e interinstitucionales que implique la coordinación técnica de acciones en materia de planificación.

7.5.1.3.5 Dirección Jurídica

La Dirección Jurídica realiza las siguientes funciones: Planificar, dirigir, coordinar, organizar, controlar, evaluar, supervisar y articular las acciones tendientes a la definición de políticas y estrategias en el campo jurídico de todas las unidades funcionales de la Institución a nivel nacional, dirigiendo los diferentes asuntos jurídicos propios del desarrollo de los ejes estratégicos de acción del Senara, en los campos de riego, drenaje, control de inundaciones y aguas subterráneas, con la finalidad de atender los requerimientos de la Junta Directiva, Gerencia, y demás unidades administrativas nacionales y regionales.

Diseña y desarrolla estrategias de acción jurídica, mediante la formulación de políticas, normativas, procedimientos, directrices y lineamientos referentes al marco jurídico que regula la actividad institucional, desarrollando y gestionando nueva normativa legal, reglamentaria y procedimental, redactando pronunciamientos legales, recomendando y asesorando sobre diferentes mecanismos de acción jurídica tendientes a conducir la acción institucional de manera efectiva, para el adecuado cumplimiento de metas y objetivos.

7.5.1.3.6 Unidad Gestión Informática

La unidad de gestión Informática se encuentra adscrita y brinda reporte a la Gerencia General, no obstante, se ubica en el nivel operativo de la estructura, dada la naturaleza de su actividad y funciones, que consisten en brindar servicios de apoyo en materia de tecnologías de información y comunicación a todas las áreas funcionales de la estructura. Le corresponde a esta unidad desarrollar funciones como las siguientes:

- Planear, dirigir, coordinar y organizar la elaboración de Planes de Desarrollo de Sistemas Informático.
- Elaborar y mantener actualizado el Plan de Desarrollo de Sistemas Informáticos
- Formular las políticas, objetivos, lineamientos, estrategias y prioridades, así como evaluar los planes y proyectos en materia de tecnologías de información y comunicación.
- Asesorar a niveles superiores en lo que compete a la definición de políticas en materia de tecnologías de información y comunicación.
- Planificar, dirigir, organizar y supervisar la correcta aplicación de las normas, disposiciones y reglamentos relacionados con la materia tecnologías de información y comunicación.

- Ejecutar los procesos de adquisición e implementación de software y hardware que demanda la Institución, así como los proyectos estratégicos que desarrolle Senara en materia de informática.
- Resolver las consultas que plantean los usuarios internos y/o externos respecto al funcionamiento de sistemas, aplicaciones informáticas, soporte técnico, tecnologías de comunicación e información.
- Diagnosticar y evaluar el estado de la plataforma informática del Senara, plantear esquemas tecnológicos tendientes a promover un uso sostenido de tecnologías informáticas adecuadas a las metas institucionales.
- Analizar y recomendar tecnologías de información y comunicación a las diferentes áreas, mediante la coordinación con los diferentes procesos de trabajo institucionales.
- Dirigir, organizar y articular proyectos de investigación relacionados con el proceso informático.
- Ejecutar proyectos y estrategias organizacionales de corto y mediano plazo, a fin de mantener actualizados los sistemas computacionales.
- Dirigir, organizar y controlar el diagnostico de necesidades que en el campo informático que requiera la Institución.
- Dirigir, organizar y controlar la elaboración de programas y sistemas automatizados requeridos para el procesamiento.
- Dirigir, organizar y controlar la configuración e instalación de los equipos informáticos.
- Dirigir, organizar y controlar un Plan de Acción para el mantenimiento preventivo y correctivo del equipo de cómputo.

7.5.1.4 Nivel Estratégico

En este nivel se ubican los responsables de los diferentes macroprocesos sustantivos y operativos institucionales, todos los cuales son colaboradores directos de la Gerencia General, con una cobertura funcional a nivel nacional (excepto el director del DRAT), y que representan el equipo técnico-administrativo de toma de decisiones estratégicas. Estos son: los directores del Área de Ingeniería y Desarrollo de Proyectos, Área Administrativa-Financiera, Área de Investigación y Gestión Hídrica, Distrito de Riego Arenal Tempisque, Dirección Jurídica, Dirección de Planificación. La estructura se muestra en la Ilustración 7 3.

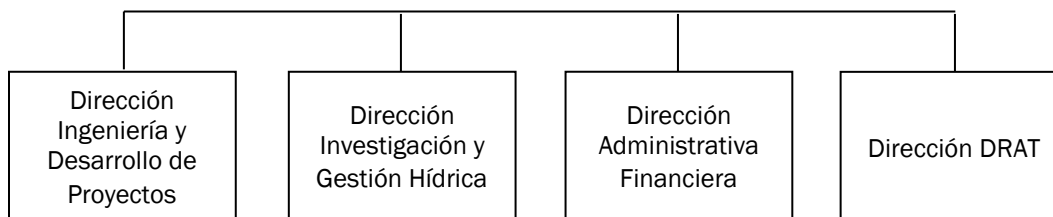


Ilustración 7 3. Nivel estratégico del Senara

7.5.1.4.1 Dirección Distrito de Riego Arenal Tempisque

Esta Dirección es la encargada del planeamiento, dirección, articulación, organización, animación, asesoramiento y liderazgo del equipo interdisciplinario, encargado de la ejecución de diversos procesos profesionales, técnicos y administrativos que se ejecutan en el DRAT mediante la puesta en práctica de las políticas, normativa, directrices y métodos que regulan su campo de acción.

Esta unidad estratégica institucional presenta algunas características funcionales que la hacen tener un manejo estructural diferenciado. Entre otras pueden señalarse:

- Su condición de Distrito de Riego lo convierte en una unidad territorial.
- Su autosostenibilidad financiera.
- La condición de prestar un servicio público en relación directa con el usuario.
- La cantidad de personal destacado.
- Su desarrollo histórico como un programa institucional.

Dadas esas condiciones y la de ser una dirección desconcentrada del Senara en una jurisdicción específica, la estructura DRAT se encuentra separada con respecto a la cobertura geográfica de la unidad regional Chorotega a cargo de Indep.

La Dirección DRAT tiene cinco unidades, cuatro territoriales (Subdistrito Cabuyo-Tempisque-Zapandí, Subdistrito Cañas-Lajas-Abangares, Subdistrito Piedras), la Red Primaria y la Unidad Administrativa Financiera.

7.5.1.4.1.1 Unidad de Subdistritos

Estas unidades realizan las mismas acciones de gestión en el DRAT, se distinguen por los ámbitos de cobertura, cantidad de usuarios y antigüedad del servicio.

La función esencial de esta Unidad es planificar, coordinar, evaluar y ejecutar las labores de operación, mantenimiento e inversión de la infraestructura de riego y drenaje comprendida dentro de los subdistritos que conforman el DRAT.

7.5.1.4.1.2 Unidad Red Primaria

La función clave la Red Primaria es planificar, coordinar y dirigir las operaciones del equipo de trabajo que opera y mantiene la Red Principal; así como generar los flujos de información hidrométrica necesarios para la toma de decisiones y planificación del recurso hídrico en el DRAT.

7.5.1.4.1.3 Unidad Administrativa Financiera del DRAT

La Unidad Administrativa Financiera del DRAT es la encargada del planeamiento, dirección, articulación, organización, coordinación, evaluación y ejecución de los subprocesos profesionales, técnicos y administrativos (administración de transportes, administración de contratos de servicio, gestión de procesos licitatorios, proveeduría y bodegas, inventarios-suministros y control de activos, tesorería, administración y gestión de la cartera de cuentas por cobrar, codificación y registro contable en el sistema, formulación, ejecución y control presupuestaria del DRAT) que se ejecutan en el DRAT mediante la puesta en práctica de las políticas, normativa, directrices y métodos que regulan su campo de acción.

La Dirección del DRAT se representa en la Ilustración 7 4.

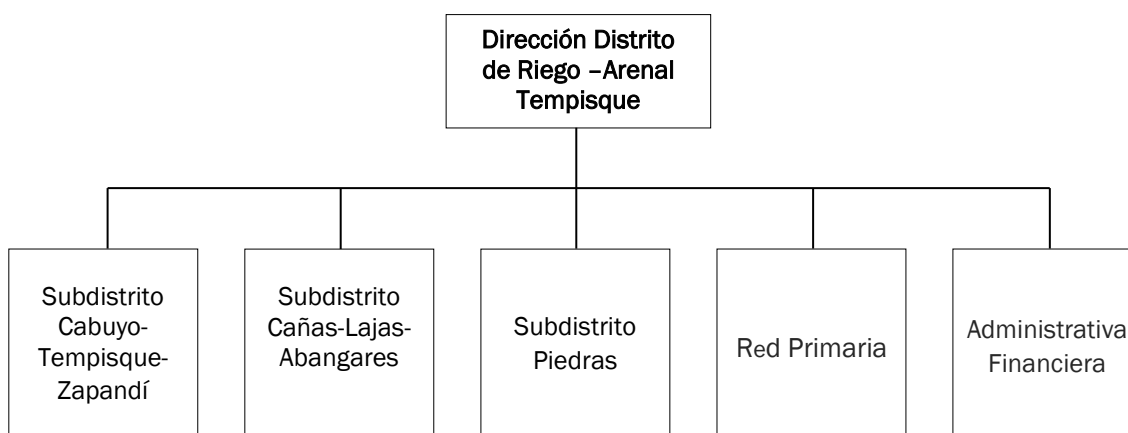


Ilustración 7 4. Organigrama del Distrito de Riego Arenal Tempisque

7.5.1.4.2 Dirección de Investigación y Gestión Hídrica

La función esencial de la Dirección de Investigación y Gestión Hídrica es planear, dirigir, coordinar, articular, organizar, controlar, ejecutar y evaluar los proyectos de control, preservación e investigación de los recursos hídricos, que se desarrollan bajo su responsabilidad, a fin de cumplir con las funciones que la Ley Constitutiva de Senara N° 6877 le asigna a la Institución, a saber:

Investigar, proteger y fomentar el uso de los recursos hídricos del país, tanto superficiales como subterráneos²⁵.

²⁵ Ley N° 6877, Artículo 3, inciso ch.

Esta dirección es clave a nivel institucional debido a la creciente importancia que ha tomado el tema de la planificación y gestión del recurso hídrico tanto superficial como subterráneo para atender las demandas de la sociedad en cuanto al uso y protección del recurso hídrico.

Esta Dirección cuenta con dos unidades administrativas: la Unidad de Investigación en la que se genera información hídrica e hidrogeológica y la Unidad de Gestión Hídrica que se ocupa de convertir la información generada en criterios, resoluciones, lineamientos, directrices y pronunciamientos para los procesos de toma de decisiones.

7.5.1.4.2.1 Unidad de Investigación

Tiene como finalidad, la realización de estudios e investigaciones de los recursos hídricos de los países, tanto superficiales como subterráneos. Esta unidad le corresponde realizar, coordinar y mantener actualizadas las investigaciones hidrogeológicas, estudios de áreas de recarga acuífera, áreas de descarga, balances hídricos, estudios de vulnerabilidad, usos potenciales de suelos y cuencas que recubren los acuíferos, estudios para planificación y gestión integrada del recurso hídrico en todo el país.

Dentro de las funciones esenciales de esta unidad administrativa se encuentran las siguientes:

- Elaborar los perfiles de los proyectos para los estudios hidrogeológicos a realizar en el país.
- Elaborar los términos de referencia para la contratación de los estudios hidrogeológicos a realizar en el país.
- Dirigir y coordinar la ejecución de los estudios hidrogeológicos que se ejecuten directamente por el Senara.
- Dirigir y coordinar la ejecución de las contrataciones de servicios profesionales de los estudios hidrogeológicos que se ejecuten.
- Atender y tramitar las solicitudes de pronunciamiento (vinculantes para instituciones públicas y privadas) para la ejecución de proyectos que pueden tener impacto al recurso hídrico subterráneo.
- Atender y dar respuesta a todas las solicitudes de perforación de pozos que el Minae y los consultores externos presentan o tramitan ante el Senara (pronunciamientos vinculantes).
- Coordinar la ejecución de investigaciones hidrogeológicas con otras instituciones públicas como las universidades.
- Elaborar y proponer procedimientos técnicos para el análisis de proyectos que pueden impactar el recurso hídrico subterráneo.
- Evaluar y establecer a través de la realización de investigaciones hidrogeológicas, parámetros y metodologías para normar los procedimientos y mecanismos de evaluación a nivel nacional.

7.5.1.4.2.2 Unidad de Gestión Hídrica

Funciones esenciales de esta unidad son:

- Proponer y diseñar las acciones necesarias para lograr la implementación de las medidas de protección, preservación de los recursos hídricos subterráneos en todo el país, mediante la coordinación con las instituciones públicas y privadas y la sociedad civil.
- Coordinar procesos con las organizaciones locales, municipalidades entre otros para la implementación de los procesos y planes de aprovechamiento para la protección y preservación de los recursos hídricos subterráneos.
- Realizar labores de coordinación y de planificación para la ejecución de convenios a nivel nacional e internacional con otras instituciones para la protección y preservación de las aguas subterráneas y la búsqueda de fuentes de financiamiento.
- Elaborar e interpretar los diferentes mapas temáticos que se generen a partir de los estudios realizados en la Unidad de Investigación.
- Procesar y sistematizar la información que se genere en los estudios hidrogeológicos que ejecuta el Senara y que presentan los usuarios externos para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH).
- Registrar y realizar el trámite preliminar para su traslado a la Unidad de Investigación de las consultas presentadas por usuarios externos (dictamen general, dictamen detallado, solicitudes de perforación, etc.) con los respectivos documentos de apoyo generados para la atención de dichas consultas.
- Registrar, tramitar y analizar todos los documentos y solicitudes relacionados con pozos (solicitudes de perforación, informes de pozos, denuncias de pozos o empresas perforadoras, etc.) previo a su envío a la unidad de hidrogeología.
- Realizar los trabajos de campo (monitoreo de niveles freáticos, muestreos de suelos, estaciones climáticas, aforos, inspección para la atención a denuncias de pozos y perforadoras, etc.), así como, las actividades de campo para apoyo y asistencia a la Unidad de Investigación.
- Mantener actualizados los sistemas de información geográfica para atender eficientemente las instituciones y los usuarios internos y externos.
- Elaborar y proponer las estrategias de comunicación y facilitar los procesos para su implementación para la Gestión de los Recursos Hídricos.
- Preparar y proponer políticas institucionales para la Gestión de los Recursos Hídricos.



Ilustración 7 5. Organigrama de la Dirección de Investigación y Gestión Hídrica

7.5.1.4.3 Dirección Administrativa Financiera

La Dirección Administrativa Financiera es la encargada del planeamiento, dirección, articulación, organización, coordinación, evaluación, animación, asesoramiento y liderazgo del equipo interdisciplinario, encargado de la ejecución de diversos procesos profesionales, técnicos y administrativos (recursos humanos, servicios administrativos y financiero) que se ejecutan en el Área Administrativa Financiera tanto a nivel central como regional, mediante la puesta en práctica de las políticas, normativa, directrices y métodos que regulan su campo de acción. A nivel de la Dirección Administrativa Financiera se ubican las unidades de “recursos humanos”, “financiero” y “servicios administrativos”.

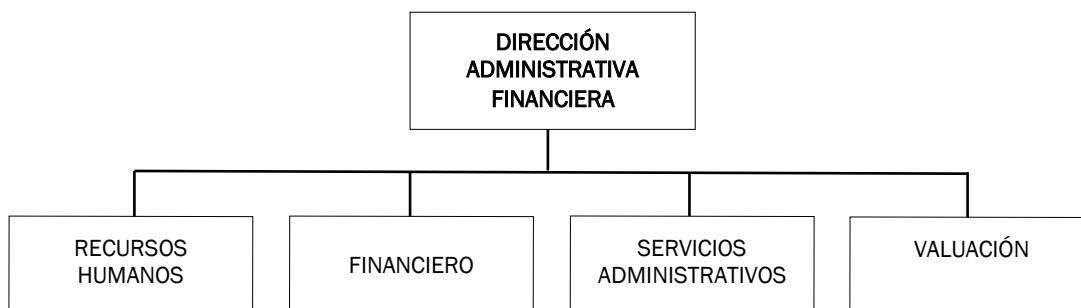


Ilustración 7 6. Organigrama de la Dirección Administrativa Financiera

7.5.1.4.3.1 Unidad de Recursos Humanos

La Unidad de Recursos Humanos es la encargada de la administración, planeación, organización, dirección, coordinación, supervisión, control, ejecución y evaluación de los procesos relacionados con selección, contratación, inducción, capacitación, remuneración, motivación, promoción de un clima óptimo de trabajo y tramitología del recurso humano del Senara.

7.5.1.4.3.2 Unidad Financiera

La Unidad Financiera es la encargada de la administración, planeación, organización, dirección, coordinación, supervisión, control, ejecución y evaluación de los procesos relacionados con presupuesto y contabilidad a nivel central y regional; así como la gestión de cobro y tesorería en el nivel central. Coordina, asesora y da seguimiento a la gestión financiera del DRAT.

7.5.1.4.3.3 Unidad de Servicios Administrativos

La Unidad de Servicios Administrativos es la encargada de la administración, planeación, organización, dirección, coordinación, supervisión, control, ejecución y evaluación de los procesos relacionados con administración de transportes, administración de contratos de servicio, gestión de procesos licitatorios, proveeduría y bodegas, inventarios-suministros y control de activos. Coordina, asesora y da seguimiento a la gestión de servicios administrativos en el DRAT y Oficinas Regionales.

7.5.4.1.3.4 Unidad de Valuación

Se encarga de realizar los avalúos que requieran la institución para el mejor desempeño institucional y la generación de un mayor valor público.

7.5.1.4.4 Dirección de Ingeniería y Desarrollo de Proyectos

El propósito central de esta dirección es: fomentar una gestión integrada y sostenible para el aprovechamiento eficiente del agua en la actividad agropecuaria, mediante la promoción, implementación y modernización de sistemas de captación, conducción, distribución y aplicación de agua de riego, orientados al logro de oportunidades de producción, incremento de la competitividad, la sostenibilidad y la adaptación al cambio climático. De la misma manera contribuir a resolver los problemas de drenaje de áreas con potencial productivo y aquellas expuestas a inundaciones, para garantizar un desarrollo rural integrado efectivo y el mejoramiento de la calidad de vida de las familias.

Adscritas a la Dirección de Ingeniería y Desarrollo de Proyectos se encuentran las unidades regionales. La función sustantiva de estas unidades es gestar proyectos, articular esfuerzos y coordinar acciones con otras entidades y organizaciones de productores para la consolidación y sostenibilidad de proyectos de riego, drenaje y protección contra inundaciones. La gestión de los proyectos institucionales se fundamenta en una visión integrada de los recursos y el respeto al ambiente y sus componentes. Indep cuenta con un equipo técnico interdisciplinario para apoyar la gestión de las regiones en preinversión y ejecución de proyectos.

Estas unidades regionales poseen un enfoque territorial-regional de cobertura bajo la metodología de gestión por proyectos territorialmente ubicados, promoviendo de manera transparente la participación, la articulación y el acceso democrático al agua y los recursos públicos.

El organigrama de esta Dirección se presenta en la Ilustración 7 7.

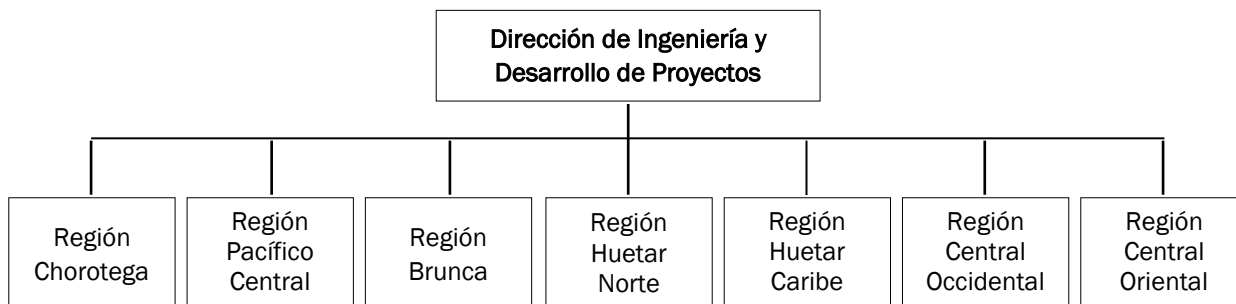


Ilustración 7 7. Organigrama de la Dirección de Ingeniería y Desarrollo de Proyectos

La cantidad de funcionarios distribuidos por dirección o unidad para el año 2018, se muestra en la Tabla 7 1.

7.6 Propuesta de reorganización Institucional

El Paacume se visualiza como un proyecto de desarrollo regional y nacional, y no simplemente como un proyecto de infraestructura, lo cual da especial relevancia a que sus objetivos centrales deben ser observados desde el prisma de su contribución al desarrollo social y económico de la región y de su capacidad para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes.

Es en ese sentido que el proyecto conlleva a la necesidad de establecer una propuesta de estructura organizacional institucional que fortalezca las capacidades y su adaptación a la atención de las nuevas propuestas de disponibilidad y eficiencia en el uso del riego, así como la necesidad de fortalecer su capacidad, en la integralidad de aspectos técnicos, financieros y humanos que permitan un nuevo comportamiento organizacional.

Esta propuesta de reorganización se plantea en dos momentos, una propuesta para la fase de ejecución del proyecto, la cual está planteada para un periodo de cinco años y la otra para la entrada en operación del proyecto.

7.6.1 Organigrama propuesto para la ejecución

El organigrama propuesto Ilustración 7 8, mantiene la forma original del diagrama aprobado por el Mideplan; es decir se trata de una estructura achatada con cinco niveles.

**SERVICIO NACIONAL DE AGUAS, RIEGO Y AVENAMIENTO
-SENARA-**

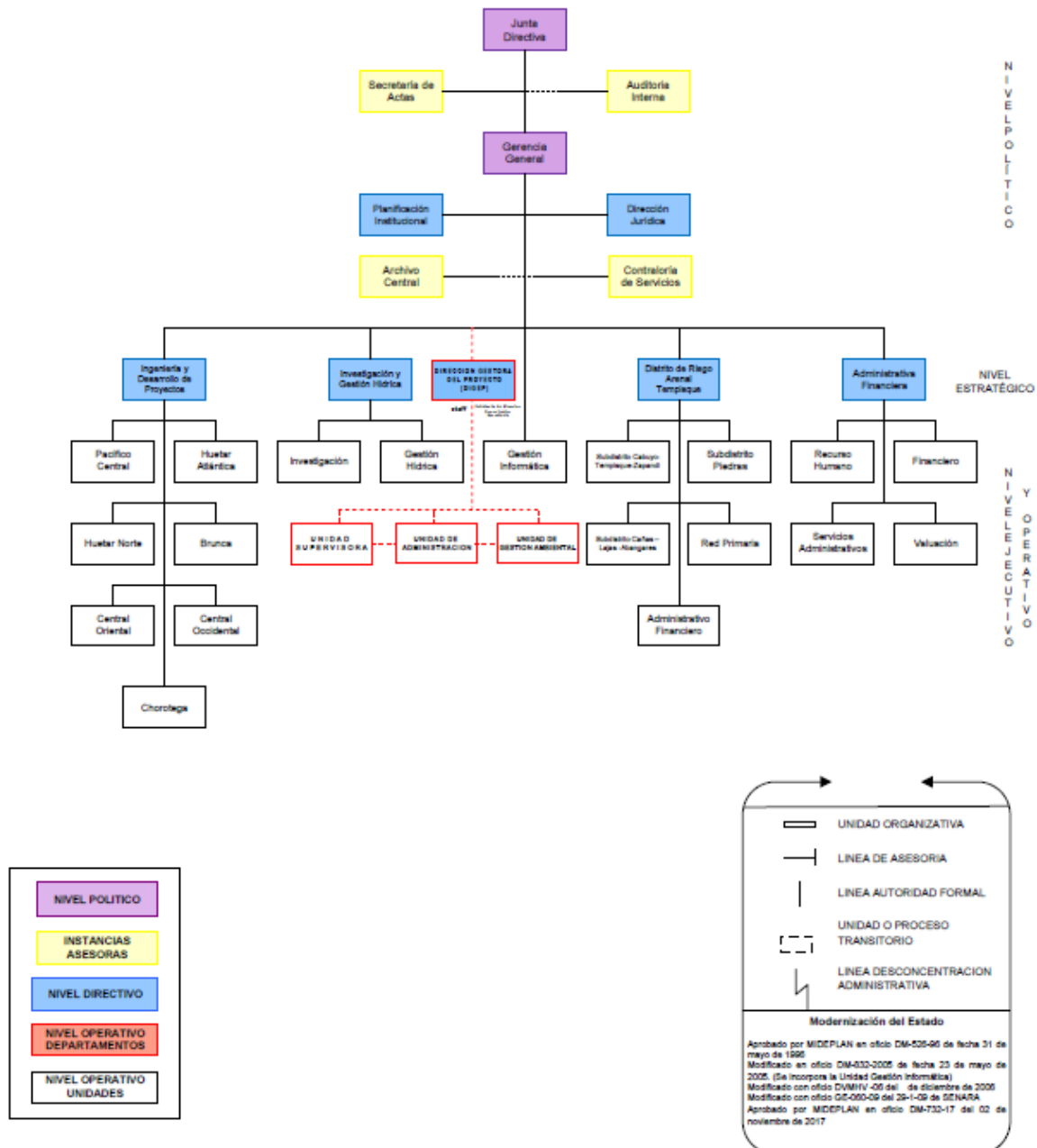


Ilustración 7 8. Organigrama propuesto para la ejecución

7.6.2 Principales cambios en la estructura y en los servicios

Para el caso específico de la ejecución de Paacume, no se prevé un cambio significativo en los servicios que presta la Institución en el DRAT; es decir, se tomarán las medidas necesarias para garantizar que el servicio de agua para riego y piscicultura, se continúe prestando de la forma en que se hace actualmente. Sin embargo, por razones totalmente técnicas, propias del proceso constructivo de las obras de Paacume, se podrían presentar periodos en los cuales el servicio suspenda o reduzca temporalmente.

En donde sí puede notarse una variante, es en el esquema o estructura para la ejecución del proyecto. Se parte de la creación dentro de la misma estructura operativa actual del Senara, de una unidad administrativa transitoria: a) la Dirección Gestora del Paacume (Digep) a nivel de Dirección, lo cual posibilita una estructura integrada al organigrama de la Institución.

La Digep por su condición jerárquica se mantiene invariable, dependiendo directamente de la Gerencia General, lo cual garantiza un manejo integrado con la organización existente.

La Digep tendrá una estructura o subdivisión interna por unidades, procesos y subprocesos para atender la etapa constructiva, la gestión ambiental del proyecto, así como las diferentes funciones y acciones requeridas para la ejecución del proyecto y el cumplimiento de los resultados esperados, y estará conformada por personal contratado por “Servicios Especiales”, así como personal incremental con recursos provenientes del ente financiador del proyecto, todos apoyados con las demás unidades operativas de la actual estructura del Senara.

La Digep será la encargada del planeamiento, dirección, articulación, organización, coordinación, evaluación, animación, asesoramiento y liderazgo del equipo interdisciplinario, encargado de la ejecución de diversos procesos profesionales, técnicos y administrativos que se ejecutarían para el proyecto, mediante la puesta en práctica de las políticas, normativa, directrices y métodos que regulan su campo de acción.

A nivel de la Digep se ubicarían las unidades de “Supervisión”, “Administración” y “Gestión Ambiental” y se apoyaría con un Equipo Staff conformado por un Asistente, una secretaria y un comunicador. Esa propuesta se presenta en la Ilustración 7 .



Ilustración 7 9. Organigrama de Digep

Las funciones que tendrá a cargo esa unidad son las siguientes:

7.6.2.1 Dirección Gestora del Proyecto

- Será responsable de la supervisión para el cumplimiento de los objetivos, tiempos y costos estimados en los requisitos contractuales que se establezcan en el Contrato de Préstamo con el Ente Financiero que proveerá el financiamiento del proyecto, así como del cumplimiento de las condiciones definidas en el Reglamento Operativo y las leyes nacionales.
- Ejercer apoyo técnico y supervisión a las Áreas y Direcciones existentes del Senara, en todas las actividades que se ejecuten asociadas al Proyecto.
- Formulación participativa y consensuada del Plan de Acción para los años de ejecución. Además: (i) coordinar para que en la preparación de los planes operativos institucionales (POI) que son presentados como parte del Plan Nacional de Desarrollo (PND) al Mideplan, a la Contraloría General de la República (CGR) y al Ministerio de Hacienda se incluyan las acciones anuales del Proyecto.
- Mantener una coordinación constante con el nivel directivo del Senara y el ente financiero sobre la ejecución del Proyecto.
- Preparar los informes de avance sobre el desarrollo del proyecto requeridos por la entidad financiera, por la Dirección de Crédito Público del Ministerio de Hacienda, por el Mideplan, así como por la Dirección Superior del Senara y de cualquier ente supervisor del gobierno que así lo requiera, como parte de la ejecución del proyecto.
- Mantener relaciones de coordinación y comunicación con entes e instituciones del gobierno y de los diferentes sectores y actores relacionados con el proyecto, para garantizar su ejecución conforme con los términos y los plazos establecidos en el contrato préstamo.
- Realizar las gestiones administrativas y alianzas necesarias ante los entes externos para la correcta ejecución del proyecto.

- Coordinar y realizar el proceso de comunicación interno y externo sobre la ejecución del proyecto.
- Definir la agenda y coordinar con la Gerencia la convocatoria al Consejo Técnico Institucional según la periodicidad establecida (o cuando sea necesario) para informar, coordinar, identificar, priorizar, consensuar y tomar decisiones para una correcta ejecución del proyecto.
- Elaborar el informe y documentos necesarios para realizar el cierre de ejecución del proyecto de acuerdo con lo establecido en el contrato préstamo y el Reglamento Operativo.

7.6.2.1.1 Unidad Supervisora

- Coordinar la ejecución técnica de las obras durante la construcción.
- Supervisión general de la obra durante el proceso constructivo, conforme con los términos de los contratos suscritos.
- Llevar un control fotográfico del avance de las obras.
- Proponer, analizar y consensuar criterios respecto a la aplicación de los procedimientos en las diferentes etapas de la construcción.
- Coordinar acciones con otros actores involucrados en el proyecto (Instituciones, comunidades entre otros).
- Realizar las mediciones y estimaciones de cantidades de obras ejecutadas y por ejecutar para efectos de facturación y elaboración de informes.
- Realizar el seguimiento y control de general de las contrataciones durante el proceso constructivo.
- Mantener el control adecuado los ajustes en los diseños de las obras y de las impresiones y archivo de los planos constructivos del proyecto.
- Participar en talleres y reuniones con actores involucrados en el proyecto (instituciones, comunidades, entre otros).
- Preparar los documentos de contratación para la construcción de las obras (términos de referencia y especificaciones técnicas).
- Realizar el análisis y la evaluación de las ofertas de todas las contrataciones que se lleven a cabo para la correcta construcción del Proyecto.
- Elaborar y gestionar las modificaciones de obra y adendas a las contrataciones para lograr el objeto de las mismas.
- Llevar el control financiero de las obras y de todo el proceso constructivo, conforme con el plan de pagos establecido
- Llevar el control físico de avance de las obras conforme con lo establecido en los cronogramas de trabajo aprobados
- Gestionar y verificar el control de calidad de las obras, conforme con lo que establecen las especificaciones técnicas y las técnicas de la ingeniería.
- Realizar las gestiones para el pago de las obras ejecutadas.
- Coordinar reuniones con los contratistas, la comunidad y el equipo técnico de trabajo.
- Recepción de obras ejecutadas conforme con los términos de la contratación.

- Elaboración de informes de avance físico y financiero y el informe final de construcción de las obras contratadas.
- Generar archivos digitales con la información recopilada en los levantamientos, visitas de campo, diseño, entre otras.
- Mantener actualizada la información de las bases de datos: topografía, avalúos y otros.

7.6.2.1.2 Unidad Administrativa

- Preparar y presentar las solicitudes de desembolsos con la debida justificación de gastos, así como la liquidación correspondiente una vez ejecutados los recursos de los mismos.
- Preparar y presentar a la entidad financiera para su no objeción, todos los procesos de contratación que se realicen para la ejecución del proyecto, conforme con lo establecido en las *“Normas para la aplicación de la política para la obtención de bienes, obras, servicios y consultorías”* de dicho ente.
- Supervisar las adquisiciones de bienes y servicios y contratación de servicios de consultoría y supervisión de todo el proyecto y asegurar que se empleen y cumplan los procedimientos y políticas del Ente Financiero
- En conjunto con la Distribución de Alimentos a Familias (DAF), mantener los registros de contabilidad del proyecto y preparar los estados financieros consolidados.
- Realizar los procesos de contratación y adquisición de bienes que se requieran para la ejecución del proyecto.
- Realizar los trámites de solicitudes de bienes y contrataciones para todas las adquisiciones de bienes y servicios que se requieran para el funcionamiento de la Dirección.
- Realizar y mantener actualizado el inventario de los bienes que se adquieran para utilización de las funciones que desempeñan los diferentes funcionarios en la Dirección.
- Elaborar el presupuesto anual de la Dirección tanto de los recursos operativos como los de inversión y llevar el control del mismo.
- Preparar los informes de presupuesto semestrales y realizar las modificaciones que se requieran durante cada ejercicio presupuestario.
- Atender los trámites legales que se requieran tanto en los procesos de contratación como en la ejecución de los contratos.
- Dar apoyo y asesoría legal a los trámites ambientales que se requieran y se lleven a cabo durante la ejecución del proyecto.
- Brindar apoyo y soporte administrativo a las demás unidades y a la Dirección.
- Revisar los términos de referencia de las consultorías, estudios, obras y de todos los procesos de contratación que se lleven a cabo para la ejecución del proyecto, así como efectuar el seguimiento, evaluación, supervisión y control de las mismas.

7.6.2.1.3 Unidad de Gestión Ambiental

- Gestionar, controlar y supervisar la ejecución del Plan de Gestión Ambiental aprobado para el Proyecto.
- Coordinación con instancias varias a nivel estatal y la empresa contratista la ejecución, seguimiento y cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental del proyecto (PGA).
- Custodia y elaboración de Bitácora Ambiental.
- Elaborar los Informes Ambientales para Setena y ente financiero.
- Generar sistemas de información geográfica que contemplen todos los aspectos relacionados con el proyecto, que permita un mayor control en la ejecución y en la toma de decisiones.

7.6.2.2 Constitución de la Dirección Gestora del Proyecto

La gestión y administración superior del proyecto, estará a cargo de una Dirección, con un(a) profesional con formación y con amplios conocimientos en administración o gerencia de proyectos de inversión pública, preferiblemente en materias hídricas y/o agrícolas y con experiencia comprobada en la gestión y administración eficiente de proyectos de inversión pública.

Esta Dirección responderá directamente a la Gerencia General del Senara y se designará mediante concurso de acuerdo con los procedimientos de contratación de personal internos.

Esta unidad ejecutora funcionará como una estructura mixta, que estará conformada con personal de la institución y contratado mediante plazas por “*Servicios Especiales*” y por personal contratado directamente por el Banco Centroamericano de Integración Económica BCIE, quien aportará los recursos para el financiamiento de dicho personal. La selección de este personal, se hará utilizando las “Normas para la aplicación de la Política para la Obtención de Bienes, Obras, Servicios y Consultorías” de dicho ente.

Para el caso del personal por “*Servicios Especiales*”, el cual se financiará con recursos del Gobierno mediante transferencia, se están considerando las 14 plazas con las que se dispone actualmente en el proyecto, por lo que esta estructura desde la conceptualización de la Digep, no representaría la creación de nuevas plazas para la institución, solo se realizarían cambios o modificaciones en los perfiles actuales, considerando las necesidades durante esta fase del proyecto.

En cuanto a la construcción de las obras, además, de la unidad de supervisión que como unidad ejecutora debe disponer el Senara, se contará con una empresa supervisora externa a la Digep, la cual será contratada con recursos provenientes del Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE).

7.6.2.3 Descripción del Personal requerido para la Dirección Gestora del Proyecto

Para la realización de las funciones que deberá cumplir la Digep, el director estará apoyado con un equipo Staff conformado por:

- Un Asistente profesional Experto en ingeniería agrícola o civil, preferiblemente con maestría en administración de proyectos, con experiencia comprobada en gestión y administración de proyectos de inversión pública.
- Un asistente de procesos de apoyo para atender todos los temas secretariales y de archivo.
- Un profesional Especialista en comunicación.

Además del Director (a) y el personal descrito anteriormente, la Digep estará conformada por el personal descrito en los cuadros siguientes y distribuidos en las tres unidades que la conforman, los cuales serán contratados con recursos de transferencia del estado por “Servicios Especiales” y con recursos del BCIE.

a) Unidad de Supervisión

Tabla 7 3. Distribución de plazas por grupos ocupacionales

Unidad de Supervisión	
Profesional	Formación
Coordinador general con formación en ingeniería agrícola o civil.	Preferiblemente con maestría en gerencia o administración de proyectos y experiencia en la ejecución de proyectos de inversión pública.
5 Ingenieros Civiles	Especialistas en geotecnia. Ingeniero civil encargado del control de calidad de obras. Ingeniero civil dedicado del control de órdenes de cambio de los contratos. Ingeniero Civil encargado de estimación de cantidades de obra. Ingeniero encargado de facturación y cálculo de reajuste de precios.
2 Ingeniero Agrícola	Encargados de labores de revisión de diseños en temas agrícolas.
2 Técnicos	Encargados del cálculo y dibujo arquitectónico.

b) Unidad de Administración

Tabla 7 4. Distribución de plazas por grupos ocupacionales

Unidad de Administración	
Profesional	Formación
Un coordinador general en administración	Administrador con conocimiento en gestión de proyectos de inversión pública, con conocimientos en procedimientos de contratación y administración de contratos.
Un profesional con formación en contaduría pública.	Profesional especialista con conocimientos en administración financiera, contable y presupuestaria del sector público.
Un profesional con formación en Derecho.	Profesional con experiencia en derecho administrativo y procesos de adquisición.
Un profesional con formación en administración.	Un profesional especialista en adquisiciones
TOTAL	4

c) Unidad de Gestión Ambiental

Tabla 7 5. Distribución de plazas por grupos ocupacionales

Unidad de Gestión Ambiental	
Profesional	Formación
Un coordinador general con formación en ingeniería agrícola, agrónoma, forestal.	Con experiencia y certificación de regente ambiental, con amplios conocimientos en temas ambientales y en el seguimiento y supervisión de planes de gestión ambiental.
Un profesional especialista con formación en Sociología.	Con experiencia en procesos de comunicación e inclusión social de las comunidades del área de la influencia del proyecto.
Un profesional especialista con formación en Biología.	Encargado de la reubicación de especies según lo establecido en el Plan de Gestión Ambiental.
Un cartógrafo.	Profesional con conocimientos en sistemas de información geográfica.



Unidad de Gestión Ambiental	
Profesional	Formación
4 profesionales con formación en: arqueología, ingeniería forestal, veterinario, salud ocupacional Tres técnicos para colaborar en el levantamiento de información de campo en apoyo a los profesionales en biología, sociología y forestal.	El veterinario se requiere para determinar el estado de salud de las especies reubicadas.
Total	11

Los 25 profesionales descritos en las tres unidades que conformarán la Digep, apoyarán al Director en la coordinación técnica y administrativa con todas las áreas de la institución y entes externos en el cumplimiento de todas las tareas que deberá ejercer esta Dirección y estarán distribuidos en: a) 10 funcionarios que serán contratados por la institución por “Servicios Especiales” y b) 15 funcionarios contratados por el BCIE.

Para el caso del personal institucional, este deberá ser contratado en un plazo no mayor a tres meses, posteriores a la contratación del Director(a) de la Digep, quien será el encargado de la selección y contratación del personal requerido y en el caso del personal por servicios profesionales contratado por el BCIE, se hará por etapas y con plazos acorde con la etapa de ejecución en la que se encuentre el proyecto.

7.6.2.4 Personal requerido por otras direcciones institucionales para la ejecución del proyecto.

Para la realización de las funciones de apoyo, conducción política y fiscalización que requiere la ejecución del proyecto, será necesario disponer en otras direcciones institucionales de 14 profesionales, los cuales estarán distribuidos en: a) 8 funcionarios contratados como personal institucional contratado por “Servicios Especiales” y b) 6 funcionarios contratados directamente por el BCIE.

Tabla 7 6. Personal para direcciones institucionales para la ejecución del proyecto

UNIDAD	REQUERIMIENTO
Servicios Administrativos	1 Profesional en adquisiciones
	1 Técnico en adquisiciones
FC	3 Técnicos en presupuesto y contabilidad
Auditoría	1 Profesional en Auditoría



UNIDAD	REQUERIMIENTO
Dirección de Investigación y Gestión Hídrica	1 Geólogo
	1 Hidrogeólogo
Dirección Jurídica	3 Profesionales abogados
	2 Técnicos en Derecho
Dirección de Planificación Institucional	1 Profesional en Planificación
Total	14

7.7 Costos asociados al ajuste de la estructura a nivel de planilla

7.7.1 Personal de apoyo de la Dirección Gestora del Proyecto

Para la realización de las funciones que deberá cumplir la Digep, como bien se mencionó anteriormente, esta Dirección funcionará como una estructura mixta. En ese sentido, en la Tabla 7 7, se detalla el costo a nivel de planilla del personal que será contratado por la institución por “Servicios Especiales”.

Tabla 7 7. Personal requerido para la Dirección Gestora del Proyecto (en colones)

Unidad	Requerimiento	Costo anual
Dirección Gestora del Proyecto (Digep)	1 Director	27.374.497,02
	1 Asistente de Procesos I	5.968.307,28
	1 Profesional Experto	16.944.758,52
	8 Profesionales Especialistas	121.119.981,6
	3 Coordinadores Generales	57.764.802,96
	Total	229.172.347,38

7.7.3 Personal adicional requerido en otras direcciones de la Institución para la ejecución del proyecto

Como apoyo a las funciones de la Digep en la ejecución del proyecto, será necesario disponer en otras direcciones institucionales, del siguiente personal:

Tabla 7 8. Personal adicional requerido por el Senara para atender el proyecto durante su ejecución (en colones)

Unidad	Requerimiento	Costo anual
Servicios Administrativos	1 profesional especialista	15.139.997,70
	1 técnico de procesos III	7.517.155,50
Financiero Contable	3 técnicos de procesos III	22.551.467,00
Auditoría Interna	1 profesional especialista	15.139.997,70

Dirección de Investigación y Gestión Hídrica	1 profesional especialista	15.139.997,70
Dirección Jurídica	1 profesional especialista	15.139.997,70
	Total	90.628.612,80

Conforme lo expuesto, en la Tabla 7 9, se resume el requerimiento de personal de acuerdo con la estructura propuesta para la fase de ejecución del Paacume a nivel de planilla.

Tabla 7 9. Resumen del personal requerido para la Ejecución (en colones)

Puestos	Plazas	Costo Anual
Director	1	27.374.497,02
Coordinador General	3	57.764.802,96
Profesionales Expertos	1	16.944.758,52
Profesionales Especialistas	12	181.679.972,40
Asistente de Procesos	1	5.968.307,28
Técnico en Procesos III	4	30.068.622,00
TOTAL	22	319.800.960,18

7.8 Costos asociados al ajuste de la estructura a nivel del BCIE

Debido a que la estructura está planteada bajo una estructura mixta, en la Tabla 7 , se resume el requerimiento de personal de acuerdo con la estructura propuesta para la fase de ejecución del Paacume a nivel de BCIE.

Tabla 7 10. Resumen del personal requerido para la Ejecución (en colones)

PUESTOS	PLAZAS	COSTO ANUAL
Profesionales Expertos	2	26.400.000,00
Profesionales Especialistas	12	147.000.000,00
Técnico en Procesos III	7	42.000.000,00
TOTAL	21	215.400.000,00

7.9 Mecanismos de articulación y coordinación

El mecanismo de articulación de la unidad ejecutora con las demás unidades administrativas será por medio de la planificación operativa y estratégica y la presupuestación institucional. Esto permitirá articular el Proyecto con los ejes estratégicos de la Institución por un lado y con los planes anuales operativos por el otro.

En relación con los mecanismos de coordinación, la Dirección Gestora del Paacume hará parte del Consejo Técnico Institucional; instancia en la cual se integrará al proceso de toma de decisiones colegiadas del Senara.

La ejecución del proyecto Paacume no conlleva la realización de tareas o funciones nuevas por parte de la Institución; sino que las mismas se enmarcan dentro de los objetivos institucionales establecidos en la Ley de Creación del Senara N° 6877 que se detallaron al inicio de este Apartado.

7.10 Organigrama propuesto del DRAT para la operación

Debido a que el proyecto Paacume, considera la utilización de las aguas del Embalse Arenal y una parte de la infraestructura existente en el DRAT para su ejecución y operación, éste se plantea como una extensión y mejoramiento de las obras de infraestructura ya existentes, para conducir el agua hasta la margen derecha río Tempisque, abasteciendo con riego los cantones de Santa Cruz, Nicoya y Carrillo, por lo que resulta indispensable la conformación de una nueva estructura organizativa que permita vincular adecuadamente la participación del Senara ante las nuevas demandas en el servicio de riego y a la atención de las nuevas propuestas de desarrollo de la región y al uso eficiente del recurso hídrico.

Para lo anterior, se plantea la necesidad de un nuevo organigrama (Ilustración 7 10), el cual refleja una forma más perfilada del DRAT, creándose un nuevo nivel ocupacional con tres unidades para procesos transversales. Se mantiene una línea operativa de corte jerárquico-territorial.

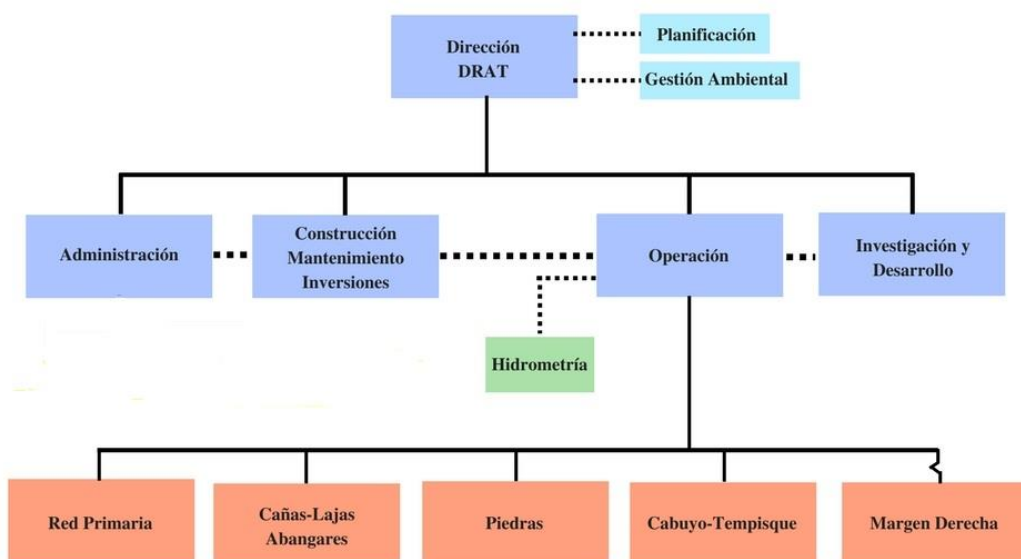


Ilustración 7 10. Organigrama propuesto para la operación del proyecto

7.10.1 Funciones por unidad

7.10.1.1 Dirección del DRAT

Liderar la planificación, organización, dirección, control, análisis de problemas, toma de decisiones y comunicación del Distrito y la gestión interinstitucional, así como de las relaciones con el entorno en el cual opera y funciona el distrito.

Funciones:

Planificación:

- Liderar la participación del equipo técnico del DRAT en el proceso de planificación de la institución, responsabilizándose por la adecuada incorporación y compatibilización en doble vía de lineamientos de nivel superior y de aquellos que reflejen las necesidades del DRAT.
- Establecer objetivos de largo, mediano y corto plazo del Distrito, consensuados con los de nivel central.
- Participar activamente en el diseño de las estrategias, análisis de tendencias y evaluación de la gestión.
- Representar al Senara en las instancias regionales definidas como mecanismos de vinculación interinstitucional, de acuerdo con las disposiciones vigentes.
- Participar activamente en la ejecución e implementación del Plan de Desarrollo asociado al proyecto y en la vinculación con las instituciones regionales y locales
- Promover e incentivar la identificación y ejecución de los Programas de Capacitación orientados a fortalecer las capacidades del personal asignado al DRAT.

Organización:

- Coordinar y revisar el funcionamiento de las distintas unidades operativas, en cuanto a la coherencia de acciones, cooperación y coordinación entre estas.
- Establecer canales de comunicación interna y externa efectivos y empáticos que maximicen el potencial de coordinación y cooperación del Distrito.

Control:

- Liderar el proceso de seguimiento diseñado en la institución, estableciendo las bases para activar el proceso de rendición de cuentas, tanto a nivel interno y externo, de acuerdo con la normativa constitucional vigente, con el propósito de enriquecer las estrategias y la mejora continua del quehacer del DRAT.
- Establecer los mecanismos de consulta y análisis que se correspondan con el propósito de mantener una adecuada capacidad de análisis del entorno, que

permita identificar aquellos elementos que facilitan o afectan negativamente el funcionamiento del Distrito.

- Establecer con el apoyo de Directores y encargados de unidades operativas, los registros que sean pertinentes para identificar y documentar los problemas que se detecten en el desarrollo de los procesos que se ejecutan en el DRAT y que afectan negativamente el funcionamiento del Distrito

Dirección:

- Dirigir los esfuerzos de todas y todos los funcionarios(as) del Distrito hacia el alcance de la visión, la ejecución de la misión, ejerciendo un adecuado liderazgo para asegurar la existencia de un clima institucional acorde con los valores compartidos.
- Liderar y canalizar los trabajos y productos obtenidos de los equipos técnicos asesores adscritos a la Dirección del DRAT.
- Establecer una instancia de coordinación a través del Consejo Técnico que permita promover la toma de decisiones basado en la articulación interna para la ejecución de los proyectos de la institución en la región y establecer lineamientos para las alianzas con el sector privado en esta materia.
- Proceder de manera oportuna y enérgica para tomar las decisiones que se requieren y mantener los cursos de acción.

Funciones específicas en el tema ambiental:

- Realizar los trámites para la obtención de permisos relacionados con la gestión ambiental que corresponden al ámbito de responsabilidades del DRAT, y elaborar los informes para presentación ante la Setena.
- Contribuir con la consecución de los planes y acciones ambientales liderando la incorporación del concepto de una adecuada gestión ambiental en las acciones que lleva a cabo el DRAT, en cumplimiento a su mandato institucional, especialmente en las tareas vinculadas al diseño, formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de proyectos.
- Elaborar estrategias y acciones para la prevención, atención y mitigación de potenciales riesgos ambientales.
- Representación y participación de la institución en la región, especialmente en los mecanismos de vinculación interinstitucional, con el fin de coordinar y participar en actividades para la adecuada gestión ambiental, así como el establecimiento de relaciones con entidades en el área de influencia (Sinac, Parques, reservas privadas, universidades, entidades-cámaras turísticas, entre otros) que logren compartir principios de aprovechamiento sostenible de los valores del DRAT más allá del riego.
- Evaluar propuestas para obtener acuerdos de cooperación, cartas de entendimiento y planes de trabajo en primera instancia, y luego mediante la propuesta y desarrollo de proyectos con recursos propios, compartidos con socios o

de cooperación, para acciones de gestión y sostenibilidad ambiental, asociados tanto a oportunidades en la sinergia con socios, como atendiendo posibles deficiencias e impactos en el medio.

- Elaborar procesos de gestión y conservación del recurso hídrico subterráneo.
- Elaboración de protocolos para el monitoreo y seguimiento del Embalse Río Piedras, pasos de fauna, protección de flora y fauna acuática.
- Liderar las labores de rescate y protocolos necesarios para las operaciones de limpieza y mantenimiento del Embalse.
- Realizar informes y modelos de distribución, así como el flujo de aguas subterráneas y la calidad de las mismas.

Tabla 7 11. Componentes de la dirección del DRAT

Área funcional	Unidad	Rol proyectado	Grado	Cantidad
DIRECCIÓN	Dirección	Director del DRAT	Director de Gestión de Redes y Sistemas	1
		Asistente Administrativo	Téc. Procesos 3	1
	Gestión Ambiental	Especialista en Gestión Ambiental	Prof. Especialista en Investigación	1
		Especialista en Biología	Prof. Especialista en Investigación	1
		Especialista en Hidrogeología	Prof. Experto en Gestión Hídrica	1
	Planificación	Especialista en Planificación	Prof. Especialista en Planificación	1

7.10.1.2 Unidad de Administración

Se define como la unidad encargada del planeamiento, articulación, organización y coordinación, evaluación y ejecución de los procesos de administración del transporte, administración de contratos, gestión tarifaria, gestión de procesos de contratación y licitación, gestión de cobro, proveeduría, manejo de la información contable, gestión del presupuesto y la gestión del talento humano, las cuales se ejecutan en el Distrito mediante la puesta en práctica de las políticas, normativa, directrices y métodos que regulan su campo de acción, cada proceso se detalla a continuación:

Análisis financiero: registro y manejo de la información contable que incluye la contabilidad financiera y de costos, análisis con énfasis en índices, parámetros, tendencias y proyecciones relacionadas al desempeño operativo y financiero, elaboración y seguimiento de la ejecución presupuestaria, normalización de procedimientos y procesos, elaboración y actualización del modelo tarifario, enlace con el sistema de información regulatoria (SIR) y la relación en general con el ente regulador (Aresep); liderar la normalización de procesos logísticos y operativos del DRAT, análisis de oferta y demanda del recurso hídrico, generar información sobre

unidades mínimas de producción de las cédulas identificadas en el DRAT, matrices de producción agropecuaria de mayor eficiencia económica, rendimientos, costos y utilidades por actividad económica dentro del distrito, definición y estructuración del ámbito de las relaciones comerciales según las particularidades de los clientes y su sector económico de origen; sea este agrícola, pecuario, agroindustrial, comercial o servicios. Diseño de las acciones de mercadeo que se requieran en el posicionamiento de la institución en su área de influencia, de manera que se identifique como una que agrega valor a la producción de la región.

Funciones:

- Coordinar y elaborar el diseño de un modelo para la estimación de costos por actividad para los procesos que desarrolla el DRAT, que permitirá suministrar información para ejercer un adecuado control administrativo y facilitar la toma de decisiones.
- Será responsable de las actividades orientadas a generar las matrices de producción agropecuaria mínimas rentables así como de mayor eficiencia económica por unidad de área, en lo referente a rendimientos costos y utilidades de producción dentro del distrito, con el propósito de incorporar en la base de datos del Sistema, los parámetros que servirán de base para análisis de condiciones de mercado, demanda de agua y otros que, junto a las estimaciones de Costos de los procesos del DRAT permitan orientar la toma de decisiones en sus operaciones.
- Participar en la definición de las necesidades de información requeridas para el montaje de los modelos de contabilidad de costos para cada uno de los procesos que se han identificado, así como del modelo de costos general, base para estimación de la tarifa de consumo de agua.
- Seguimiento a disposiciones, observaciones y recomendaciones emitidas por la Aresep, coordinando e implementando acciones tanto a lo interno como a lo externo de la Institución, con la finalidad de dar cumplimiento a lo establecido en la legislación ambiental y tarifaria vigente.

7.10.1.3 Servicios administrativos

En este proceso, se incluyen los siguientes subprocesos:

Transportes: será responsable del mantenimiento preventivo y correctivo, así como la gestión completa para la reposición de vehículos, maquinaria y equipos menores, manteniendo actualizado el inventario de éstos en la base de datos de transporte; en la cual también se registrará el movimiento de insumos (combustibles, lubricantes y repuestos), relacionado a boletas de retiro o adquisición, gastos efectuados e inventario actualizado. Además, será el responsable de la coordinación para la distribución y control de los vehículos, la maquinaria y los equipos menores según las solicitudes recibidas.

Proveeduría y bodega: será responsable de la gestión para la adquisición de todos los bienes y servicios que requiera el DRAT, administrar el almacenamiento y custodia de materiales, suministros que se encuentren en bodega y plantel, ingreso y despacho de bienes, control de inventario de activos fijos incluido mobiliario y equipos, registro y asignación de los códigos de contratación, custodia de los expedientes de contratación, controlar y administrar el registro de proveedores de la institución, formular invitación a oferentes según el registro de proveedores para participar en los diferentes procesos de contratación, dentro del sistema de compras públicas (SICOP).

Apoyo Jurídico: será responsable de la revisión y ajustes a todos los carteles de contratación, revisión de ofertas, elaboración y refrendo interno de contratos, elaboración y revisión de resoluciones relacionadas con los procesos de contratación, modificaciones al padrón de usuarios, declaratorias de nuevas áreas que se van a poner bajo riego, trámites de cobro judicial, asesoría en general sobre temas legales, tarifarios, revisión y ajustes a los diferentes reglamentos del DRAT.

TICS: Será responsable de velar por la disponibilidad, estado y actualización de los equipos (hardware) así como desarrollo y mantenimiento de los programas informáticos (software) que apoyen toda la gestión del distrito conforme a las políticas institucionales.

Elaborar y supervisar las diferentes bases de datos que se requieran (con grupos, cuentas de usuarios, ubicación de la propiedad beneficiada, identificación del usuario, caracterización del tipo de servicio), todo en directa vinculación con Gestión Informática de Senara y velando por la seguridad de esos datos -protección contra virus, accesos no deseados, realización de copias de seguridad a nivel del DRAT.

Supervisar, sugerir y/o analizar el software necesario en las unidades operativas del DRAT.

Vigilar el correcto funcionamiento de los programas instalados y organizar, coordinar /o llevar a cabo la instalación de Programas en los equipos informáticos. Realizar y mantener actualizado el inventario de las dotaciones TIC en el DRAT.

Tesorería: será responsable de pagos a proveedores, gestión de ingresos, administración de las garantías de participación y cumplimiento en los procesos de contratación, recuperación de incobrables, actualización y custodia de los expedientes auxiliares de los usuarios, custodia y manejo de la caja chica, generar los reportes de gastos e ingresos que se requieran, manejo y conciliación de las cuentas bancarias y de cuentas por cobrar, administración y gestión del padrón de cobro.

Asistentes administrativos: su esquema será poli-funcional para laborar en las oficinas de margen derecha, entre sus labores están manejo de caja chica, proveeduría básica y transporte; estos procesos estarán en línea y bajo la dirección de oficinas DRAT.

Tabla 7 12. Componentes de la administración

Área funcional	Rol proyectado		Grado	Cantidad
ADMINISTRACIÓN	Coordinación administrativa	Coordinador Administrativo	Coordinador especialista en Apoyo Administrativo	1
	Análisis Financiero	Contador financiero	Prof. General 2 en Finanzas	1
		Especialista Principal Analista Económico Financiero	Prof. Especialista	1
		Especialista Analista Económico Financiero	Prof. Especialista	1
		Contador de costos	Prof. General 2 en Finanzas	1
	Transporte y Maquinaria	Encargado de transportes	Prof. General 2	1
		Asistente de transporte	Asistencial 3	1
	Proveeduría	Encargado de proveeduría	Prof. General 2	1
		Asistente de proveeduría	Asistencial 3 en Apoyo Administrativo	1
	Apoyo Jurídico	Abogado Interno	Prof. Especialista	1
	Tecnología de información	Especialista en (TICs)	Prof. Especialista en Informática	1
	Auxiliar administrativo Comunidad	Auxiliar administrativo	Asistencial 3 en Apoyo Administrativo	2
	Tesorería	Tesorero	Prof. General 2 en Finanzas	1
TOTAL				14

7.10.1.4 Unidad de construcción, mantenimiento e inversiones

Le corresponde participar en la planificación estratégica del Distrito, elaborar la planificación operativa de la unidad, en la que se defina la organización de las actividades, su ejecución, mecanismos de control y evaluación de resultados relacionados con el mantenimiento, construcción y reconstrucción de obras. Gestionar y ejecutar los planes de inversión; participar en los procesos de contratación que le correspondan según la normativa del manual de procedimientos de contratación y administración de contratos, así como dar seguimiento a la ejecución de las obras y del mantenimiento en los sub-distritos.

Coordinación: Le corresponde la planificación operativa y estratégica, organización, puesta en ejecución, control y evaluación de los procesos de mantenimiento construcción y reconstrucción de obras.

Diseño, contratación y ejecución de obras: Diseñar e implementar los planes de mantenimiento preventivo y correctivo de la red de distribución, diseñar e implementar los planes de control de obras, establecer los planes de trabajo de maquinaria, equipo y personal a cargo de la unidad, diseño de normalización de procesos, mantener actualizada la base de datos de estructuras, definir la matriz de valores de recuperación o reposición de activos; tanto en relación a su vida útil como en relación a su valor de mercado, en caso de un cambio en el diseño o un cambio tecnológico, identificación y diseño de las inversiones tanto nuevas como reposiciones, elaboración y administración de los contratos según lo establece el manual de contratación.

Topografía: Realizar levantamientos topográficos para construcción y reconstrucción de obras y nuevos proyectos, además, realizar los cálculos topográficos y dibujo en general. Tendrán también que brindar apoyo a levantamientos topográficos para medición de áreas de riego en fincas, estudios catastrales y otras acciones inherentes a la actividad.

Labores de campo: realizar labores de mantenimiento menor de la infraestructura tales como canales, tomas, represas, caídas, compuertas, edificio y otros.

Tabla 7 13. Componentes construcción, mantenimiento e inversión

Área funcional	Unidad	Rol proyectado	Grado	Cantidad
MANTENIMIENTO y CONSTRUCCIÓN	Coordinador Construcción	Coordinador infraestructura DRAT	Coordinador Especialista	1
	Diseño contratación, ejecución	Coordinador de obras	Prof. Especialista	4
		Supervisor de obras	Asistencial 3	5
	Topografía	Topógrafo	Prof. Especialista	1
		Asistente topografía y dibujo	Asistencial 3	2
	Labores de campo	Operadores de maquinarias	Asistencial 3	2
		Labores de obra gris	Asistencial 2	2
		Labores de obra gris	Asistencial 2	2
		Equipos eléctricos/ electromecánicos	Asistencial 2	1
	TOTAL			20

7.10.1.5 Unidad de operación

A esta Unidad le corresponde participar activamente en la planeación estratégica del Distrito, elaborar la planificación operativa que defina la organización de las actividades, su ejecución, mecanismos de control y evaluación de resultados, relacionados a mantener actualizado el inventario de recurso hídrico en el área de influencia del proyecto, asignación de caudales entre las diferentes actividades según disponibilidad del recurso, elaboración y ejecución de los planes operativos de riego, medición de caudales y estimación de volúmenes, mantener actualizada la base de datos de operaciones en sus componentes y asumir la investigación y desarrollo del distrito en temas de optimización del recurso hídrico.

Hidrometría: Se encargará de la revisión y análisis de datos de consumo, clima, cultivo y edáficos; mantener actualizada la base de datos de operaciones con los datos anteriores, así como con datos del inventario hídrico y del Sistemas de Información Geográfica (SIG); estimación de necesidades hídricas, así como de los umbrales máximos y mínimos de consumo de los cultivos y del distrito en general; establecer, implementar y evaluar los métodos de medición y calibración de las estructuras y equipos, preparación de los planes operativos de riego, programar y ejecutar controles cruzados de mediciones de caudales en el campo, Realizar los análisis y juicios de las inconsistencias de medición y mantener actualizada la plataforma de información a los usuarios.

- **Red primaria:** Se encargará de la operación de las obras principales (presas, canales principales, estructuras mayores) para abastecer los diferentes subdistritos o sectores del DRAT de acuerdo al plan de operación y a la oferta de agua disponible para el sistema; mantendrá un contacto permanente con el complejo hidroeléctrico Arenal, con la Presa derivadora Miguel Pablo Dengo y con el Embalse Río Piedras para coordinar la oferta y demanda de agua. Medición de caudales en trasvases, tomas de canales principales, secundarios, en tomas parcelarias y en sitios de medición ubicados en los canales principales con su respectivo ingreso a la base de datos del DRAT. Debe velar por la correcta operación y distribución del agua en el sistema de riego en función del estado de los canales y de la infraestructura en general e informar cualquier situación atípica o daño a la Unidad de Mantenimiento.
- **Subdistritos:** Se encargará de la operación de las obras secundarias, terciarias y demás niveles inferiores para abastecer los requerimientos de los usuarios ubicados en los diferentes subdistritos o sectores del DRAT de acuerdo al plan de operación y a la oferta de agua disponible para el sistema; mantener una estrecha comunicación con el encargado de red primaria, la medición de caudales en tomas de canales secundarios, terciarios y de niveles inferiores, así como en tomas parcelarias y en sitios de medición ubicados en los diferentes canales con su respectivo ingreso a la base de datos del DRAT. Deben velar por la correcta

operación y distribución del agua en el sistema de riego en función del estado de los canales y de la infraestructura en general e informar cualquier situación atípica o daño a la Unidad de Mantenimiento.

Tabla 7 14. Componente de operaciones

Área funcional	Unidad	Rol proyectado	Grado	Cantidad
COMPONENTE OPERACIONES	Coordinación de operaciones	Coordinador operaciones DRAT	Coordinador especialista	1
		Asistente operaciones del Distrito	Prof. Especialista	1
		Canaleros	Téc. Procesos 3	2
	Red Primaria	Coordinador	Prof. Experto	1
		Operadores Embalse Piedra	Prof. Especialista	4
		Canaleros red principal	Téc. Procesos 3	3
	Sub Distrito Canas-Lajas-Abangares	Coordinador	Prof. Experto	1
		Asistente operaciones del Sub Distrito	Prof. Especialista	1
		Canaleros Sub Distritos	Téc. Procesos 3	8
	Sub Distrito Piedras	Coordinador	Prof. Experto	1
		Canaleros Sub Distritos	Téc. Procesos 3	6
	Sub Distrito Cabuyo Tempisque	Coordinador	Prof. Experto	1
		Canaleros Sub Distritos	Téc. Procesos 3	7
	Sub Distrito Margen Derecha Tempisque	Coordinador	Prof. Experto	1
		Asistente operaciones del Sub Distrito	Prof. Especialista	1
		Canaleros Sub Distritos	Téc. Procesos 3	15
	Hidrometría	Especialista en Hidrometría	Prof. Especialista	3
		Supervisor de red	Téc. Procesos 3	3
	TOTAL			60

7.10.1.6 Investigación y desarrollo

Esta unidad se encargará de planificar, promover y coordinar el desarrollo de líneas de investigación afines a la gestión integrada del recurso hídrico según las necesidades del DRAT, realizar la investigación y adaptación de las mejores tecnologías del uso de agua, identificación y transferencia de métodos eficientes de uso de agua, elaboración de parcelas demostrativas en el uso eficiente del recurso hídrico, recopilación de la información de campo relacionada a suelos, intenciones y fechas de siembra,

rendimientos, costos entre otros y su respectivo almacenamiento en la base de datos, la capacitación.

Gestionar e implementar acuerdos con organizaciones, universidades e instituciones nacionales e internacionales, con el fin de generar apoyos comunes en investigación aplicada a la producción con riego optimizando los recursos económicos y humanos, desarrollando la investigación en:

- Desarrollo de capacidades empresariales de los usuarios identificando las unidades mínimas de producción agrícolas y pecuarias y las matrices de producción de mayor rentabilidad para el usuario y para el distrito, así como proponer la organización de actividades de producción de forma que se aprovechen las estacionalidades de la producción, ventanas de mercado, nichos y necesidades insatisfechas,
- Investigación básica: que comprende aquellos estudios o trabajos originales que tienen como objetivo adquirir conocimientos científicos nuevos sobre el tema de la producción agropecuaria con agua en distritos de riego y gestión integrada del recurso hídrico.
- Investigación aplicada: parte de los trabajos originales desarrollados en la investigación básica, pero se llevan a la práctica mediante la aplicación de tecnologías en uso del agua, nuevas prácticas agrícolas y pecuarias, usos múltiples del agua, mejora de eficiencia, sistemas de riego, áreas demostrativas, planes piloto.

Además de lo anterior, a esta unidad le corresponderá:

- Asesorar y representar técnicamente al DRAT en la instancia de Coordinación y Dirección que se establezcan por ley para conducir los planes de desarrollo territorial en Guanacaste
- Programar y participar en reuniones con miembros de del Consejo Regional de Desarrollo (Coredes) y los Comité Directivos de los Consejos de Desarrollo Territorial en la Región, integrando las comisiones técnicas de seguimiento para la elaboración de los estudios de pre y factibilidad, así como de formalización y construcción de las obras de los proyectos, articulando esfuerzos y coordinando acciones para la consecución de los mismos.
- Asesorar técnicamente a organizaciones gubernamentales o no gubernamentales de la Región en los campos de acción del DRAT, hacia el manejo racional y protección de los recursos hídricos.
- Operar los mecanismos de vinculación técnica del DRAT con las instancias encargadas de integrar los esfuerzos de las instituciones públicas y privadas para la ejecución del Plan de Desarrollo asociado al proyecto.

Tabla 7 15. Componentes de Investigación y Desarrollo

Área funcional	Rol proyectado	Grado	Cantidad
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	Coordinador Investigación y Desarrollo	Coordinador Especialista	1
	Especialistas en Investigación y Desarrollo	Prof. Especialista	2
	Especialista en desarrollo áreas de riego	Prof. Especialista	1
	Asistente Investigación y Desarrollo	Téc. Procesos 3	5
	TOTAL		9

7.10.1.7 Estimación de Costos anuales del DRAT e incrementos estimados en Oficinas Centrales

Se estima que la estructura tendría un valor con cargas sociales de **1.334.845.781** colones por año; tal como se muestran en las Tablas 7 16 y 7 18 siguientes:

Tabla 7 16. Total, por área funcional del DRAT (En colones)

Área Funcional	Cantidad	Costo Mensual	Costo Anual
Administración	14	16.324.430	195.893.167
Dirección	6	9.301.220	111.614.644
Mantenimiento y Construcción	20	14.268.845	171.226.140
Operaciones	60	52.385.906	628.630.878
Investigación y Desarrollo	9	9.494.795	113.937.537
Total General	109	101.775.197	1.221.302.366

Fuente: Recursos Humanos, Senara

7.10.1.8 Necesidades de reforzamiento de personal en unidades de las oficinas centrales del Senara

Con la puesta en operación del proyecto en el DRAT, para atender las nuevas demandas en el servicio de riego como una condición importante para estimular el desarrollo socioeconómico de la región, dentro de un marco apropiado de disponibilidad y sostenibilidad del recurso hídrico, no solo se ha determinado la necesidad de un incremento de personal en el Distrito, sino que también, contempla el

reforzamiento de algunas unidades operativas en las Oficinas Central del Senara, principalmente en la Dirección Administrativa Financiera, que es la encargada del planeamiento, dirección, articulación, organización, coordinación, evaluación, asesoramiento y liderazgo del equipo interdisciplinario, encargado de la ejecución de diversos procesos profesionales, técnicos y administrativos como son: (recursos humanos, servicios administrativos y financiero) que se ejecutan tanto a nivel central como regional, mediante la puesta en práctica de políticas, normativas, directrices y métodos que regulan su campo de acción.

Tabla 7 17. Necesidades de reforzamiento en personal de las unidades de las oficinas centrales

Área funcional	Unidad	Rol proyectado	Grado	Cantidad
ADMINISTRACIÓN FINANCIERA	Financiero Contable	Técnico Contable	Téc. Procesos 3	1
		Profesional Contable	Prof. Especialista	1
		Técnico Asistente en Procesos de Presupuesto	Téc. Procesos 3	1
		Técnico Asistente Administrativo en Dirección Administrativa	Téc. Procesos 3	1
	Servicios Administrativos	Encargado Control de activos	Prof. General 2	1
		Encargado de Contratación Administrativa	Prof. Especialista	1
		Técnico en Servicios Administrativos	Téc. Procesos 3	1
	Tesorería	Técnico Especialista Financiero	Téc. Procesos 3	1
	Recursos Humanos	Técnico Recursos Humanos	Téc. Procesos 3	1
		Profesional Salud Ocupacional	Prof. Especialista	1
				10

Tabla 7 18. Estimación de nuevas plazas para reforzar unidades de las oficinas centrales

Área Funcional	Cantidad	Costo Mensual	Costo Anual
Unidad Financiera	4	3.347.430	40.169.164
Unidad de Servicios Administrativos	3	3.393.520	40.722.243
Tesorería	1	626.430	7.517.155
Unidad de Recursos Humanos	2	2.094.571	25.134.853
Total General	10	9.461.951	113.543.415

Fuente: Recursos Humanos, Senara

7.11 Valoración de riesgos institucionales del proyecto

Para Paacume se elaboró una matriz de riesgos del proyecto que incluyen factores políticos, legales, sociales, ambientales, institucionales y financieros utilizando la metodología SEVRI, con la cual se hace una clasificación cualitativa, se valoran los riesgos con base en las acciones aplicadas y se identifica la necesidad de implementar nuevas acciones (Ver anexo 7 1 y 7 2).

Adicionalmente para cuantificar cada uno de los riesgos identificados e incorporarlos a la evaluación financiera y económica-social del proyecto se elaboró la matriz de riesgos con enfoque multiamenaza y análisis probabilístico para cada uno de los escenarios (financiero y social) basada en la Metodología para el Análisis de Riesgos elaborada por el MIDEPLAN versión 2021 la cual se divide en dos grandes partes, la primera corresponde a la estimación del costo esperado de cada riesgo, mientras la segunda permite determinar el costo total esperado de todos los riesgos que podrían afectar al proyecto, la estimación del costo esperado de cada riesgo se realiza mediante el desarrollo de los componentes de identificación, cuantificación y valoración en forma determinística. A partir del uso de esta metodología se logró la cuantificación de los riesgos y su aplicación a la evaluación financiera, el los anexos 7 3 y 7 4 se detallan las matrices y sus resultados.

CAPÍTULO 8. FASE DE PREINVERSIÓN

En este apartado se detallan los distintos rubros y gastos realizados en la etapa de pre inversión para llevar a cabo los estudios de ingeniería conceptual y básica, el diseño hidráulico de todo el proyecto y los estudios medioambientales necesarios para la gestión del proyecto antes de su etapa de ejecución.

Durante el desarrollo de la fase de preinversión se evidenció la necesidad de contar con un equipo de trabajo a tiempo completo para atender los requerimientos del proyecto, por lo que se creó la Unidad Gestora de Paacume (UGEP) con el propósito de ejecutar procesos técnicos, ambientales, administrativos y operativos atinentes a esta fase, mediante la puesta en práctica de las políticas, normativa, directrices y métodos que regulan su campo de acción.

8.1 Estudios técnicos y ambientales

La revisión exhaustiva de los estudios preliminares tomados como base para elaborar el documento de factibilidad, permitió identificar la información complementaria pendiente de obtener a través de la elaboración de estudios de diversa índole, de modo que se origine una transición adecuada de la fase de preinversión a la fase de inversión del proyecto.

8.1.1 Estudios ambientales ejecutados

Mediante el Contrato Interadministrativo N°2016000011 para la prestación de servicios de Estudios ambientales, Ingeniería y Planeamiento del proyecto Embalse río Piedras en el marco del PIAAG, se llevó a cabo entre el 2016 y el 2021 el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental ante la SETENA en dos expedientes: D1-21601-2017-SETENA Proyecto Paacume y D1-20602-2017-SETENA Proyecto Tajo La Isla, que incluyó tanto la elaboración de los estudios, como el trámite administrativo dirigido a la obtención de las viabilidades ambientales.

Así mismo, mediante este convenio se realizaron las acciones para el trámite de la concesión minera que permitirá la Obtención de los materiales pétreos en el Tajo La Isla.

8.1.2 Estudios Técnicos ejecutados

Levantamiento topográfico con tecnología LiDAR: Se promovió la contratación de una empresa especializada para la ejecución del levantamiento LiDAR para un área de 400km² en la margen derecha de río tempisque.

Para el desarrollo de los planos del canal del oeste tramo II y III se contrató el servicio de dibujo y modelación en 3D para un total de 170 láminas de planta y perfil, así como estructurales.

Se realizó un modelo de aprovechamiento del embalse por medio de un estudio de Optimización del Recurso Hídrico en el Sistema de Riego Arenal Tempisque, en colaboración con la Escuela de ingeniería en Biosistemas de la Universidad de Costa Rica.

8.2 Compra de terrenos

Mediante el acuerdo N° 5951 tomado por la Junta Directiva del SENARA en su Sesión Ordinaria 763-19 del 29 de Julio de 2019, se dio la autorización para que la UGEP iniciara en la etapa de preinversión el proceso de adquisición de propiedades. Bajo esta autorización, el SENARA realizó la compra de propiedades de manera prioritaria de acuerdo con los fondos existentes, iniciando con los terrenos requeridos en la margen izquierda del Río Tempisque, que incluye el Canal Oeste y el embalse, en los cantones de Bagaces y Liberia. Por su parte, en la margen derecha del Río Tempisque se avanzó en la realización de planos de catastro y avalúos.

Al primer semestre del año 2021, el proceso de adquisición de propiedades en la margen izquierda del Río Tempisque se resume como lo muestra la tabla 8 1.

Tabla 8 1. Condición del proceso de adquisición de propiedades en la margen izquierda del río Tempisque.

Condición	Cantidad de planos	Área (Ha)
Propiedad Adquirida	16	714,80
Avaluó Aceptado	7	22,15
Avaluó preparado	15	762,49
Desafectación ambiental	1	113,10
En proceso de expropiación	28	466,95
Sin Avaluó	30	411,05
Total general	97	2490,54

Complementariamente, cabe señalar que se realizó un estudio catastral del Canal Oeste tramo III necesario para la preparación de la compra de los terrenos en ese sector.

En la ilustración 8 1 se presenta el mosaico de propiedades del embalse y el estado en que se encuentran en la actualidad.

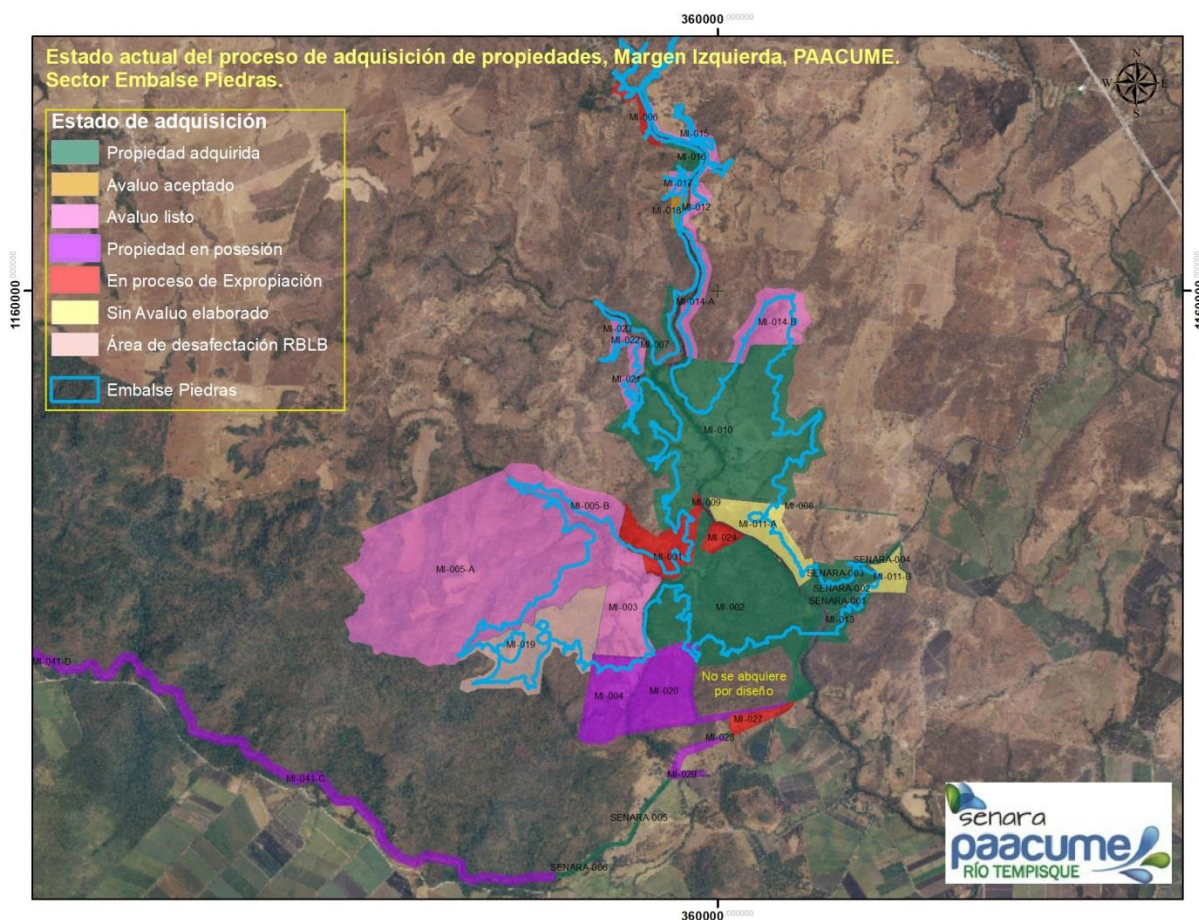


Ilustración 8 1. Adquisición de propiedades del sitio de presa en el PH Río Piedras.

En el anexo 8 2 se detalla el plan de adquisiciones, el estado de la optimización de los diseños y la reubicación de los servicios públicos.

8.3 Cronograma de preinversión

En la Ilustración 8 2 se muestra el cronograma que resume las actividades desarrolladas durante etapa de preinversión.

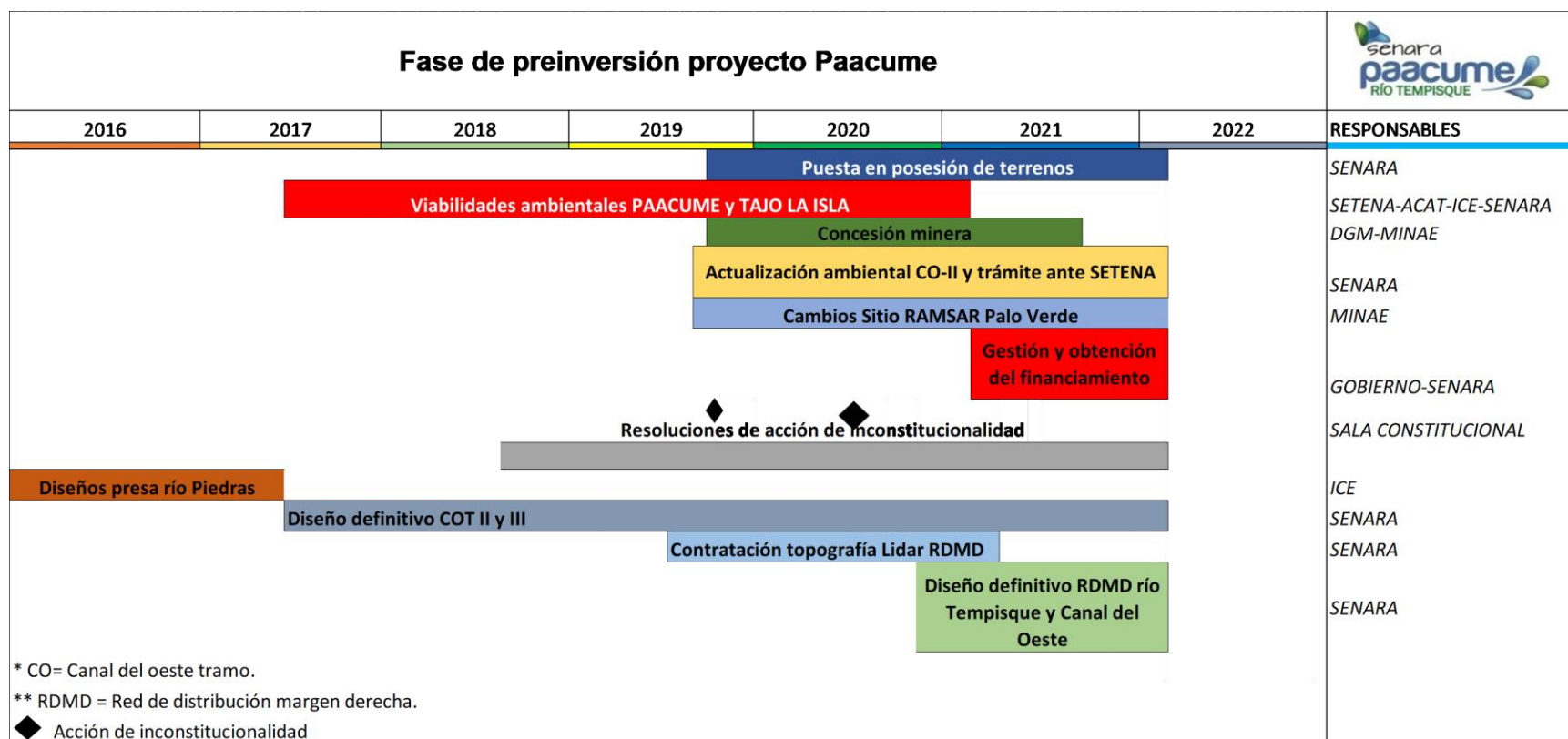


Ilustración 8 2. Cronograma de las principales actividades de la fase de preinversión.



8.4 Gastos ejecutados por la Unidad Gestora para el desarrollo del proyecto

Se incluye dentro de los gastos, los acumulados en estudios, compra de terrenos, estudios ambientales y estudios técnicos requeridos previo a la ejecución de las obras, además del componente operativo, que permite mantener el desarrollo de las actividades diarias de manera satisfactoria para contribuir con el cumplimiento de los objetivos planteados en esta fase.

Los gastos operativos se pueden dividir en gastos administrativos y generales, los cuales incluyen salarios, gastos de transporte, gastos de viaje, alquileres, mantenimiento, reparaciones, entre otros. Estos buscan darle operatividad al proyecto de una manera eficaz y eficiente, garantizando el adecuado proceso para la puesta en marcha del mismo, por lo que es necesario que se incluyan en el presupuesto de preinversión. En la tabla 8 2 se muestra el detalle de los gastos de preinversión y en el anexo 8 1 se presenta el desglose de cada uno de los rubros de gasto.

Tabla 8 2. Gastos ejecutados por la UGEP Paacume (CR ₡)

Gastos ejecutados por la UGEP PAACUME Del 2016 al 2021						
Detalle del Gasto	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Remuneraciones	₡40 203 471	₡180 958 310	₡246 258 401	₡57 925 278	₡112 214 082	₡161 445 953
Servicios	₡275 401 059	₡1 707 766 959	₡108 518 022	₡19 986 047	₡35 428 670	₡320 578 696
Materiales y suministros		₡4 755 759	₡6 085 520	₡544 139	₡3 537 347	₡10 760 000
Bienes duraderos	₡8 570 988	₡1 959 049	₡6 455 433	₡5 841 216	₡0	₡150 000
Indemnizaciones- Terrenos				₡761 686 761	₡1 640 473 102	₡90 000 512
Total de gasto	₡324 175 518	₡1 895 440 077	₡367 317 376	₡845 983 440	₡1 791 653 201	₡582 935 161

CAPÍTULO 9. EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA

9.1 Análisis Financiero del Proyecto

El objetivo de este análisis es evaluar financieramente el Proyecto de Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras con el fin de determinar la conveniencia del mismo para su puesta en marcha, valorando la inversión a ejecutar a partir del 2022, los costos de operación y mantenimiento del sistema y los ingresos esperados.

9.1.2 Costos del proyecto Etapa de ejecución

Los costos de Paacume en etapa de ejecución están contenidos, de acuerdo a su naturaleza, en 3 grupos, a saber: de inversión, operación y mantenimiento.

Las inversiones del proyecto se componen de las indemnizaciones de los terrenos para las diferentes obras de infraestructura, la construcción y llenado del Embalse río Piedras, el Mejoramiento y Ampliación de Canal Oeste, la construcción de la Red de Conducción y Distribución y adicionalmente se incluyen diversas acciones estratégicas, las cuales se han visualizado como fundamentales para el cumplimiento de los objetivos y de los impactos esperados del proyecto. Estas acciones contemplan la elaboración del Plan de Desarrollo, el Plan de Manejo del Embalse y Áreas Vecinas, la automatización de los sistemas, la remodelación del edificio actual del DRAT, la construcción de un nuevo edificio para el DRAT en la Margen Derecha del Río Tempisque, el costo de la estructura administrativa para la ejecución y el fortalecimiento institucional para la operación del proyecto.

La inversión en el equipamiento de la Casa de Máquinas para la potencial generación eléctrica no está contemplada en este análisis por 2 razones: la primera consiste en que esta no representa un elemento de injerencia directa para la actividad del riego, y la segunda está asociada a la necesidad de definir la viabilidad de su implementación, en cuyo caso sería requerido un convenio de generación en donde el operador, como parte de su inversión global, asuma la inversión en la Casa de Máquinas y la incorporación a la red.

Las inversiones se realizarán a lo largo de siete años y los costos de los estudios ambientales y de factibilidad no se toman en cuenta en el análisis ya que son considerados costos hundidos que fueron realizados en la etapa de preinversión.

Los costos totales de inversión corresponden a US\$ 457.797.288. Sin embargo, el SENARA ha realizado la compra de terrenos en la zona del embalse y el canal del oeste por un monto de \$3.979.150,28, siendo que las indemnizaciones actualmente

corresponden a un valor menor. En la Tabla 9 1 se muestra el detalle y cronograma de ejecución del proyecto a partir del año 2022.

Tabla 9 1. Costos de inversión del proyecto (en US\$)

Inversión	Año						
	1	2	3	4	5	6	7
Construcción de sitio de presa y embalse		\$7 981 601	\$36 059 733	\$35 917 204	\$36 202 261	\$14 965 502	
Construcción del canal del oeste			\$11 207 634	\$34 027 999	\$34 298 062	\$22 280 237	
Construcción de Red de Distribución				\$14 870 724	\$46 728 391	\$29 913 034	\$23 301 705
Red presurizada costa					\$6 617 369	\$3 267 840	\$22 654 955
Gestión y seguimiento ambiental		\$1 562 863	\$1 580 271	\$1 574 468	\$1 586 073	\$1 591 876	\$1 104 449
Compra terrenos Sitio de presa y embalse	\$5 669 405						
Compra de terrenos Canal del Oeste	\$1 231 280						
Compra de terrenos Red de distribución margen derecha	\$597 685	\$15 376 021					
Estructura de ejecución del proyecto	\$250 000	\$827 421	\$1 154 842	\$1 154 842	\$1 154 842	\$904 842	\$327 421
Auditorías y supervisión		\$1 180 883	\$2 361 766	\$2 361 766	\$2 361 766	\$2 361 766	\$1 180 883
Plan de Desarrollo			\$759 000	\$741 000			
Plan de manejo y áreas de embalse				\$750 000			
Equipamiento de pozos para monitoreo de aguas subterráneas				\$798 792	\$394 424		
Estudios previos a la construcción	\$116 167	\$1 727 825	\$1 213 024				
Imprevistos y escalamiento de costos		\$373 606	\$3 704 416	\$3 687 798	\$3 721 034	\$3 737 652	\$2 341 720
Total de Inversiones	\$7 864 536	\$29 030 220	\$58 040 685	\$95 884 592	\$133 064 223	\$79 022 749	\$50 911 132

9.1.1.1 Costos de operación

Los costos de operación del proyecto inician a partir del año 8 del ciclo de vida de Paacume y se extienden por los 23 años del horizonte de evaluación. El detalle de estos costos se encuentra en el capítulo técnico del presente estudio. Por su parte, el costo de operación del sitio de presa y embalse toma en consideración la integralidad del funcionamiento del sistema bajo el escenario en que se logre aprovechar el abastecimiento de agua para riego, para la generación de electricidad.

A continuación, se presenta un resumen de estos costos en la Tabla 9 2.

Tabla 9 2. Resumen de costos de operación anuales

Operación	Costo (US\$)
Sitio de presa y embalse	211.858,41
Canal Oeste	214.572,36
Red de distribución	588.680,92
Red presurizada	5.184.298,96
Monitoreo aguas subterráneas	117.302,82
Total	6.316.713,46

9.1.1.2 Costos de mantenimiento

Al igual que los costos de operación, se incurre en los costos de mantenimiento del proyecto al realizar actividades como, pero no limitadas a, control de malezas, limpiezas, reparaciones, pintura, mantenimiento de caminos, limpieza de sedimentos en Embalse y mantenimiento de compuertas. Estos costos varían a través de los 23 años de evaluación. En el Anexo 4 3 se observa un detalle de los costos de mantenimiento para cada uno de los componentes de infraestructura.

9.1.1.3 Ingresos del proyecto

Los ingresos del proyecto están determinados por tres fuentes de aporte o usuarios del servicio, a saber: tarifa de riego en el área agrícola, tarifa del agua a disposición del sector turístico y disponibilidad de agua para consumo (el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, ICAA, se encargará de su potabilización).

La estimación de los ingresos se determina a partir de 4 escenarios de evaluación modificando la variable tarifaria. En la tabla 9 3 se presenta un detalle de las tarifas utilizadas por escenario de análisis.

Tabla 9 3. Tarifas utilizadas por escenario de análisis (¢/m³)

Tarifas	Escenario No.1	Escenario No.2	Escenario No.3	Escenario No.4
	Vigente para ARESEP año 2022 ¢2,41/m³	Consultoría Catie ¢4,77/m³	Diferenciada Consultoría Catie (Agrop. /hum. ¢4,56/m³ y Turism. ¢9,49/m³)	Diferenciada Senara (Agrop. /hum. ¢11,53/m³ y Turism. ¢132,89/m³)
Riego	2,41	4,65	4,44	11,53
Agua Potable	2,41	4,65	4,44	11,53
Turismo	2,41	4,65	9,37	132,89

Los fundamentos técnicos para la determinación de las tarifas utilizadas en los escenarios 2 y 3 se encuentran en el documento Estimación Tarifaria DRAT-Margen Derecha incluido en el Anexo 9 1.

9.1.2.1 Ingresos por riego agrícola

Para realizar las estimaciones de los ingresos por riego agrícola se utilizó la propuesta realizada por el Catie, específicamente en los capítulos 5 y 6, Componente de desarrollo de modelos de fincas agrícolas y Desarrollo de modelos de fincas ganaderas respectivamente, estos datos dieron origen a las nuevas demandas de agua mensuales para las áreas de cultivos que se verán beneficiadas con el proyecto, y posteriormente se sumaron las demandas mensuales para obtener una demanda anual. Esta demanda se multiplicó por las diferentes tarifas consideradas. El detalle se observa en el Anexo 9 2 y el Anexo 9 3.

9.1.2.2 Ingresos por venta de agua para consumo humano

Se reservarán 2 m³/s para agua potable destinada para consumo humano, para un volumen de agua anual de 63.244.800,00 m³. El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados se encargará de su potabilización y llevarla a los usuarios finales. Para efectos del presente análisis se plantea el supuesto de que el servicio se brindará a partir del año 5 del inicio de operación del sistema y se incrementará paulatinamente hasta alcanzar el 100% de lo proyectado en el año 10. Para su estimación se utilizará la misma tarifa empleada para los usuarios de riego agrícola.

9.1.2.3 Ingresos por venta de agua para sector turismo

Se reservarán 1,5 m³/s para agua destinada al sector turismo. Esto representa un volumen de agua anual de 23.716.800,00 m³. Se plantea el supuesto de una incorporación del 50% de los usuarios al tercer año de inicio de la operación y un alcance del 100% de la proyección el año 5 de operación.

9.1.2.4 Ingresos por venta de electricidad

La configuración propuesta en el diseño de las obras de presa considera la construcción y puesta en marcha de una pequeña central hidroeléctrica, dado el potencial de dichas obras para generar un aproximado de 44,01 GWh.

De llevarse a cabo este desarrollo se podrían obtener ingresos para el proyecto de acuerdo con la capacidad de generación de la central. La estimación de este ingreso fue realizada por funcionarios del Instituto Costarricense de Electricidad en agosto del 2016 tomando en cuenta los caudales promedio mensuales y las tarifas vigentes para distribuidores de electricidad, puesto que se asume que esta energía deberá ser

comercializada por alguna entidad que tenga esta labor dentro de sus potestades. Cabe indicar que dicha estimación no fue incluida en el flujo financiero del proyecto.

Para el cálculo de la cantidad de energía, se toma en cuenta el volumen promedio turbinable mensualmente. Se debe aclarar que, aunque la producción media anual es potencialmente de 44,1 GWh, se debe considerar un 5% de indisponibilidad de la mini central por efectos de mantenimiento y salidas forzadas, lo que reduce la producción a 41,9 GWh. A esta cifra se le debe restar una merma de un 6% en la producción. Esta merma se debe a que normalmente los análisis de rentabilidad se realizan con caudales promedio mensuales y no promedios diarios. La experiencia muestra que los análisis mensuales tienden a sobrevalorar la producción energética en el orden de un 6%. Por lo tanto, la generación media anual es de 39,4 GWh.

Adicionalmente se toman en cuenta las horas en las que es más beneficioso económicamente colocar la energía generada (punta, valle y noche) para luego multiplicar por la tarifa correspondiente a esa hora. Debido a que Senara no tiene potestades para vender la energía directamente, tendría que hacerlo a través de un tercero, lo que necesariamente significaría una reducción en los ingresos mensuales percibidos por la generación de energía eléctrica. En el Anexo 7 4 se presenta el detalle de los ingresos por generación eléctrica. En el Anexo 9 4 se presenta el detalle de los ingresos por generación eléctrica.

Las tarifas utilizadas se muestran a continuación en la Ilustración 9 1, son las que conforman el pliego tarifario vigente para los distribuidores de energía:

- II. Fijar los precios de las tarifas para el servicio de generación que presta el Instituto Costarricense de Electricidad, tal y como se detalla (¢/kWh, ¢/kW y %, según corresponda):

ICE Sistema de generación		Estructura de Costos sin combustible	Tarifa (incluye CVC)	Tarifa (incluye CVC)	Tarifa (incluye CVC)	Tarifa (incluye CVC)
Categoría tarifaria	detalle del cargo	Rige del 01/01/2017 al 31/12/2017	Rige del 01/01/2017 al 31/03/2017	Rige del 01/04/2017 al 30/06/2017	Rige del 01/07/2017 al 30/09/2017	Rige del 01/10/2017 al 31/12/2017
Tarifa T-CB para ventas a ICE y CNFL						
Por consumo de energía (kWh)						
a. Energía Punta	cada kWh	46,59	46,66	47,60	46,86	46,75
b. Energía Valle	cada kWh	38,17	38,23	39,00	38,39	38,30
c. Energía Noche	cada kWh	32,41	32,46	33,11	32,60	32,52
Por consumo de potencia (kW)						
d. Potencia Punta	cada kW	2 471,27	2 475,22	2 524,90	2 485,60	2 479,67
e. Potencia Valle	cada kW	2 471,27	2 475,22	2 524,90	2 485,60	2 479,67
f. Potencia Noche	cada kW	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tarifa T-SD Ventas al servicio de distribución						
Por consumo de energía (kWh)						
a. Energía Punta	cada kWh	46,00	46,07	47,00	46,27	46,16
b. Energía Valle	cada kWh	37,67	37,73	38,49	37,89	37,80
c. Energía Noche	cada kWh	32,22	32,27	32,92	32,41	32,33
Por consumo de potencia (kW)						
d. Potencia Punta	cada kW	2 471,27	2 475,22	2 524,90	2 485,60	2 479,67
e. Potencia Valle	cada kW	2 471,27	2 475,22	2 524,90	2 485,60	2 479,67
f. Potencia Noche	cada kW	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tarifa T-UD Usuarios directos del servicio de generación						
Por consumo de energía (kWh)						
a. Energía Punta	cada kWh	0,054	0,054	0,055	0,054	0,054
b. Energía Valle	cada kWh	0,044	0,044	0,045	0,044	0,044
c. Energía Noche	cada kWh	0,039	0,039	0,040	0,039	0,039
Por consumo de potencia (kW)						
d. Potencia Punta	cada kW	2,875	2,880	2,937	2,892	2,885
e. Potencia Valle	cada kW	2,875	2,880	2,937	2,892	2,885
f. Potencia Noche	cada kW	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Ilustración 9 1. Pliego tarifario vigente para distribuidores de energía

Fuente: Aresep

9.1.4 Aspectos Presupuestarios del Proyecto

La evaluación del proyecto se desarrolla para un horizonte de análisis de 30 años. Las obras de inversión y ejecución del proyecto se dan en los primeros 7 años del proyecto y la tasa de descuento utilizada para la evaluación financiera desde la perspectiva institucional es del 8,31% que es la tasa oficial establecida por Mideplan para evaluación de proyectos de inversión pública.

El escenario número 1 se evalúa con la tarifa que estaría vigente el año 2022, de acuerdo con el pliego tarifario vigente por la Aresep cuyo detalle se muestra en la Tabla 9 4.

Tabla 9 4. Pliego tarifario vigente para el consumo agrícola.

Actividad	TARIFA (¢/m³)					
	Actual	2016	2017	2018	2019	2020
Arroz	1,73	1,82	1,96	2,11	2,26	2,41
Caña de Azúcar	3,26	3,00	2,85	2,70	2,56	2,41
Pastos	4,23	3,75	3,41	3,08	2,74	2,41
Papaya	3,60	3,27	3,05	2,84	2,62	2,41
Sandía	6,99	5,89	5,02	4,15	3,28	2,41
Cebolla	5,42	4,67	4,10	3,54	2,97	2,41
Cítricos	4,94	4,30	3,83	3,35	2,88	2,41
Algodón	3,72	3,36	3,12	2,88	2,65	2,41
Maíz	4,53	3,98	3,59	3,19	2,80	2,41
Piña	5,13	4,45	3,94	3,43	2,92	2,41
Piscicultura	N.D.*	2,33	2,35	2,37	2,39	2,41

Fuente: Aresep

- El escenario 2 y el escenario 3 corresponden a las tarifas definidas por la Consultoría del Catie en su Capítulo 3, Desarrollo de sistemas tarifarios y definición de tarifas hídricas; la primera corresponde a una tarifa única para todo el distrito en donde todos los sectores pagan lo mismo, la segunda tarifa propuesta corresponde una estructura que diferencia los distintos costos en que se incurre al llevar el agua a los diferentes sectores y por lo tanto se refleja en una tarifa diferenciada. El detalle de ambas propuestas tarifarias puede revisarse en el Anexo 9 1.
- El escenario 4 evalúa la rentabilidad del proyecto considerando una nueva tarifa definida por Senara de acuerdo a los costos e ingresos estimados para la presente factibilidad. Su detalle se presenta en el Anexo 9 5, Estructura Tarifaria del Proyecto Paacume.

9.1.5 Análisis Financiero

Los resultados del análisis financiero del proyecto se muestran en la Tabla 9 5 y en el Anexo 9 6 se encuentran los flujos financieros para cada escenario donde se precisan los detalles. Este análisis financiero incluye el costo total esperado de los riesgos, el cual fue obtenido del análisis de riesgos respectivo y se encuentra en el anexo 7 3.

Tabla 9 5. Indicadores financieros para Paacume (en US\$).

Tasa de descuento (%)	Indicador	Tarifa de agua (colones/m³)			
		2,41	4,77	Diferenciada Catie (Agrop. /hum. 4,56 y Turism. 9,49)	Diferenciada Senara (Agrop. /hum. 11,53 y Turism. 132,89)
6	VAN	-428.073.580,36	-412.045.496,15	-412.110.818,77	-327.434.641,02
	B/C	0,08	0,11	0,11	0,29
8,31	VAN	-394.739.458,82	-383.257.607,08	-383.338.784,29	-323.492.304,76
	B/C	0,05	0,08	0,08	0,22
10	VAN	-372.689.076,27	-363.555.137,02	-363.640.316,70	-316.518.341,76
	B/C	0,04	0,06	0,06	0,19
12	VAN	-349.040.971,38	-341.967.189,35	-342.052.283,39	-306.010.361,53
	B/C	0,03	0,05	0,05	0,15
TIR		-9,57%	-8,40%	-8,39%	-3,43%

Los indicadores de rentabilidad del proyecto muestran que no es un proyecto financieramente rentable. Su valor actual neto es negativo, así como su tasa interna de retorno. Su relación beneficio-costos tampoco supera la unidad. En general, se puede ver que la inversión inicial es muy fuerte y no es posible recuperarla en el tiempo restante.

9.1.6 Evaluación Financiera de la actividad agropecuaria

El Paacume, al ser un proyecto ejecutado por Senara, evalúa la rentabilidad para la institución de poner en marcha el mismo. Sin embargo, en congruencia con el cumplimiento de los objetivos planteados para el proyecto, se realiza una evaluación de las implicaciones y beneficios que la incorporación a la producción con riego significa para los productores.

Esta evaluación resulta de suma importancia para el Senara dado que determina estrategias institucionales y un insumo fundamental para la toma de decisiones. Su importancia radica en:

- Valida de manera preliminar la propuesta productiva planteada para el proyecto.
- Permite suponer el comportamiento de la rentabilidad de las diferentes actividades agropecuarias bajo los escenarios de tarifa considerados y así verificar el impacto de esas variaciones tarifarias en la capacidad de los usuarios para pagar el consumo de agua y por consiguiente en la de generar los ingresos esperados a Senara por recaudación de la tarifa.
- A partir de esta evaluación se logran estimar los beneficios y costos incrementales y así estimar los beneficios económicos de este componente para el país.

9.1.5.1 Áreas Mínimas Regables

Para realizar la evaluación de la factibilidad financiera de los productores se retoma el concepto de Áreas Mínimas Regables utilizado en la Prefactibilidad de Paacume. Este concepto surge ante la necesidad de estimar el área mínima que un productor debería desarrollar de cada una de las actividades propuestas en el plan de cultivos, de forma tal que, el flujo final de ingresos y egresos sea capaz de cubrir, como mínimo, la Canasta Básica Alimentaria Ampliada (CBAA), la cual acuña en su definición, además de la Canasta Básica Alimentaria (CBA), otros bienes y servicios no alimentarios tales como vestimenta, transporte, educación, salud y otros. Ver Prefactibilidad de Paacume, Evaluación Financiera y Económica, pág. 311.

Los parámetros bajo los cuales se definieron estas Áreas Mínimas Rentables en la Prefactibilidad, fueron retomados en el Capítulo 5 de la consultoría del Catie, en su Apartado número 6 (Anexo 9 2), en donde se estiman, además de las áreas mínimas que cubren la CBAA, las áreas mínimas que cubren el Gasto Promedio de los Hogares de Costa Rica (GPH) según lo estima el INEC para el año 2013.

Estos datos fueron utilizados por el Catie para definir Modelos de Finca Agrícolas que permiten confrontar las áreas mínimas rentables con el escenario actual donde se desarrollaría Paacume, es decir, con el tamaño de las fincas ubicadas en el proyecto.

9.1.5.2 Modelos de fincas agrícolas

De acuerdo a lo citado, en el capítulo 5 de la consultoría del Catie, se plantean dos modelos de finca agrícolas, el primero corresponde a los requerimientos de Área Mínima Rentable Regable en caso de que el productor desee sembrar un solo cultivo en su finca y en dos o más ciclos al año, dada la disponibilidad de riego. En cuanto al modelo 2, el mismo se propone para fincas en las que se desea obtener una rentabilidad compartida que es aportada por varios cultivos con varios ciclos al año y así tener más oportunidades de mercado y, por ende, mayor rentabilidad.

Algunos cultivos que pertenecen al mismo grupo botánico, como las crucíferas (repollo, brócoli y coliflor), tienen también un comportamiento agronómico similar en el campo; es decir, las distancias de siembra, el manejo del riego, las épocas de cosecha y el manejo post cosecha también es similar, por lo tanto, pueden aprovecharse los acondicionamientos de campo para cultivar estas especies en forma simultánea o secuencial según sean las oportunidades que ofrece el mercado.

La combinación de cultivos que puedan desarrollarse bajo el esquema de Modelo de Fincas Agrícolas 2, puede presentar las alternativas que el manejo agronómico y la demanda de mercado requiera, respetando los criterios de área mínima rentable. Este modelo puede ser particularmente interesante para fincas de pequeños productores de entre 5 y 10 hectáreas, y permitirá dinamizar la ocupación de mano de obra, así

como las capacidades para dar valor agregado a la producción, a medios de transporte y a la colocación de productos en diferentes puntos comerciales. El Modelo de Fincas Agrícolas 2, se ajusta a cualquier combinación de cultivos que se desee plantear según lo mencionado anteriormente, para cualquier tamaño de finca, toda vez que las áreas a sembrar cumplan con los requisitos de áreas mínimas rentables. Igualmente, no habrá límite para la cantidad de cultivos que el productor decida sembrar por año.

En la Tabla 9 6 y Tabla 9 7 se muestra un resumen de las hectáreas que requieren sembrarse de cada actividad para obtener los beneficios netos que cubran los gastos de la Canasta Básica Ampliada (CBA) y el Gasto Promedio de Hogares (GPH), respectivamente según lo establecido por INEC (2013), además de los ciclos desarrollados al año, sistema de riego utilizado y tamaño de las fincas recomendadas por el estudio realizado por el Catie.

Tabla 9 6. Áreas mínimas rentables regables para una finca con desarrollo de un solo cultivo al año, en al menos dos ciclos y su rentabilidad CBA.

Cultivo	AMRR (ha) CBA	Finca ideal CBA	Ciclos/año	Sistema riego
Aguacate	1,03	Más de 2 ha	1	Micro aspersión
Arroz	8,97	Más de 9 ha	2	Gravedad
Ayote	1,14	Más de 2 ha	2	Goteo
Brócoli	0,13	Más de 1 ha	4	Goteo
Camote	0,73	Más de 1 ha	2	Aspersión
Caña de azúcar	5,23	Más de 6 ha	1	Goteo
Cebolla	0,10	Más de 1 ha	2	Goteo
Cebollín	0,10	Más de 1 ha	3	Goteo
Chile dulce	0,29	Más de 1 ha	1	Goteo
Chile jalapeño	0,15	Más de 1 ha	2	Goteo
Cítricos	1,94	Más de 3 ha	1	Micro aspersión
Coliflor	0,20	Más de 1 ha	3	Goteo
Lechuga	0,13	Menos de 1 ha	4	Goteo
Maíz	0,37	Más de 2 ha	4	Goteo
Mango	0,69	Más de 1 ha	1	Micro aspersión
Melón	0,18	Más de 3 ha	2	Goteo
Nampí	2,90	Más de 3 ha	1	Aspersión
Pepino	1,25	Más de 3 ha	2	Goteo
Piña orgánica	0,52	Más de 5 ha	1	Aspersión
Repollo	0,24	Más de 1 ha	4	Goteo
Sandía	0,13	Más de 1 ha	2	Goteo
Tiquisque	0,67	Más de 1 ha	1	Aspersión
Tomate	0,29	Más de 1 ha	2	Goteo
Yuca	0,88	Más de 1 ha	1	Aspersión

Tabla 9 7. Áreas mínimas rentables regables para una finca con desarrollo de un solo cultivo al año, en al menos dos ciclos y su rentabilidad GPH.

Cultivo	AMRR (ha) CBA	Finca ideal GPH	Ciclos/año	Sistema riego
Aguacate	3,79	Más de 5 ha	1	Micro aspersión
Arroz	33,50	Más de 35 ha	2	Gravedad
Ayote	1,14	Más de 2 ha	2	Goteo
Brócoli	0,47	Más de 1 ha	4	Goteo
Camote	2,70	Más de 4 ha	2	Aspersión
Caña de azúcar	19,86	Más de 20 ha	1	Goteo
Cebolla	0,37	Más de 1 ha	3	Goteo
Cebollín	0,37	Más de 1 ha	3	Goteo
Chile dulce	1,08	Más de 2 ha	1	Goteo
Chile jalapeño	0,54	Más de 1 ha	2	Goteo
Cítricos	7,16	Más de 10 ha	1	Micro aspersión
Coliflor	0,74	Más de 1 ha	3	Goteo
Lechuga	0,49	Más de 1 ha	4	Goteo
Maíz	0,63	Más de 2 ha	4	Goteo
Mango	2,69	Más de 3 ha	1	Micro aspersión
Melón	0,66	Más de 3 ha	2	Goteo
Ñampí	6,48	Más de 6 ha	1	Aspersión
Pepino	4,59	Más de 5 ha	2	Goteo
Piña orgánica	1,93	Más de 5 ha	1	Aspersión
Repollo	0,87	Más de 1 ha	4	Goteo
Sandía	0,48	Más de 1 ha	2	Goteo
Tiquisque	2,45	Más de 3 ha	1	Aspersión
Tomate	1,7	Más de 2 ha	2	Goteo
Yuca	3,26	Más de 4 ha	1	Aspersión

9.1.5.3 Línea base del proyecto

La evaluación financiera de la actividad agrícola parte de una línea base que se refiere al uso que actualmente se le da al suelo en el área donde se pretende llevar a cabo el proyecto, y representa la situación sin proyecto, es decir, la situación en la que el Paacume no se llevaría a cabo Tabla 9 8. Esta línea de base fue brindada por el componente agrícola de la consultoría Catie (Anexo 9 2). El uso propuesto del suelo, corresponde básicamente a la distribución de los cultivos y modelos ganaderos propuestos por los otros componentes de la consultoría Catie, y refleja el uso futuro esperado del suelo bajo una situación con proyecto.

Tanto en la línea base como en el uso propuesto del suelo existe y se contempla un área para ganadería. A nivel de las fincas ganaderas existe un área destinada para la producción de bancos forrajeros, a la cual es a la que se le aplica riego, puesto que se cultivan pastos de corte para la alimentación del ganado. Pero también existe otra área que se destina para instalaciones y potreros, a los cuales no se les aplica riego. Entonces, el componente de sistemas ganaderos determinó que era factible destinar un área de 2.311 hectáreas para ganadería en la configuración propuesta del uso del suelo, de las cuales únicamente se van a regar 940 hectáreas, las que contendrían los bancos forrajeros.

Es por ello que en la Tabla 8.8 se presenta tanto el uso actual como el uso propuesto del suelo únicamente con las hectáreas que efectivamente estarán bajo riego, es decir sin incluir la parte en secano de ganadería. Mientras que en la Tabla 9.9 se muestran tanto el uso actual como el uso propuesto incluyendo el área de secano de la producción ganadera. Para efectos de la presente evaluación se utilizó el área total, es decir el que incluye todas las áreas bajo riego más el área de secano de ganadería, siendo ésta un área de 20.030,28 hectáreas. Se considera el área total debido a que, aunque el área de secano de las fincas ganaderas no tendrá riego, es un área en el cual se llevarán actividades que generan costos y beneficios para la ganadería y porque son parte integral de los modelos ganaderos que se están evaluando. Por otra parte, en ausencia de proyecto el área en secano tiene costos y beneficios relacionados a su uso actual, que son necesarios considerar al momento de calcular los incrementales del proyecto.

Tabla 9.8. Línea base y uso propuesto del suelo considerando únicamente áreas efectivas bajo riego.

Cultivo	Línea base (has)	Distribución propuesta (ha)
Aguacate	0	150
Arroz	1.381,82	1400
Ayote	0	175
Bancos forrajeros	0	752
Brócoli	0	11
Camote	0	100
Caña de azúcar	6.956,09	8.500
Cebolla	0	100
Cebollín	0	10
Charral	123,76	0
Chile dulce	0	90
Chile jalapeño	0	80
Cítricos	0	200
Coliflor	0	20

Cultivo	Línea base (has)	Distribución propuesta (ha)
Frutales	0	0
Lechuga	0	40
Maíz dulce	0	100
Mango	373,96	950
Melón	347,73	900
Ñampí	0	150
Pacas	975,79	2.930
Palma	18,13	0
Pastos y Forrajes	8.425,00	0
Pasto Estrella	0,00	188
Pepino	0	30
Piña orgánica	0	350
Repollo	0	30
Sandía	0	700
Sorgo	37,00	0
Tiquizque	0	210,28
Tomate mesa	0	150
Yuca	0	323
Totales	18.639,28	18.639,28

Tabla 9 9. Línea base y uso propuesto con el proyecto considerando áreas en secano de ganadería.

Cultivo	Línea base (ha)	Distribución propuesta (ha)
Aguacate	0	150
Arroz	1.381,82	1400
Ayote	0	175
Modelos ganaderos	0	2331
Brócoli	0	11
Camote	0	100
Caña de azúcar	6.956,09	8500
Cebolla	0	100
Cebollín	0	10
Charral	123,76	0
Chile dulce	0	90
Chile jalapeño	0	80
Cítricos	0	200

Cultivo	Línea base (ha)	Distribución propuesta (ha)
Coliflor	0	20
Frutales	0	0
Lechuga	0	40
Maíz dulce	0	100
Mango	373,96	950
Melón	347,73	900
Ñampí	0	150
Pacas	975,79	2930
Palma	18,13	0
Pastos y forrajes	9.816,00	0
Pepino	0	30
Piña orgánica	0	350
Repollo	0	30
Sandía	0	700
Sorgo	37,00	0
Tiquizque	0	210,28
Tomate mesa	0	150
Yuca	0	323
Totales	20.030,28	20.030,28

9.1.5.4 Rendimientos propuestos por hectárea

En Capítulo 2 de Análisis de Mercado, se incluye la Tabla 2 15 donde se indican los rendimientos esperados para cada cultivo, los mismos están expresados en toneladas por hectárea y a partir de estos se traducen a kilogramos, sacos o cajas, según la forma de comercializar cada cultivo en el mercado.

9.1.5.5 Precio de los productos

Otro de los elementos a tomar en cuenta corresponde al precio de venta de los productos, El mismo permite, junto con los rendimientos por cultivo, obtener el ingreso bruto por hectárea.

La determinación de precios se basa en el precio promedio anual de los cultivos de acuerdo a la base de datos de Cenada, posteriormente este precio promedio es multiplicado por el promedio de los índices de estacionalidad, también estimados por Cenada, de los meses en que efectivamente se va a vender cada producto.

Para esta evaluación, los precios nacionales utilizados provienen del Centro Nacional de Abastecimiento y Distribución de Alimentos (Cenada) del año 2016. Para los precios de los cultivos de exportación se utilizaron los datos que reporta la Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (Procomer) del periodo 2012 al 2017. Mientras que para los costos de los avíos se utilizaron diversas fuentes tales como la Liga Agrícola Industrial de la Caña de azúcar (Laica), Corporación Arrocería Nacional (Conarroz), Coopezarero y entrevistas a productores independientes.

En la evaluación financiera realizada por el Catie, se determinó que la rentabilidad del proyecto es muy sensible a la configuración del suelo que se proponga. Al incrementar significativamente la producción nacional como producto de estimular el crecimiento de las áreas en producción con fines de mercado nacional, se produce un incremento de la oferta que puede provocar como consecuencia una caída en los precios de los cultivos a nivel nacional. Como resultado se afectaría la rentabilidad del proyecto al disminuir los ingresos de los productores agropecuarios.

Bajo esta justificación, el Catie propone un plan de cultivos de manera tal que no se incremente las áreas destinadas para el mercado interno en más de un 20%, a excepción de los cultivos para exportación (melón, mango y sandía), ya que éstos se destinan casi en su totalidad al mercado internacional. Para ello se utilizaron los micro datos del Censo Agropecuario del INEC del 2014, como base para determinar el total de hectáreas plantadas por tipo de cultivo que van destinadas a la venta en el mercado interno. Con base a dicho indicador, la cantidad de hectáreas propuesta para cada uno de los cultivos, no incrementa excesivamente las hectáreas plantadas a nivel nacional, con lo cual se asume que no habrá un exceso en la oferta de dichos productos a nivel nacional.

Un aspecto que contribuyó al objetivo de no incrementar el área de forma excesiva fue la amplia diversificación en la propuesta agrícola realizada por la consultoría (25 actividades productivas) lo que contribuyó a que los incrementos esperados no se concentraran en unos pocos cultivos.

Por tales motivos la evaluación con insumos de la consultoría Catie y por ende este documento de factibilidad, presenta únicamente un escenario con precios constantes de mercados fijos.

9.1.5.6 Ingresos

Los ingresos resultan de multiplicar el área estimada de cada cultivo, número de cosechas, rendimientos y el precio de venta por unidad comercial. La combinación de los factores citados, permite obtener los ingresos esperados para cada una de las actividades propuestas. Los ingresos esperados pueden observarse en la Tabla 9 10 se muestra a continuación:

Tabla 9 10. Ingresos estimados para el Plan de Cultivos propuesto, 2017

PRODUCTO	PRECIO (¢)	RENDIMIENTO		CICLOS AL AÑO	INGRESO (¢/ha)
		(unidad)	(Por ha)		
Pacas de forraje	2.000	paca	900,00	2	3.600.000,00
Cebolla	750	kg	30.000	3	67.500.000,00
Camote	556	kg	9.282	2	10.328.638,32
Camote exportación	466	kg	1.638	2	1.526.774,78
Sandía	432	kg	20.000	2	17.283.600,00
Sandía exportación	227	kg	20.000	2	9.098.980,60
Yuca	333	kg	19.550	1	6.511.323,00
Yuca exportación	389	kg	3.450	1	1.341.485,06
Ñampi	459	kg	10.625	1	4.876.875,00
Ñampi exportación	522	kg	1.875	1	979.277,84
Brócoli	625	kg	18.000	4	45.000.000,00
Chile dulce	1225	kg	24.000	1	29.391.360,00
Chile jalapeño	550	kg	60.000	1	33.000.000,00
Tiquisque	544	kg	12.750	1	6.937.657,50
Tiquisque exportación	504	kg	2.250	1	1.133.344,65
Maíz	95	unidad	64.000	4	24.192.000,00
Maíz exportación	1.102	kg	3.200	4	14.102.403,80
Melón	565	kg	1.250	2	1.412.000,00
Melón exportación	280	kg	23.750	2	13.289.714,67
Arroz	22000	saco	69	2	3.036.000,00
Coliflor	376	kg	23.000	3	25.916.400,00
Cebollín	550	kg	25.000	3	41.250.000,00
Lechuga	521	kg	16.900	4	35.219.600,00
Tomate	650	kg	23.750	2	30.875.000,00
Tomate exportación	616	kg	1.250	2	1.539.919,69
Pepino	268	kg	1.900	2	1.018.400,00
Pepino exportación	362	kg	17.100	2	12.365.020,30
Piña orgánica	208	kg	24.000	1	4.993.200,00
Piña orgánica exportación	299	kg	56.000	1	16.732.170,49
Aguacate	1216	kg	8.750	2	21.288.400,00
Ayote	206	kg	8.000	2	3.288.000,00
Ayote exportación	213	kg	32.000	2	13.654.342,74
Repollo	209	kg	30.000	4	25.131.600,00
Limón	586	kg	7.600	1	4.453.600,00
Limón exportación	531	kg	400	1	212.364,74
Mango	450	kg	5.400	1	2.430.000,00

PRODUCTO	PRECIO (₡)	RENDIMIENTO		CICLOS AL AÑO	INGRESO (₡/ha)
		(unidad)	(Por ha)		
Mango exportación	434	kg	12.600	1	5.463.300,19
Caña de azúcar	177	kg	9.000	1	1.588.500,00
Caña de azúcar exportación	301	kg	1.000	1	300.963,74

9.1.5.7 Costos de producción

Para el presente análisis, los costos de producción se dividieron en 3 rubros, a saber: Labores (manuales y de maquinaria), Insumos y Otros, este último contiene, especialmente, fletes o algún monto de imprevistos. La fuente para recolectar los datos corresponde a los avíos de los cultivos realizados por Senara, el MAG y estudios realizados por estudiantes o profesionales de universidades como el Instituto Tecnológico de Costa Rica y la Universidad EARTH. Los mismos se resumen a continuación en la Tabla 9 11.

Tabla 9 11. Estimación de costos por para el Plan de Cultivos propuesto. 2017.

Producto	Rendimiento		Ciclos al Año	Costo/ha (₡/ha)
	(Unidad)	(Unidad/ha)		
Pacas De Forraje	Paca	900,00	2	1.920.365,77
Cebolla	kg	30.000	3	27.551.700,45
Camote	kg	9.282	2	6.598.640,97
Camote Exportación	kg	1638	2	0,00
Sandía	kg	20.000	2	6.829.012,25
Sandía Exportación	kg	20.000	2	0,00
Yuca	kg	19.550	1	3.205.824,10
Yuca Exportación	kg	3.450	1	0,00
Ñampi	kg	10.625	1	3.031.280,92
Ñampi Exportación	kg	1.875	1	0,00
Brócoli	kg	18.000	4	15.971.147,87
Chile Dulce	kg	24.000	1	15.619.828,88
Chile Jalapeño	kg	60.000	1	9.101.790,93
Tiquisque	kg	12.750	1	2.444.541,14
Tiquisque Exportación	kg	2.250	1	0,00
Maíz	Unidad	64.000	4	8.787.455,46
Maíz Exportación	kg	3.200	4	0,00
Melón	kg	1.250	2	7.837.964,89
Melón Exportación	kg	23.750	2	0,00
Arroz	Saco	69	2	2.214.934,10

Producto	Rendimiento		Ciclos al Año	Costo/ha (¢/ha)
	(Unidad)	(Unidad/ha)		
Coliflor	kg	23.000	3	7.628.356,86
Cebollín	kg	25.000	3	5.944.029,25
Lechuga	kg	16.900	4	7.926.761,14
Tomate	kg	23.750	2	18.922.344,75
Tomate Exportación	kg	1.250	2	0,00
Pepino	kg	1.900	2	6.675.988,01
Pepino Exportación	kg	17.100	2	0,00
Piña Orgánica	kg	24.000	1	8.830.867,36
Piña Orgánica Exportación	kg	56.000	1	0,00
Aguacate	kg	8.750	2	9.296.169,54
Ayote	kg	8.000	2	4.490.179,79
Ayote Exportación	kg	32.000	2	0,00
Repollo	kg	30.000	4	9.304.475,49
Limón	kg	7.600	1	2.293.557,85
Limón Exportación	kg	400	1	0,00
Mango	kg	5.400	1	2.595.449,60
Mango Exportación	kg	12.600	1	0,00
Caña De Azúcar	kg	9.000	1	851.019,45
Caña De Azúcar Exportación	kg	1.000	1	0,00

9.1.5.8 Indicadores de Rentabilidad para la evaluación a los productores

A continuación, se presentan los resultados para Tabla 9 12, la cual representa la rentabilidad para los productores que significa la implementación del riego.

Tabla 9 12. Indicadores financieros para los productores de Paacume para las tarifas propuestas por Senara (en US\$)

VAN	339.007.620,71	255.522.758,52	194.559.701,06	149.329.239,93
TIR	43%			
B/C	1,47	1,44	1,40	1,36
tasa de descuento	10	12	14	16

Se puede observar que los resultados son positivos para diferentes tasas de descuento utilizadas.

9.2 Análisis económico

Este Apartado se desarrolla a partir del estudio realizado por el Centro de Gestión Ambiental en Ingeniería y Construcción del ICE en cumplimiento de los requerimientos del EsIA de Paacume, el documento de Prefactibilidad de Paacume y el capítulo 4 de la consultoría del Catie “Análisis de rentabilidad y evaluación económica y social”. A partir de estos documentos, se hicieron actualizaciones en presupuestos, ajustes en las estimaciones, inclusión o exclusión de beneficios y costos económicos y por último el recalcado de indicadores e interpretación de los resultados obtenidos.

Debido a que Paacume es una inversión de recursos públicos escasos, es necesario evaluar si los beneficios socioeconómicos y ambientales de esta inversión son mayores que sus costos. La evaluación económica y social del proyecto aportará un fundamento técnico para decidir si la inversión es aceptable desde el punto de vista de la sociedad costarricense. Más allá de un análisis de rentabilidad meramente comercial en el que solamente se contabilizan los beneficios y costos del proyecto que recaen sobre Senara, el análisis en este capítulo contempla las distorsiones existentes en la economía costarricense y utiliza precios corregidos para reflejar los verdaderos costos de oportunidad de los recursos. Además, el análisis reconocerá la ausencia de algunos mercados y por ende la presencia de posibles externalidades causadas por el proyecto. Esta evaluación también tomará en cuenta la diferencias entre las estructuras de precios que existen entre el ámbito doméstico e internacional. En general, este capítulo busca medir el impacto del Paacume en un sentido amplio y no solamente desde la perspectiva de Senara.

9.2.1 Metodología general

Los pasos básicos que se aplicarán para realizar la evaluación económica y social del proyecto son:

- Identificar costos y beneficios directos a precios financieros considerando la situación con y sin proyecto desde la perspectiva de Senara;
- Identificar los costos y beneficios directos a precios económicos o corregidos por distorsiones, considerando la situación con y sin proyecto desde la perspectiva de los beneficiarios del proyecto y la sociedad costarricense en general;
- Hacer un inventario general de las externalidades/impactos indirectos del proyecto;
- Sumar el costo/beneficio de las externalidades cuando sea posible valorarlas
- Hacer recomendaciones

A continuación, se explica el método seleccionado para homologar precios de bienes y servicios transados a nivel internacional y domésticos, así como el tratamiento de las externalidades en el estudio.

9.2.1.1 Métodos de UNIDO y Little y Mirrlees/Squire Van Der Tak (LMST) o precios de frontera

Existen dos opciones homologar precios de bienes y servicios que se transan a nivel internacional y los que no son transables. La diferencia básica entre ambas es el uso del numerario o set de precios que se utilizarán en el análisis. El método UNIDO (United Nations International Development Organization) utiliza la estructura de precios domésticos para valorar los beneficios y costos de los proyectos, mientras que el método Little y Mirrlees/Squire Van Der Tak (LMST) utiliza los precios internacionales o precios de frontera como numerario.

Este capítulo utiliza los precios de frontera como unidad de cuenta para estimar todos los beneficios y costos económicos del proyecto. El procedimiento para convertir a precios de frontera y factores de conversión se muestran en la Tabla 9 13 y 9 14.

Tabla 9 13. Procedimiento para convertir costos y beneficios

Concepto	Utilizando precios de frontera
Bienes comercializables	Precio de frontera
Bienes no comercializables	Precio doméstico corregido para distorsiones multiplicado por factor de conversión estándar
Mano de obra calificada	Precio doméstico calculado a costo de oportunidad multiplicado por el factor de conversión estándar
Mano de obra no calificada	Precio doméstico calculado a costo de oportunidad multiplicado por el factor de conversión estándar

Fuente: <https://www.adb.org/sites/default/files/page/149401/conversion-economic-prices-2014.pdf>

Tabla 9 14. Factores de conversión a precios de frontera.

Tasa Social de descuento	8,31%
Divisa	1,0645
Factor de conversión estándar	0,9394
Mano de obra calificada alta	0,947
Mano de obra calificada media	0,971
Mano de obra no calificada	0,94
Bienes transables	1
Bienes no transables	FC específico dependiendo del bien

Fuente: Estudio de Impacto ambiental de Paacume con base a datos de MIDEPLAN. Tratamiento de las externalidades.

Las externalidades son costos y beneficios de proyectos que no entran dentro del cálculo de los tomadores de decisiones (Zhang *et al.*, 2015). Esto es un tipo de ineficiencia y sucede por fallas de mercado, es decir no hay mercado para el insumo o producto en cuestión y por ende no hay precio de mercado para valorar su costo o

beneficio (Campbell and Brown, 2003). En general las externalidades son costos (o beneficios) impuestos sobre individuos o la sociedad que no son pagados por el productor o consumidor de los bienes/servicios del proyecto en cuestión. Las consecuencias pueden ser positivas o negativas, pero no entran dentro de la contabilidad y estados financieros de un proyecto.

La internalización de externalidades o su contabilización resulta tan necesaria para la evaluación económica como lo es la aplicación de precios sombra para corregir distorsiones de mercado (Campbell and Brown, 2003). Existen varias técnicas para la valoración de mercado de las externalidades y su incorporación en la evaluación económica. En esencia la mayoría se centran en descubrir las preferencias de las personas expresadas en la disponibilidad a pagar por bienes y servicios ambientales (Söderholm and Sundqvist, 2003). Sin embargo, no siempre es posible ponerles un valor a todas las externalidades. Esta limitación obliga a mencionar las externalidades y describirlas de manera cualitativa para analizarlas dentro del contexto del proyecto. En este estudio algunas externalidades serán cuantificadas y monetizadas mientras que otras se mencionarán y describirán. La ausencia de precio no significa que la externalidad no sea importante o que no se deba tomar en cuenta en la toma de decisión.

Finalmente, es necesario aclarar que a pesar de las externalidades negativas que potencialmente pueda causar un proyecto, en la actualidad ya es rutinario para la mayoría de proyectos incluir dentro de sus costos una serie de buenas prácticas ingenieriles diseñadas para corregir estos impactos (Ranasinghe, 1994). Además, en países como Costa Rica existe una legislación ambiental que prohíbe que los proyectos causen ciertas externalidades sin que las mismas sean evitadas, compensadas o mitigadas de alguna forma. Por lo tanto, se les exige a los proyectos incluir dentro de sus costos las medidas para evitar externalidades. En resumen, aunque las externalidades pueden ser un tema de preocupación para los planificadores, su manejo ya no resulta tan complejo gracias a los avances en la ingeniería ambiental y legislación ambiental. Los planes de gestión ambiental garantizan que la mayoría de las externalidades negativas se podrán controlar y minimizar.

9.2.2 Ajustes económicos por concepto de precios sociales (ajuste por transferencias, precio social de la mano de obra, precio social de la divisa)

9.2.2.1 Costos de inversión corregidos a precios sociales

Los costos financieros de inversión se corrigieron para obtener precios económicos o sociales. Como primer paso, se restaron las transferencias como por ejemplo las cargas sociales pagadas a la mano de obra, de los costos financieros. Luego se utilizaron los factores de conversión de la Tabla 9 14, para obtener costos económicos. Los resultados de la corrección se muestran en la Tabla 9 15.

Tabla 9 15. Inversiones de Paacume corregidas a precios sociales en (US\$)

Inversión	Año						
	1	2	3	4	5	6	7
Indemnizaciones Sitio Embalse	\$5 325 839,06						
Indemnizaciones Canal Oeste	\$1 156 664,43						
Indemnizaciones Red Distribución	\$561 464,86	\$14 444 233,96					
Embalse Río Piedras		\$5 827 244,60	\$26 326 658,66	\$26 222 600,72	\$26 430 716,60	\$10 926 083,63	
Construcción y Ampliación Canal Oeste			\$9 481 799,68	\$28 788 114,70	\$29 016 591,80	\$18 849 360,82	
Red de Distribución				\$12 811 810,53	\$40 258 650,79	\$25 771 449,65	\$20 075 486,59
Red Presurizada Costa					\$5 051 530,50	\$2 494 585,98	\$17 294 214,48
Equipamiento de Pozos para Monitoreo Aguas Subterráneas				\$750 385,36	\$370 522,23		
Plan de Desarrollo			\$713 004,60	\$696 095,40			
Plan de Manejo Áreas del Embalse				\$704 550,00			
Plan de Gestión Ambiental		\$1 468 153,19	\$1 484 506,39	\$1 479 055,32	\$1 489 957,44	\$1 495 408,51	\$1 037 519,15
Estructura de Ejecución del Proyecto	\$243 716,82	\$806 625,66	\$1 125 817,88	\$1 125 817,88	\$1 125 817,88	\$882 100,86	\$319 192,02
Supervisión de Obras y Auditoría Externa		\$1 151 203,88	\$2 302 407,77	\$2 302 407,77	\$2 302 407,77	\$2 302 407,77	\$1 151 203,88
Estudios previos a la construcción	\$94 451,10	\$1 404 835,79	\$986 268,30				
Imprevistos y escalamiento costos		\$303 766,73	\$3 011 934,95	\$2 998 423,22	\$3 025 446,69	\$3 038 958,41	\$1 903 972,99
Total de Inversiones	\$7 382 136,167	\$25 406 064,03	\$45 432 397,93	\$77 879 260,90	\$109 071 641,70	\$65 760 355,63	\$41 781 589,12

9.2.2.2 Costos de operación y mantenimiento corregidos a precios sociales

Los costos de operación y mantenimiento del proyecto se corrigieron restando transferencias y multiplicando por el factor de conversión respectivo para obtener el precio social de los mismos. La Tabla 9 16 y Tabla 9 17 muestran los resultados de este proceso.

Tabla 9 16. Costos de operación anuales corregidos a precios sociales.

Operación	Costo (US\$)
Sitio de presa	211.858,41
Canal Oeste	178.183,47
Red de distribución	487.571,50
Red presurizada	4.610.816,15
Monitoreo aguas subterráneas	110.832,69
Total	5.599.262,21

Fuente: Estudio de Impacto ambiental de Paacume

Tabla 9 17. Costos de mantenimiento corregidos a precios sociales (en US\$)

Mantenimiento	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Canal Oeste	140.617,27	133.315,27	466.719,59	412.964,68	804.965,63
Red Distribución	370.739,30	401.331,84	446.671,35	446.671,35	702.783,74
Red Presurizada	134.600,22	134.600,22	134.600,22	134.600,22	134.600,22
Total	645.956,79	669.247,33	1.047.991,16	994.236,25	1.642.349,58

Fuente: Estudio de Impacto ambiental de Paacume

9.2.3 Beneficios económicos del proyecto

9.2.3.1 Beneficios económicos por dotación de agua para riego

Si bien lo ideal para la determinación de los beneficios por dotación de agua para riego agropecuario, al igual que los correspondientes a agua potable y riego para turismo deberían de definirse a partir de la aplicación de una metodología como la de disponibilidad a pagar, por razones de tiempo y presupuesto no es posible desarrollar dicha metodología, por lo que se decide utilizar los valores obtenidos para la evaluación financiera como un valor conservador de este beneficio. Se incluye el valor de \$8.306.405,85 por año.

9.2.3.1 Beneficios incrementales en la producción agrícola

Este es el beneficio que obtendrán los productores beneficiarios del proyecto al poder utilizar agua para la programación y seguridad de sus cultivos. Entre los beneficiarios directos se encuentran productores grandes, medianos y pequeños. Estos productores pequeños se dedican a actividades varias de acuerdo al mercado y, además, se caracterizan por una mayor necesidad de apoyo por parte de las instituciones del Sector Agropecuario.

Para realizar la estimación de estos beneficios, se utilizó la metodología de comparación de rendimientos en la cual el valor social o económico del agua equivale a la diferencia en los retornos por hectárea entre los suelos bajo irrigación y no irrigación, utilizando datos de presupuesto de finca (Turner et al., 2004), esta

metodología realiza una comparación de los beneficios incrementales en la producción agrícola. El uso propuesto del suelo mantiene los mismos cultivos y las épocas de siembra los primeros años para paulatinamente mostrar un incremento en rendimientos y una diversificación de las actividades porque se considera que se optimiza la operación del sistema de riego y aumenta la eficiencia de los métodos de riego utilizados. El año 7 del proyecto los resultados son negativos por la inversión que requieren realizar los productores, sin embargo, para el año 8 del proyecto, que significa el año 1 de operación, se esperan beneficios de US\$ 52.378.825,32.

9.2.3.2 Beneficios en ahorros por pérdidas evitadas en sequías

El proyecto tendrá beneficios económicos para los productores al ayudar a evitar pérdidas por sequías. Los beneficios por sequías se dan aproximadamente cada tres años ya que las sequías son eventos cíclicos. La zona es históricamente seca y por razones de variabilidad y cambio climático, ha aumentado su condición de sequía, en muchos casos a sequía extrema, limitando la sostenibilidad y desincentivando el crecimiento socioeconómico en la región (Ilustración 9 2) Se asume nuevamente que parte del valor económico del agua o la disponibilidad a pagar por el agricultor está reflejada en este retorno adicional en la producción. El valor de este beneficio es de aproximadamente \$8.579.713,85 cada tres años.

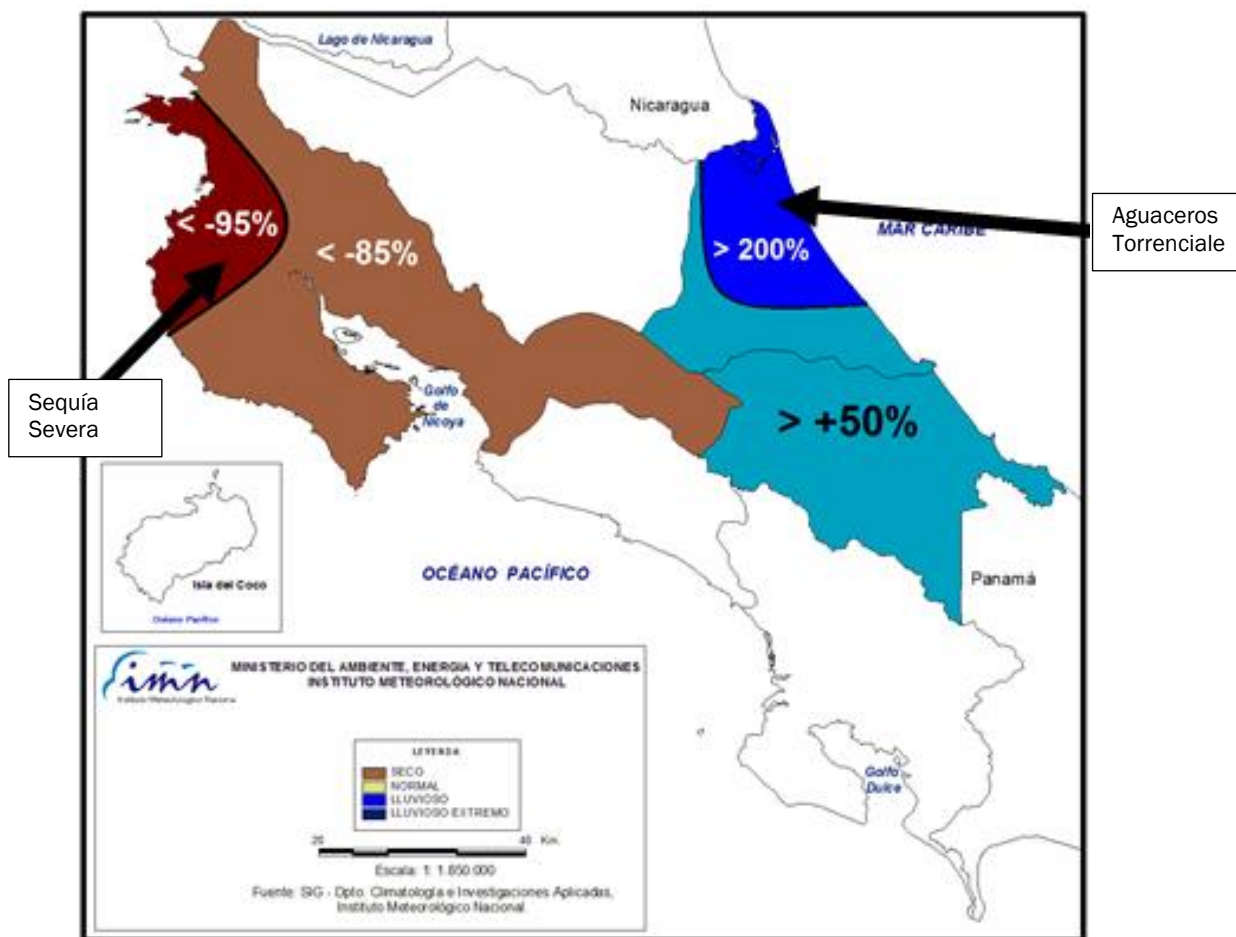


Ilustración 9 2. Condiciones de lluvia durante julio 2014. Los porcentajes se refieren a las desviaciones respecto al promedio histórico.

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional (IMN). Tomado del Boletín del ENOS N°69 (julio 2014).

9.2.3.3 Beneficios económicos por generación eléctrica

Si se llegara a implementar el componente de generación eléctrica por el proyecto, esta sería incremental y no comercializable internacionalmente, por lo que su precio debe ser estimado mediante disponibilidad a pagar. En la Prefactibilidad del Paacume, al no contar con esta información, se utilizó una aproximación a través del precio del mercado doméstico de esta electricidad incluyendo impuestos (Campbell and Brown, 2003). Para simplificar el análisis se utilizó la tarifa vigente del sector residencial de Coope Guanacaste que es de \$3,47 por kWh incluyendo el costo variable de combustible (CVC) que reconoce el costo de los combustibles derivados del petróleo en la generación de la energía eléctrica. Para efectos de esta factibilidad, se empleará un

valor económico de la energía producida de US\$ 2.442.479,54. Debido a que la generación eléctrica representa un potencial beneficio a definirse en el futuro, se aclara que este no fue considerado en los flujos financiero ni económico del proyecto.

9.2.3.4 Beneficios económicos por agua potable

Idealmente, el beneficio económico del agua potable es la disponibilidad a pagar de los usuarios del agua generada por el proyecto. Esto requiere información primaria que no se ha generado. A pesar de que en la Prefactibilidad de Paacume se estimaron estos beneficios a través de una aproximación basada en las tarifas a usuarios finales que muestra en su escalón más alto un precio de US\$ 2,47/m³ (Rodríguez Pardina, 2015), para esta factibilidad se usaron los cálculos empleados para obtener los ingresos financieros por concepto de este componente, por lo tanto, los valores obtenidos son mucho más conservadores. El beneficio anual por el agua potable es de US\$ 1.290.641,67.

9.2.3.4 Beneficios económicos por dotación de agua para riego al sector turístico

Los beneficios económicos por dotación de agua para riego al sector turístico también serán representados por los montos obtenidos en la evaluación financiera a partir de la cantidad de agua entregada multiplicada por la tarifa correspondiente. Se considera que este monto es una medida conservadora del valor de este beneficio. El valor utilizado corresponde a \$5.578.275,31.

9.2.3.5 Beneficios económicos para el sector turístico

Se realizó también una aproximación de los beneficios económicos incrementales para el sector turístico que se vería beneficiado con el proyecto. En general, se puede asumir que como mínimo, el valor social del agua para el sector turístico es lo que actualmente paga por obtener agua de otras fuentes, principalmente aguas provenientes de pozos. A esto también se le debe sumar lo que los usuarios pagan también por extraerla como por ejemplo en costos de bombeo. Considerando los pozos del área costera se determinó la cantidad de litros concesionados con fines turísticos y se multiplicó por su respectivo canon. Además, se incluyeron los costos de bombeo para poder hacer uso del recurso. Se asume que solamente un 50% de los potenciales beneficiarios del proyecto harían la sustitución. Estos beneficios suman a un total de US\$ 302.587 por año.

9.2.4 Cálculo del VANE y la TIRE social

Se utilizó una tasa de descuento social de 8,31% para realizar el cálculo de rentabilidad social del proyecto. Los resultados se muestran en la Tabla 9 18. Este análisis económico-social incluye el costo total esperado de los riesgos, el cual fue obtenido del análisis de riesgos respectivo y se encuentra en el anexo 7 4.

Como se puede apreciar, si bien el proyecto financieramente no es rentable para Senara, socialmente sí es altamente beneficioso. Esto es típico de proyectos multisectoriales como Paacume que generan beneficios a diferentes grupos de beneficiarios. El Anexo 9 8 contiene el flujo de caja que muestra la rentabilidad económica social para Paacume.

Tabla 9 18. Indicadores de rentabilidad social del proyecto

VANE	US\$ 211 040 942,28
TIRE	13,40%
B/C	1,61

9.2.5 Externalidades sociales y ambientales positivas

Los beneficios del proyecto los capturan no solamente los beneficiarios directos del proyecto, sino que también se distribuyen al resto de la sociedad mediante externalidades positivas. La cuantificación y monetización de la mayoría de estas externalidades es compleja. Esto crea dificultades en la identificación y asignación de los costos de la irrigación a los beneficiarios del proyecto o usuarios del servicio, razón por la cual los servicios de irrigación se consideran un recurso de tipo bien público. La complejidad en la identificación y valoración de estos impactos intangibles del acceso al agua para riego, así como el alto costo de exclusión de terceros desalienta al sector privado participar en la provisión de estos servicios. Es por esto que se ha considerado deseable la provisión social de la infraestructura para irrigación en casi todos los países del mundo a través de la historia (Bhattarai *et al.*, 2002).

En el Estudio de Impacto Ambiental (ICE, 2017) se realizó un listado de las externalidades positivas más significativas del proyecto. Para ello se utilizó como referencia a Bhattarai *et al.* (2002) quienes hacen un listado de las externalidades más comunes de los proyectos de riego. Cuando es posible se puede brindar una aproximación del valor de las externalidades, pero esto no es el caso en la mayoría de las situaciones descritas. Cabe aclarar que éste es un listado general de externalidades, ya sean positivas o negativas, y no pretende abarcar cada impacto ambiental del proyecto o volver a listar todos los impactos ambientales detectados en el estudio de impacto ambiental. El listado de externalidades pretende mencionar de manera general los impactos o externalidades más importantes o significativos del proyecto y que también tienen repercusiones económicas sobre terceros. Muchos de estos impactos ya tienen medidas de control asociadas, así como una legislación ambiental que protege a diferentes actores de las repercusiones negativas que puedan tener ciertas actividades sobre su bienestar. Se hace una estimación de las externalidades que fue posible valorar a partir del Apartado 9.2.5.1.1.

9.2.5.1 Potenciales Externalidades positivas de Paacume

En el Estudio de Impacto Ambiental realizado por el ICE en el 2017, con información de Bhattarai *et al.* (2002), se identificaron las siguientes potenciales externalidades positivas del proyecto:

- Aumento del empleo en la agricultura debido a aumento en la intensidad de la siembra, área de siembra y productos gracias a la irrigación;
- Aumento del empleo fuera de la agricultura debido al incremento en la producción agrícola en industrias relacionadas como la industria de insumos (vínculos hacia atrás) e industria procesadora (vínculos hacia adelante);
- Reducción de la pobreza gracias a incrementos en la productividad y oportunidades de empleo;
- Aumento en la seguridad alimentaria a nivel local, regional y nacional;
- Reducción en fricciones de la economía rural y en costos de transacción gracias a la mejora en servicios relacionados y no relacionados con las fincas de la región;
- Usos múltiples del agua para los hogares;
- Menores precios de comida para los consumidores gracias a incrementos en la productividad y oferta de productos;
- Beneficios recreativos y estéticos del Embalse
- Si los bienes producidos son exportables, mayores beneficios en ingresos fiscales por exportación
- Beneficios económicos por recarga de acuíferos y aguas superficiales

Adicionalmente, con el fin de fortalecer el análisis del impacto del proyecto Paacume, se incluye una Propuesta de Metodología para la valoración del incremento en el valor de la tierra al contar con riego. Lo anterior se sustenta en la Metodología de precios hedónicos y en una Valoración contingente de la hidrología agropecuaria. Esta propuesta metodológica está en proceso de validación en el área del proyecto a través de su aplicación en una muestra de las propiedades. El detalle se puede observar en el Anexo 9 9.

9.2.5.1.1 Beneficios económicos por recarga de acuíferos y aguas superficiales

La presión (o “estrés”) sobre el recurso hídrico en la región es cada vez más fuerte tanto para el agua superficial, considerando que los caudales del río Tempisque y de algunos de sus afluentes oscilan bastante entre verano e invierno, como para las aguas subterráneas. Por esta razón, la identificación y utilización de fuentes de abastecimiento de agua externas y el aprovechamiento ordenado y eficiente de las aguas en la región Chorotega son un elemento esencial para el desarrollo socioeconómico de la región y del país en general. El liberar la presión sobre estos recursos tiene un beneficio para la sociedad costarricense ya que se le permitirá al río Tempisque y sus afluentes recuperarse y se podrán resguardar para un uso futuro.

Para obtener una aproximación del valor de estos beneficios se tomó la base de datos de pozos del área de influencia del proyecto y se seleccionaron aquellos que correspondían a concesiones para uso agropecuario y riego. Se multiplicó el volumen de agua concesionado por su correspondiente canon. La Tabla 9 19 muestra el canon de agua anual por actividad de interés. El monto del canon se corrigió con el factor de conversión estándar por ser no transable. Se vislumbran beneficios económicos por recarga de acuíferos destinados a usos agropecuarios por USD\$ 191.074,74 anuales.

Tabla 9 19. Canon de agua anual por actividad de interés.

Canon de Agua		Agropecuario	Riego
Total	Subterránea	245,86	33.588,69
	Superficial	9.491,32	147.748,87

9.2.5.1.2 Consumo humano y acueductos rurales

El proyecto también tiene una serie de beneficios indirectos que ocurrirán a través del tiempo. Uno de estos beneficios sería la sustitución de agua que realizaría el ICAA para sus abonados una vez que tome posesión de su componente del proyecto. Considerando los pozos y aguas superficiales concesionadas para agua de consumo humano y acueductos rurales en el área del proyecto, se estimó que estos beneficios por recuperación de fuentes usadas actualmente ascienden a US\$ 72.266,52 anuales. La Tabla 9 20 muestra la recaudación anual por canon de agua para consumo humano y acueductos rurales en el área de interés.

Tabla 9 20. Recaudación anual por canon de agua para consumo

Recaudación anual por canon		Consumo humano	Acueducto rural
Total	Subterránea	58.159,08	13.687,08
	Superficial	237,11	183,25

9.2.5.2 Externalidades sociales y ambientales negativas

La irrigación puede tener una serie de impactos negativos indirectos sobre los sistemas agro, eco y humanos. Muchos de estos costos no entran dentro de los procesos de mercado normales y por lo tanto no son tomados en cuenta por los tomadores de decisiones. A continuación, se listan las externalidades negativas más importantes del proyecto. Al igual que las externalidades positivas, su cuantificación y monetización es compleja por lo que se brindan aproximaciones de valor en los casos que fue posible obtener datos.

9.2.5.2.1 Potenciales Externalidades negativas de Paacume

En el Estudio de Impacto Ambiental realizado por el ICE en el 2017, con información de Bhattarai et al. (2002), se identificaron las siguientes potenciales externalidades negativas del proyecto:

- Desplazamiento involuntario de habitantes locales;
- Expansión de la frontera agrícola;
- Degradación del suelo inducida por la irrigación (salinidad y saturación del suelo);
- Pérdida de fertilidad del suelo debido a la intensificación de cultivos;
- Desbalances ecológicos como malas hierbas y pestes;
- Contaminación de fuentes de agua superficiales y subterráneas con nutrientes y químicos;
- Concentración tóxica de sustancias como sales, metales pesados y pesticidas en aguas superficiales y subterráneas;
- Impactos negativos sobre la biodiversidad y ecosistemas frágiles

El impacto negativo sobre la biodiversidad y ecosistemas frágiles incluye varios impactos negativos específicos que se describen a continuación:

- **Reducción de la Reserva Biológica Lomas Barbudal por la inundación de 113 has debido al llenado del Embalse:** Para compensar este impacto se incluyó en el estudio de impacto ambiental la ejecución de un Plan de Compensación del área inundada basado en un estudio realizado por la Organización de Estudios Tropicales (ver Apartado 6.4.2.2).
- **Eliminación de la conectividad del río Piedras y alteración de la abundancia y composición de especies:** Para este impacto se contempla la construcción de un paso o escalera para peces cuyo diseño permita la comunicación del Embalse con el río Piedras aguas debajo de la presa. El análisis del estudio impacto ambiental no detectó usos económicamente significativos río abajo de la presa.
- **Alteración al régimen natural del río Piedras debido a la barrera de la presa y desembalses asociados a la operación del proyecto:** Para este impacto se estableció una medida de garantizar el flujo del caudal de compensación mínimo para este río. También se deben realizar desembalses graduales de acuerdo a eventos hidrológicos presentes a lo largo del año.
- **Reducción en los servicios ambientales del bosque debido a la tala de áreas de bosque maduro ripario y bosque secundario para la construcción del proyecto:** A pesar de que se contemplan medidas mitigatorias para dicho impacto, no es posible la recuperación total al estado antes del proyecto. Esta medida se valoró y monetizó como se indica en el Apartado 9.2.5.2.2.

9.2.5.2.2 Valoración monetaria de impactos sobre el bosque maduro ripario y bosque secundario

La mayoría de los impactos o externalidades causados por pérdida de cobertura boscosa están adecuadamente manejados, mitigados o eliminados por medio de mejores prácticas ingenieriles y diseño de obras además de medidas incorporadas en el PGA del EslA de este proyecto. A pesar de estas medidas, en algunos casos no es posible evitar la pérdida de servicios ecosistémicos que brinda el bosque además de sus productos maderables. Esto sucede mayoritariamente en el caso del Embalse, pero no está limitado a esta obra. Existen procesos de recuperación de bosque inducidos por medidas ambientales, pero no es posible regresar por completo a la situación sin el proyecto. Por esta razón, se realizó una valoración de estos bienes y servicios del bosque utilizando el concepto de valor económico total del bosque.

Se recopilaron y analizaron datos de campo obtenidos mediante la elaboración de un muestreo forestal realizado en un área máxima de 275 hectáreas de bosque secundario y 416 has de bosque maduro ripario. Para cuantificar y valorar la madera de valor comercial disponible en el área afectada, primero se estableció un diámetro mínimo de corta de 15 centímetros DAP pues es lo legalmente aceptable por el Ministerio de Ambiente y Energía en los permisos forestales. Se calculó un volumen por hectárea para ambos tipos de bosque. El resultado fue de 94.000 m³. Sin embargo, de este total, es posible que solamente un 50% (47.000 m³) esté accesible en caso de un aprovechamiento forestal pues no existen caminos ni facilidades para extraer todo el volumen de madera. Este volumen se convirtió a pulgadas métricas y se multiplicó por un valor promedio de madera en pie para Guanacaste de USD\$ 0,38 por pulgada métrica. El total fue de USD\$ 6.524.542,77. Ya que se está considerando como una actividad comercial, a este valor se le deben sumar los costos de aprovechamiento como lo son costos de volteo, acarreo, carga y transporte. Este monto es de USD\$ 1.385.210,62. Finalmente, si a esta madera se le da un procesamiento en aserradero se puede esperar que se pierda aproximadamente un 15% en dicho proceso, para un volumen final de 39.050 m³ de madera. Convirtiendo a pulgadas métricas y aplicando un valor del procesamiento en aserradero promedio de USD\$ 0,20, se obtiene un monto de USD\$ 3.702.269,03. En total, valor de la madera aprovechable que se perderá debido al proyecto es de al menos USD\$ 11.612.022,42.

Para estimar el valor de los servicios ecosistémicos o ambientales que el bosque aporte y que se perderán por la corta se asume que el área a intervenir se podría someter al sistema de pagos por servicios ambientales por la duración del proyecto. Dicho supuesto no está lejos de la realidad ya que algunas de las propiedades en el Embalse actualmente se encuentran bajo dicho régimen. Se tomaron los valores que asigna el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (DE 31633-Minae) para la modalidad de Protección del Recurso Hídrico. Esta modalidad estaría acorde con las condiciones y ubicación de áreas consideradas en el proyecto. El monto anual por hectárea es de USD\$ 77,68, para un total de USD\$ 53.676,88 por año.

9.2.5.2.2 Valoración económica del cambio neto en el servicio de remoción de emisiones de carbono

La valoración económica de esta externalidad fue realizada por el Catie en el Capítulo 4 de la consultoría. Para este fin el Catie utilizó tasas anuales de fijación de CO₂ para cuantificar las pérdidas del servicio de CO₂ en las áreas con los diferentes tipos de bosque (maduro y secundario) y para las pasturas que serán inundadas con el Embalse. En el caso de la estimación de las ganancias del servicio de fijación de carbono, se aplicaron las mismas tasas a las áreas propuestas para compensación. El detalle de la metodología se describe en el Anexo 7 del capítulo 4 de la consultoría del Catie (ver Anexo 9 11).

9.2.6 Ajuste económico por Externalidades Sociales y Ambientales y análisis costo beneficio final

Al incluir las externalidades sociales y ambientales que fue posible valorar y monetizar, la rentabilidad social del proyecto permanece casi idéntica a su rentabilidad social sin externalidades (Tabla 9 21). Sin embargo, este resultado se debe interpretar con cautela ya que solamente fue posible valorar y monetizar un par de externalidades positivas y negativas. Pensando específicamente en las externalidades negativas, los efectos del proyecto sobre la extensión e intensidad de la actividad agrícola y por ende su impacto indirecto en los suelos debe manejarse cuidadosamente.

Tabla 9 21. Indicadores de rentabilidad económica social del proyecto incluyendo externalidades sociales y ambientales.

VANE	US\$ 115.714.409,19
TIRE	10,79%
B/C	1,33

El análisis realizado en este capítulo indica que el Paacume es socialmente rentable. La gama de beneficiarios del proyecto le permite compensar su fuerte desembolso de recursos inicial. Este proyecto, al igual que otros que brindan acceso a la irrigación, también contribuirá a la reducción en la pobreza rural mediante externalidades positivas como lo son el empleo y mejoras en los medios de vida de la región (Barker *et al.*, 2000). Los beneficios inducidos por los sistemas de riego abarcan no solamente a los hogares campesinos sino también a otros sectores de la economía al brindar más oportunidades a sectores de servicios en áreas rurales y otras actividades de empleo fuera de las fincas (Bhattarai *et al.*, 2002). Las externalidades negativas por afectación a ecosistemas frágiles y áreas protegidas se compensarán en cierta medida mediante la compra de terrenos con importante valor ecológico y otra serie de medidas de reforestación y recuperación de áreas incluidas en el Plan de Gestión Ambiental y que surgirán efecto a través del tiempo. Se asume que los impactos sobre la producción o

costos de oportunidad debido al cambio en el uso del suelo en el área del Embalse están adecuadamente reflejados en los montos a pagar a los propietarios del sitio.

Existen potencialmente externalidades negativas sobre los suelos y mantos acuíferos por incrementos en la extensión e intensidad de la actividad agrícola y pecuaria que deben tomarse en cuenta y se deben adoptar medidas acordes. El estímulo a las actividades agrícolas y pecuarias puede resultar en una expansión de la frontera agrícola lo que impactaría áreas naturales de bosque y humedales. Estos impactos negativos por lo general pueden minimizarse o compensarse a través de una mejor planificación y gestión de los sistemas de riego (Bhattarai *et al.*, 2002). Ya que existe un Plan de Desarrollo asociado al proyecto es necesario que este plan contemple temas de ordenamiento de la producción, eficiencia en la producción, adecuado uso del suelo y de insumos para la producción, diversidad en la producción, y respeto a zonas de valor ecológico entre otros. Es mediante este Plan de Desarrollo que los ejecutores del proyecto pueden asegurarse de abordar eficiente y efectivamente estos impactos secundarios que por lo general no son atendidos adecuadamente en este tipo de proyectos. Se hace énfasis en la utilización del Plan de Desarrollo como herramienta para ordenar y manejar las actividades promovidas por el proyecto, buscando la participación de otros entes como el Sinac, Minae, y el MAG y organizaciones de productores presentes en la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alpízar *et al.*, 2018. Capítulo 4: Análisis de Rentabilidad y Valoración Económica y Social. Prefactibilidad del Proyecto Sistema de Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras (Paacume), CPI-PREA-FOPROY-01/2017. Consultoría Catie.
- Asam Consultores. (2012). Estudio de evaluación, factibilidad y diseños definidos del sistema regional de agua potable, Esmeralda. Recuperado de: <http://www.bde.fin.ec/sites/default/files/BDE2015/LICESMERALDAS/ManuOp/3%20Planta%20Potabilizadora.pdf>
- Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (Usaid/Paraguay). (2011). Sandía: Análisis de la cadena de valor en el departamento de Concepción. Recuperado de <https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/sandia.pdf>
- AgroForum.pe. (2018). Resumen del mercado global del mango. Recuperado de <http://www.agroforum.pe/agro-noticias/resumen-del-mercado-global-del-mango-12862/>
- Arcos, I. (2005). Efecto del ancho los ecosistemas riparios en la conservación de la calidad del agua y la biodiversidad en la microcuenca del río Cecesmites, Copán, Honduras (Tesis de Posgrado, Catie). Recuperada de 9
- Arronis Díaz, V. 2016. Banco forrajero de botón de oro (*Tithonia diversifolia*). Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria- INTA.
- Asamblea Legislativa de Costa Rica, (1949). Constitución Política de Costa Rica.
- Asamblea Legislativa de Costa Rica. (1996). Ley Número 7575. Ley Forestal. Recuperado de: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=41661&nValor3=94526&param2=1&strTipM=TC&IResultado=7&strSim=simp
- Asamblea Legislativa de Costa Rica. Reglamento a la Ley Forestal, (1990). Ley número 25721. Recuperado de: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=28693&nValor3=105398&nValor4=22
- Barker, R., Koppen, B. V. & Tushaar, S. 2000. A global perspective on water scarcity and poverty: achievements and challenges for water resource management, International Water Management Institute.

- Bhattaral, M., Sakthivadivel, R. & Hussain, I. 2002. Irrigation Impacts on Income Inequality and Poverty Alleviation: Policy Issues and Options for Improved Management of Irrigation Systems. Working Paper 39. Colombo: Sri Lanka: International Water Management Institute.
- Botero, P.J. 1978. Fisiografía y estudios de suelos. Priemra parte. Centro Interamericano de fotointerpretación. Bogotá, Colombia. 23 p
- Calvo, L. 2018. Capítulo 5: Componente desarrollo de modelos de fincas agrícolas. Prefactibilidad del Proyecto Sistema de Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras (Paacume), CPI-PREA-FOPROY-01/2017. Consultoría Catie.
- Campbell, H. F. & Brown, R. P. 2003. Benefit-cost analysis: financial and economic appraisal using spreadsheets, Cambridge University Press.
- Casaca A.D. (A) (2005). Guías Tecnológicas de Frutas y Vegetales: El Cultivo del Melón. Recuperada de <http://www.dicta.hn/files/Melon,-2005.pdf>
- Casasola, F. 2018. Capítulo 6: Desarrollo de modelos de fincas ganaderas. Prefactibilidad del Proyecto Sistema de Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras (Paacume), CPI-PREA-FOPROY-01/2017. Consultoría Catie.
- CentralAméricaData.com. (2016). Exportación de Sandía de Centroamérica. http://www.centralamericadata.com/es/search?q1=content_es_le:%22sand%C3%ADa%22
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. Código Sísmico de Costa Rica. 2010. 4ta Edición. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- Comisión Nacional de Emergencia (CNE). Amenazas de origen Natural Cantón Bagaces. Consultado agosto 2016. Disponible en: <https://www.cne.go.cr/>
- Corporación Ganadera Nacional. (2012). Estudio de Subastas Ganaderas en Costa Rica. Recuperado de www.corfoga.org/download/estudio-de-comercializacion-en-subasta
- Corporación Ganadera Nacional. (2012). Situación actual del mercado de la Carne, perspectivas oportunidades y limitantes. Recuperado de <http://www.corfoga.org/download/situacion-actual-del-mercado-de-la-carne/>

- Dengo; G. 1962. Estudio geológico de la región de la región de Guanacaste, Costa Rica. San José, Costa Rica. Instituto Geográfico Nacional.
- Denyer, P Aria, O. 1993. Geología del norte de la Península de Nicoya. Revista Geológica de América Central 16: 69-84. Escuela Centroamericana de Costa Rica. Universidad de Costa Rica.
- Distribución y consumo 45, volumen 2. 2016. Tendencias en el consumo mundial de carnes. Recuperado de http://www.mercasa.es/files/multimedios/1463940589_Tendencias_en_el_consumo_mundial_de_carnes.pdf
- E. Araya (comunicación personal, 22 de marzo, 2017)
- Escalona, V., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C. y Martin, A. (2009). Manual de cultivo del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo* L.). Recuperado de http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manual_Cultivo_sandia_melon.pdf
- FAO. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Estudio FAO Riego y Drenaje 56. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 322 p
- Federación de Cámara de Ganaderos de Guanacaste, Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2007). Plan Estratégico para el Desarrollo de la Agrocadena de la Ganadería Bovina en la Región Chorotega. Recuperado de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00056.pdf>
- Fresh Plaza. (2016). Reino Unido. Recuperado de <http://www.freshplaza.es/article/104502/Reino-Unido,-m%C3%A1ximo-importador-de-frutas-y-hortalizas-de-la-Uni%C3%B3n-Europea>
- Gobierno de Costa Rica, (2014). Plan Nacional “Alberto Cañas Escalante”. Recuperado de: <https://documentos.mideplan.go.cr/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/cd1da1b4-868b-4f6f-bdf8-b2dee0525b76/PND%202015-2018%20Alberto%20Ca%C3%B1as%20Escalante%20WEB.pdf>
- Gobierno de Costa Rica, Decreto N° 34677-MP-MAG-Minae. <http://www.pgrweb.go.cr/DOCS/NORMAS/1/VIGENTE/D/2000-2009/2005-2009/2008/F8F5/BDD60.HTML>

Gobierno de Costa Rica, Decreto N° 34679-MP-Minae. Recuperado de: <http://www.pgrweb.go.cr/DOCS/NORMAS/1/VIGENTE/D/2000-2009/2005-2009/2008/F8F7/BDDDB7.HTML>

Gobierno de Costa Rica. (2014). Decreto N° 38665-MP-Mideplan-Minae-MAG. Recuperado de: http://www.imprentanacional.go.cr/pub/2014/11/12/COMP_12_11_2014.pdf

Goulds Pumps. (2009). Manual de instalación, funcionamiento y mantenimiento. Recuperado de: http://www.pumpcomponents.com/?gclid=EAlaIqobChMI-N_5xZbL1QIV2A6BCh3JTQkQEAYASAAEglvZvD_BwE

Horto Info Diario Digital de Actualidad Hortofrutícola. (2017). El mundo produce 31.167 millones de kilogramos de pimienta. Recuperado de <http://www.hortoinfo.es>

Horto Info Diario Digital de Actualidad Hortofrutícola. (2017). España ha suministrado a los consumidores europeos un total de 692,33 millones de kg de melón (40,08 % del total), con un valor de 510,87 millones de euros y un precio medio de 0,738 euros por kilogramos. Recuperado de <http://www.hortoinfo.es/index.php/5186-import-mel-ue-250117>

ICE, 2017. Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del Río Tempisque y Comunidades Costeras.

ICE. 2016. Análisis de Rentabilidad Económica Mini Central Hidroeléctrica Río Piedras, 18-19.

Imo Pump. (1997). Manual general de instalación y operación. Recuperado de: <http://www.imo-pump.com/servicemanuals/SRM00046spanish.pdf>

INEC. 2015. VI Censo Nacional Agropecuario, Atlas estadístico agropecuario. Consultado el 11 de setiembre del 2017. Disponible en: http://www.inec.go.cr/sites/default/files/documentos-biblioteca-virtual/01._atlas_estadistico_agropecuario_2014.pdf

Infocomm (2000). Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo: Mango. Recuperado de http://unctad.org/es/PublicationsLibrary/INFOCOMM_cp07_Mango_es.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2017. Encuesta Continua de Empleo (ECE). www.inec.go.cr

Instituto Geográfico Nacional, Ministerio de Obras Públicas y Transportes -Hoja topográfica Belén, Carrillo, Tempisque - escala 1:50.000.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2016). Guía Práctica para la Exportación de Melón a Estados Unidos del IICA. Recuperado de <http://www.bio-nica.info/biblioteca/IICA2006Melon.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2011. Censo nacional de población.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2015. Encuesta Nacional de Hogares.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2017. Encuesta Nacional de Hogares.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2016. Encuesta Nacional de Hogares. Recuperado de http://www.inec.go.cr/sites/default/files/documentos-biblioteca-virtual/reenaho2016_0.pdf

JIICA-SENARA. 2002. Estudio del Proyecto de Desarrollo Rural de la Cuenca Media del Río Tempisque. Informe Final, San José. C.R.

La Nación, (2015). La Producción de cabras y ovejas crece lentamente. Recuperado de <https://www.nacion.com/economia/agro/produccion-de-cabras-y-ovejas-crece-lentamente-en-el-pais/XHB74AG3PBB73G2HARD00AJ4YI/story/>

López. Geovanni, (2014). Primer Boletín Jurídico. Senara. Recuperado de la página Web: <http://www.senara.or.cr/index.html>

Madrigal et al., 2018. Capítulo 3: Desarrollo de sistemas tarifarios y definición de tarifas hídricas. Prefactibilidad del Proyecto Sistema de Abastecimiento de Agua para la Cuenca Media del río Tempisque y Comunidades Costeras (Paacume), CPI-PREA-FOPROY-01/2017. Consultoría Catie.

MAG. 2003. Brócoli. Consultado el 12 de setiembre del 2017. Disponible en: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-brocoli.pdf

MAG. 2006. Guías técnicas del manejo pos cosecha de apio y lechuga para el mercado fresco. Consultado el 15 de setiembre del 2017. Disponible en: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/manual_apio_lechuga_II.pdf

Mapa de Capacidad de Uso de las Tierras Forestales de Costa Rica. 2017-2020. INTA-MAG, escala 1:50.000, www.inta.go.cr

- Mata R., Rosales A., Vásquez A., Sandoval D. 2013. Mapa de Órdenes de Suelos de Costa Rica. 2a Ed. San José, Costa Rica. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. Esc 1: 200.000. Color
- Mideplan. 2014. Propuesta de gestión integrada del recurso hídrico para las cuencas Arenal, Tempisque y Bebedero. San José. Costa Rica.
- Milacatl, V. (2003). Cambios en atributos sensoriales y degradación de ácido ascórbico en función de la temperatura en puré y néctar de mango (Tesis de Licenciatura, Universidad de las Américas, Puebla, México). Recuperada de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/milacatl_h_v/
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (1991). Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 1991. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DO2003100666>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2007). Agrocadena Regional Cultivo Chile Dulce. Dirección Regional Occidental. Recuperado de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00069.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2002. Ganadería ovina una alternativa de pastoreo en el Pacífico. Central - MAG. Recuperado de www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/pac-centr-broch-ovejas.pdf
- Ministerio de Agricultura y Riego (2015). Manual del Cálculo de Eficiencia para Sistemas de Riego. Lima, Perú. Recuperado de http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual_determinacion_eficiencia_riego.pdf
- Ministerio de Economía de Industria y Comercio. (2017). Decreto Ejecutivo N° 40394-MEIC. Recuperado de https://www.conarroz.com/UserFiles/decretos/Decreto_40394-MEIC_18_mayo_2017.pdf
- Ministerio de la Presidencia de España (2012). Boletín Oficial de Estado (Reglamento electrotécnico para baja tensión). Recuperado de: <https://books.google.co.cr/books?id=0M3r9JHuBM8C&pg=PA158&lpg=PA158&dq=Las+puestas+a+tierra+se+establecen+principalmente+con+objeto+de+limitar+la+tensi%C3%B3n+que,+con+respecto+a+tierra,+puedan+presentar+en+un+momento+dado+las+masas+met%C3%A1licas,+asegurar+la+actuaci%C3%B3n+de+las+protecciones+y+eliminar+o+disminuir+el+riesgo+que+supone+una+aver%C3%ADa+en+los+materiales+el%C3%A9ctricos+utilizados&source=>

bl&ots=HQ89FIQKFY&sig=zyo2CQL-Odg1T7upChoUmxXoTZI&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=puestas%20a%20tierra&f=false

Ministerio del Agua. (2009). Manual de instalación, funcionamiento y mantenimiento. Recuperado de: http://search.excite.com/excite2/search/web?fcoid=417&fcop=topnav&fpid=2&om_nextpage=True&q=Goulds+Pump+Manual+Manual+de+instalaci%C3%B3n%2C+funcionamiento+y+mantenimiento.&ss=t

Ministerio del Ambiente y Energía, Dirección del Cambio Climático, Partnership UNEP-DTU, SECTOR AGROPECUARIO, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2015. INFORME FINAL: Estrategia para la ganadería baja en carbono en Costa Rica. Apoyado por FundeCooperación para el Desarrollo Sostenible por medio de la implementación del proyecto FIRM en Costa Rica.

Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. 2014. Metodología de análisis de amenazas naturales para proyectos de inversión pública en etapa de perfil / Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica; Ministerio de Agricultura y Ganadería y Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. – San José, CR. 100 pág.

Monge, J.E. (2013). Producción y exportación de melón (Cucumis melo) en Costa Rica. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4835499.pdf>

Mora, J., Gamboa, J., Elizondo, R. (2002). Guía para el cultivo del mango (Mangifera indica). Recuperado de http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-mango.pdf.

Morales G., Acuña V., Cruz A. 2003. Industrialización de heno de calidad en sistemas bajo riego en Costa Rica. Consultado el 23 de setiembre del 2017. Disponible en: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_animal/f018339.pdf

Myers, G.S. 1949. Salt-tolerance of fresh-water fish groups in relation to zoogeographical problems. Bijdragen tot de Dierkunde 28: 315-322

OPS. (2004). Guía de Diseño para línea de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento rural. Recuperado de: <http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/e105-04Disenoimpuls.pdf> Organización para Estudios Tropicales (OET). (2017). Establecimiento de la línea Base de Biodiversidad para la Reserva Biológica Lomas de Barbudal (RBLB) y finca adyacente.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2009. Guía para la descripción de perfiles de suelos. Roma, Italia. FAO. 111 p.

- Programa integral de Mercadeo Agropecuario. (2013). Proyecto Mercado Regional Mayorista, Estudio de Mercado Región Chorotega. Unidad Ejecutora. Agosto del 2013
- Programa Integral de Mercadeo Agropecuario. (2017). Boletín de precios y volúmenes precios de mayoristas a minoristas, Cenada, Heredia, Costa Rica. Recuperado de www.pima.go.cr/precios/Boletín%2024-03-2017.pdf
- Promotora de Comercio Exterior. (2015). Estadísticas de Comercio Exterior Costa Rica, 2014 / Maureen Alpízar Arce... [et al]; Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica. - San José, Costa Rica: Procomer, 2015 258 p.: cuadros, gráf.; 2.25 X 27.5 cm. ISSN: 2215-2342 1. EXPORTACIONES. 2. COSTA RICA. 3. ESTADÍSTICAS COMERCIALES. Recuperado de www.procomer.com/uploads/downloads/anuario-estadistico-2014.pdf
- Quesada, R. (2007). Los Bosques de Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Recuperado de <http://www.cientec.or.cr/exploraciones/ponencias2007/RupertoQuesada.pdf/>.
- Quesada, R. (2008). Manual para promover la regeneración natural en pastos degradados en el Pacífico Central y Norte de Costa Rica. Kurú: Revista Forestal (Costa Rica), 4(11 y 12 especial). Recuperado de <http://www.itcr.ac.cr/RevistaKuru/>.
- Ranasinghe, M. 1994. Extended benefit-cost analysis: quantifying some environmental impacts in a hydropower project. Project Appraisal, 9, 243-251.
- Revista Centroamericana de Ciencias Sociales, vo. iv, n.º 2, diciembre 2007, pp. 69-10. La cadena de melón en Costa Rica: Rafael Díaz Porras Vinicio Sandí Meza potencialidades y desafíos internacionales. Recuperado de <http://www.flacso.or.cr/index.php/publicaciones-jb-br-jb-i-labor-editorial-jb-i/revista-de-ciencias-sociales?start=9>.
- Rodríguez, M. 2015. Análisis costo beneficio del proyecto túnel paralelo Río Macho y Obras Conexas. Préstamos Individuales Programa de Desarrollo Eléctrico Línea Condicional de Crédito (CCLIP) BID (CR-L1070). San José, Costa Rica: Instituto Costarricense de Electricidad.
- Rojas, A. 2015. Evaluación del rendimiento del Embalse regulatorio del canal oeste ubicado en el río Piedras, Bagaces, Guanacaste. Consultoría.
- Salazar Mondragón, L. G. 2000. En Geología de Costa Rica/compilado por Percy Denyer y Siegfried Kussmaul - 1 ed, Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica. págs. 171 - 184.

- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria. (2017). Exportaciones de Melón según país y destino, por toneladas métricas y dólares. Recuperado de <http://www.infoagro.go.cr>
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria. (2018). Boletín estadístico agropecuario No. 27. <http://www.infoagro.go.cr/BEA/BEA27/index.html>
- Senara. 2016. Marco conceptual del proyecto: Sistema de abastecimiento de agua para la cuenca media del río Tempisque y comunidades costeras. San José. C.R.
- SENARA y AYA. 2006. Incremento de la Disponibilidad del Recurso Hídrico de la Cuenca del Tempisque y Zona Costera de Guanacaste. Estudio Técnico a Nivel de Pre factibilidad. Convenio Interinstitucional. San José. C.R.
- Servicio Fitosanitario del Estado. (2017). Principales productos agrícolas certificados, Costa Rica 2017. Recuperado de http://www.sfe.go.cr/DocsARAO/Estadisticas_2017.pdf
- SETECOP-SOCOIN, 2006. Estudio de factibilidad, diseño preliminar y documentos de licitación para la construcción del Embalse río Piedras.
- Sistema de Información Agropecuaria Consejo Nacional de Producción Costa Rica. (2016). Boletín N° 1. Tomate. Recuperado de <https://www.simacr.go.cr/index.php/tomate/date/2014/4?catid=28>
- Sistema de Información Agropecuaria Consejo Nacional de Producción Costa Rica. (2016). Boletín N° 1. Melón. Recuperado de <https://www.simacr.go.cr/index.php/melón/date/2014/4?catid=28>
- Sistema de Información Agropecuaria Consejo Nacional de Producción Costa Rica. (2017). Boletín N° 1. Chile. Recuperado de <https://www.simacr.go.cr/index.php/chile/date/2014/4?catid=28>
- Söderholm, P. & Sundqvist, T. 2003. Pricing environmental externalities in the power sector: ethical limits and implications for social choice. Ecological Economics, 46, 333-350.
- Soil Survey Staff. 2014. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Claves para la taxonomía de suelos. Servicio de Conservación de Recursos Naturales. Décima segunda edición. Washington, D.C. 410 p.
- Standard Soil Color Charts. 1987. Japan Color Research Institute, Ministry of Agriculture and Forestry

- Turner, K., Georgiou, S., Clark, R., Brouwer, R. & Burke, J. 2004. Economic valuation of water resources in agriculture. FAO Water Reports Rome, Italy: Food and Agriculture Organization.
- U.S. Department of the interior Bureau of Reclamation. 2003. Technical Service Center. Land Suitability and Water Quality Group. Denver, Colorado. 240 p.
- Universidad Politécnica de Valencia. (2015). Manual Técnico Alievi. Recuperado de: <http://www.allievi.net/soporte-es.php>
- Valenciafruits.com. (2015). Sandía. Recuperado de <http://www.freshplaza.es/article/89828/Estabilidad-en-los-precios-de-la-sand%C3%ADa>
- Valenciafruits.com. (2017) El informe de seguimiento del sector hortícola protegido. Recuperado de <http://valenciafruits.com/>
- Valenciano, K. (2011). Análisis sobre la Protección Jurídica e Institucional del Recurso Hídrico en Costa Rica. (Tesis de Licenciatura) Universidad de Costa Rica, San Ramón Costa Rica. http://iiij.ucr.ac.cr/sites/default/files/documentos/t11-analisis_sobre_la_proteccion_juridica_e_institucional_del_recurso_hidrico.pdf
- Vásquez Morera, A. Taxonomía de suelos en áreas cafetaleras y zonas de riego en Costa Rica. En: Memoria del sexto foro realizado en Turrialba, Costa Rica 24 de octubre al 3 noviembre de 1983. Centro de Investigación de Enseñanza e Investigación. 312 p.
- Vásquez Morera, A. Taxonomía de suelos en áreas cafetaleras y zonas de riego en Costa Rica. En: Memoria del sexto foro realizado en Turrialba, Costa Rica 24 de octubre al 3 noviembre de 1983. Centro de Investigación de Enseñanza e Investigación. 312 p.
- Villalta, O. (1994). El proyecto de riego Arenal Tempisque y los cambios en sus propuestas originales. Ciencias sociales 66: 29-35. Diciembre 1994.
- WWAP (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas). 2016. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016: Agua y Empleo. París, UNESCO.
- Zhang, J., Xu, L. & Li, X. 2015. Review on the externalities of hydropower: a comparison between large and small hydropower projects in Tibet based on the CO₂ equivalent. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 50, 176-18