

TECHNICAL RESOURCES CENTER - P.C.C.



00001163588

06 OCT. 2004

C1
VI

URS



*Evaluación Ambiental de las
Opciones de Agua en las Cuencas
de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré
Contrato No.117595
Informe Final*

*Preparado para:
Autoridad del Canal de Panamá*

*Preparado por:
URS Holdings, Inc.*

Panamá – Mayo, 2004

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO

1.0	INTRODUCCIÓN	1-1
1.1	Antecedentes	1-1
1.2	Impactos Ambientales Potenciales y Riesgos de los Proyectos Hidráulicos	1-2
1.2.1	Desplazamiento de la Población.....	1-3
1.2.2	Deforestación y Destrucción de Hábitat.....	1-4
1.2.3	Erosión y Sedimentación.....	1-4
1.2.4	Calidad del Agua y Riesgo de Eutroficación	1-5
1.2.5	Maleza Acuática	1-6
1.2.6	Otros Efectos Posibles.....	1-7
1.3	El Manejo Integrado de Recursos Hídricos	1-7
1.4	El Proceso de Evaluación Ambiental.....	1-10
1.5	Objetivos de la Evaluación Ambiental	1-11
1.6	Estructura del Informe	1-14
2.0	OPCIONES DE AGUA	2-1
2.1	Antecedentes Generales	2-1
2.2	Objetivos	2-1
2.3	Localización de las Opciones de Agua	2-2
2.4	Opciones 1 y 2: Indio 80-40 e Indio 45-40	2-3
2.4.1	Justificación del Proyecto.....	2-3
2.4.2	Identificación de las Partes y Diseño de las Obras.....	2-4
2.4.3	Estimación de Costos de Inversión	2-12
2.4.4	Descripción de la Etapa de Construcción.....	2-13
2.5	Descripción de Opciones en las Cuencas de los Río Indio, Caño Sucio y Toabré.....	2-15
2.5.1	Opciones 5 y 6: Caño Sucio 100-90/ Río Indio.....	2-15
2.5.2	Opciones 7 y 8: Toabré 95-50/Río Indio.....	2-20
2.5.3	Opciones 9 y 10: Toabré 100-50/Caño Sucio 100-90/Río Indio	2-24
2.6	Resumen de Opciones de Recursos Hídricos.....	2-31
2.7	Marco de Referencia Legal.....	2-40
2.7.1	Constitución Política de la República de Panamá de 1972, reformada en 1978 y 1983	2-40
2.7.2	Gestión Ambiental	2-41
2.7.3	Recursos Naturales.....	2-45
2.7.4	Agua.....	2-46
2.7.5	Aire.....	2-50
2.7.6	Ruido	2-52
2.7.7	Desechos y Desechos Peligrosos.....	2-53
2.7.8	Seguridad.....	2-56

UNAUTHORIZED USE OR REPRODUCTION OF THIS DOCUMENT IS PROHIBITED. (CONTINUED ON REVERSE SIDE)

3.0	CONDICIONES EXISTENTES EN LAS CUENCAS DE RÍO INDIO, TOABRÉ CAÑO SUCIO	3-1
3.1	Aspectos Generales	3-1
3.2	Características del Medio Físico	3-4
3.2.1	Geología y Geomorfología	3-4
3.2.2	Topografía y Relieve	3-9
3.2.3	Suelos	3-10
3.2.4	Clima	3-13
3.2.5	Hidrología.....	3-16
3.3	Características del Medio Biótico	3-19
3.3.1	La Cobertura Vegetal	3-19
3.3.2	La Diversidad Biológica	3-23
3.4	Aspectos Socioeconómicos de las Cuencas de Río Indio, Toabré y Caño Sucio.....	3-40
3.4.1	Características de la Población.....	3-40
3.4.2	Características de la Actividad Económica de la Subcuenca	3-45
3.4.3	Infraestructura de Servicios Públicos y Comunitaria	3-49
3.5	Recursos Arqueológicos en las Cuencas de Río Indio, Caño Sucio y Toabré	3-50
3.6	Valores Escénicos, Recreativos y Turísticos	3-53
3.6.1	Paisajes Ecológicos.....	3-53
4.0	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS.....	4-1
4.1	Identificación y Clasificación de Impactos Potenciales.....	4-1
4.2	Impactos Potenciales sobre el Entorno Físico	4-6
4.2.1	Geología y Sismología.....	4-6
4.2.2	Suelos.....	4-14
4.2.3	Recursos Hídricos	4-17
4.2.4	Calidad del Aire	4-40
4.2.5	Impacto Potenciales sobre los Niveles de Ruido	4-45
4.3	Impactos Potenciales sobre la Diversidad Biológica	4-49
4.3.1	Comunidades Terrestres.....	4-49
4.3.2	Diversidad de Fauna	4-55
4.3.3	Comunidades Acuáticas.....	4-58
4.3.4	Peces y Macro-Invertebrados.....	4-63
4.4	Impactos Potenciales sobre los Aspectos Socioeconómicos	4-72
4.4.1	Impacto Potencial sobre la Confiabilidad Hídrica del Canal.....	4-74
4.4.2	Impactos Potenciales sobre la Población	4-74
4.4.3	Impacto sobre la Cohesión Comunitaria.....	4-76
4.4.4	Riesgos a la Salud Pública	4-78
4.4.5	Impacto Potencial sobre el Empleo y el Ingreso.....	4-79
4.4.6	Impacto Potencial sobre los Canales de Comercio y Mercadeo	4-80
4.4.7	Impacto sobre la Infraestructura Local	4-81
4.4.8	Impacto Potencial sobre la Producción Agropecuaria	4-84
4.4.9	Impacto Potencial sobre Concesiones Mineras.....	4-87
4.4.10	Impactos Potenciales durante la Fase de Construcción	4-88

4.4.11	Impactos Potenciales durante la Fase de Operación	4-90
4.4.12	Comparación de las Opciones de Agua sobre el Impacto Socioeconómico	4-91
4.5	Recursos Culturales	4-92
4.5.1	Impactos Potenciales durante la Fase de Construcción	4-96
4.5.2	Impactos Potenciales durante la Fase de Operación	4-96
4.5.3	Comparación de los Impactos Potenciales a los Recursos Culturales por Opción de Agua.....	4-98
4.6	Paisajes y Recursos Escénicos	4-98
4.6.1	Impactos Potenciales durante la Fase de Construcción	4-100
4.6.2	Impactos Potenciales durante la Fase de Operación	4-100
4.6.3	Comparación de los Impactos Potenciales a los Recursos Culturales por Opción de Agua.....	4-101
5.0	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	5-1
5.1	Aspectos Generales	5-1
5.1.1	Objetivos del PMA	5-5
5.1.2	Responsabilidad y Mecanismo de Ejecución del PMA	5-5
5.2	Plan de Reasentamiento y Desarrollo Humano	5-6
5.2.1	Objetivos del Plan de Reasentamiento y Desarrollo Humano	5-9
5.2.2	Componentes del Plan de Reasentamiento y Desarrollo Humano.....	5-9
5.2.3	Prevención y Control de Impactos Directos en la Fase de Construcción	5-12
5.2.4	Prevención y Control de Impactos Indirectos en la Fase de Construcción	5-23
5.2.5	Prevención y Control de Impactos Indirectos en la Fase de Operación.....	5-25
5.3	Plan de Recuperación y Protección de las Condiciones Biofísicas y Culturales	5-29
5.3.1	Programa de Protección de la Calidad del Aire y Control del Ruido	5-30
5.3.2	Programa de Sismología y Geología.....	5-36
5.3.3	Programa de Control de la Erosión y del Transporte de Sedimentos	5-43
5.3.4	Programa de Protección de la Calidad del Agua	5-50
5.3.5	Programa de Recuperación de la Biodiversidad en los Ecosistemas Terrestres.....	5-53
5.3.6	Programa de Control de las Plantas Acuáticas	5-63
5.3.7	Programa de Conservación y Manejo de Peces y Macro-Invertebrados.....	5-66
5.3.8	Programa de Conservación de Sitios Arqueológicos.....	5-76
5.4.9	Otros Programas.....	5-81
5.4	Plan de Monitoreo.....	7-88
5.4.1	Esquema de Ejecución	5-88
5.4.2	Monitoreo del Plan de Reasentamiento y Desarrollo Humano.....	5-92
5.4.3	Monitoreo del Plan de Recuperación y Protección de las Condiciones Biofísicas.....	5-93
5.4.4	Monitoreo de los Sitios Arqueológicos.....	5-108

5.4.5	Monitoreo Socioambiental de Otros Programas	5-108
5.5	Programa de Verificación y Control	5-112
5.5.1	Informes Regulares	5-113
5.5.2	Personal Requerido	5-115
5.5.3	Verificación y Control de los Programas Específicos	5-119
5.6	Plan de Contingencias	5-121
5.6.1	Prioridades de Actuación	5-122
5.6.2	Medidas de Prevención y Contención de Derrames	5-123
5.6.3	Medidas de Preparación y Prevención	5-126
5.6.4	Medidas de Respuesta a Emergencias	5-130
5.6.5	Procedimientos de Respuesta a Incidentes de Derrame en Tierra	5-131
5.6.6	Procedimientos de Información de Derrames	5-134
5.7	Costos del Plan de Manejo Ambiental	5-137
5.7.1	Plan de Reasentamiento y Desarrollo Humano	5-439
5.7.2	Plan de Recuperación y Protección de las Condiciones Biofísicas	5-140
5.7.3	Programa de Conservación de Sitios Arqueológicos	5-144
6.0	ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS	6-1
6.1	Aspectos Metodológicos	6-1
6.1.1	Justificación Metodológica	6-2
6.1.2	Estructura del Modelo	6-3
6.2	Comparación de las Opciones de Agua en la Cuenca de Río Indio	6-8
6.2.1	Aspectos Salientes de las Opciones	6-8
6.2.2	Resultados de la Simulación	6-9
6.2.3	Opción Preferida	6-10
6.2.4	Análisis de Sensitividad	6-10
6.3	Conclusiones de la Comparación de las Opciones de Agua	6-11
7.0	PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA	7-1
7.1	Introducción	7-1
7.1.1	Antecedentes	7-2
7.1.2	Consideraciones sobre las Reuniones ACP-Comunidades	7-5
7.2	Propósito y Objetivos del Plan de Participación Ciudadana	7-7
7.3	Marco Legal de la Consulta Ciudadana	7-9
7.3.1	Antecedentes	7-9
7.3.2	La Participación Ciudadana	7-9
7.4	Diseño del Plan de Participación Ciudadana	7-10
7.4.1	Contenido del Diálogo	7-11
7.4.2	Identificación de Participantes	7-15
7.4.3	Ventilar Premisas	7-17
7.4.4	Reglas del Juego	7-17
7.4.5	Formatos de Comunicación	7-17
7.4.6	Modalidad de Diálogo	7-19
7.4.7	Decisiones y Acuerdo	7-20
7.5	Ejecución del Plan de Participación	7-20
7.5.1	Participantes	7-20

7.5.2	Lugares para las Reuniones	7-23
7.5.3	Invitación	7-23
7.5.4	Metodología	7-24
7.5.5	Programa para los Eventos.....	7-27
7.5.6	Cronograma.....	7-30
7.5.7	Evaluación y Análisis	7-30
7.5.8	Estrategia de Ejecución.....	7-31
7.6	Resultados Esperados.....	7-33
7.6.1	Interpretación de la Representatividad que tienen las Actividades ya Realizadas vs las Propuestas	7-34
7.6.2	Limitación y Riesgo del Análisis.....	7-34
7.6.3	Análisis de la Consulta Según: Motivación, Oposición y Posibles y Convengencias.....	7-35
7.6.4	Resultados Esperados de la Ejecución de un Plan de Participación	7-39
7.6.5	Resultados Específicos: Perjuicios-Beneficios	7-41
7.6.6	Conclusiones y Recomendaciones.....	4-42
8.0	BIBLIOGRAFÍA	8-1

ANEXOS

LISTA DE CUADROS

- Cuadro 2.1 Opción 1: Datos Significativos del Proyecto Indio 80-40
Cuadro 2.2 Opción 2: Datos Significativos del Proyecto Indio 45-40
Cuadro 2.3 Opción 5: Datos Significativos Caño Sucio 100-90 e Indio 80-40
Cuadro 2.4 Opción 6: Datos Significativos Caño Sucio 100-90 e Indio 45-40
Cuadro 2.5 Opción 7: Datos Significativos Toabré 95-50 e Indio 80-40
Cuadro 2.6 Opción 8: Datos Significativos Toabré 95-50 e Indio 45-40.
Cuadro 2.7 Opción 9: Datos Significativos Toabré 100-90, Caño Sucio 100-90 e Indio 80-40
Cuadro 2.8 Opción 10: Datos Significativos Toabré 100-90, Caño Sucio 100-90 e Indio 45-40
Cuadro 3.1 Formaciones Geológicas en el Área de Influencia Directa de las Opciones de Agua en la Cuenca de Río Indio
Cuadro 3.2 Distribución del Uso Potencial de la Tierra en las Cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré
Cuadro 3.3 Precipitación Media Mensual (mm) en la ROCC y Alrededores
Cuadro 3.4 Temperatura Medias Mensuales (°C) en la ROCC y Alrededores
Cuadro 3.5 Evapotranspiración Potencial y Escorrentía en la ROCC
Cuadro 3.6 Caudal Promedio
Cuadro 3.7 Categorías de Hábitat en la ROCC
Cuadro 3.8 Especies de Interés Especial en las Cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré
Cuadro 3.9 Macrófitas Acuáticas según Hábitos de Crecimiento y Sitio de Colecta en las Cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré
Cuadro 3.10 Especies de Insectos por familia en las Cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré
Cuadro 3.11 Abundancia de Individuos de Insectos Acuáticos, por Familia, Encontrados en Sitios de Acumulación de Hojarascas en los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré y sus tributarios
Cuadro 3.12 Listado y Número Total de Especies de Crustáceos en las Cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré
Cuadro 3.13 Familias, Géneros, Especies y Número de Individuos Colectados en la ROCC
Cuadro 3.14 Lista de Peces de Interés Especial en las tres subcuencas
Cuadro 3.15 Uso de la Tierra en el Área de Estudio por Categoría
Cuadro 3.16 Distribución de las Categorías de Valor de la Tierra en las Subcuencas
Cuadro 3.17 Número y Tamaño de Fragmentos de Bosques en la ROCC
Cuadro 4.1 Número de Interacciones Positivas y Negativas
Cuadro 4.2 Resumen de los Riesgos Geológicos, Geotécnicos y Sísmicos para la Etapa de Construcción y para el Área de Influencia Directa
Cuadro 4.3 Impactos Potenciales sobre los suelos que serían afectados por las Opciones de Aguas Consideradas en la Cuenca de Río Indio, Caño Sucio y Toabré
Cuadro 4.4 Resumen de los Impactos al Suelo para la Etapa de Construcción y Operación y para el Área de Influencia Directa e Indirecta
Cuadro 4.5 Caudales Máximos en el Río Caño Sucio aguas Abajo del Embalse
Cuadro 4.6 Caudales Máximos en el Río Toabré aguas Debajo del Embalse
Cuadro 4.7 Se omitió por error

Cuadro 4.8	Se omitió por error
Cuadro 4.9	Tamaño de la Capa de Recubrimiento (diámetro de grano, en mm) Aguas Debajo de los Embalses para los Río Caño Sucio y Toabré
Cuadro 4.10	Se omitió por error
Cuadro 4.11	Carga de Fósforo por Fuente no Puntuales a los Posibles Embalses en la ROCC bajo Estudio
Cuadro 4.12	Carga de Fósforo por Fuentes Puntuales a los Posibles Embalses bajo Estudio en la ROCC
Cuadro 4.13	Resumen del nivel trófico de las opciones de agua en la ROCC
Cuadro 4.14	Resumen del Nivel Trófico de las Opciones de Agua en los Río Indio, Caño Sucio y Toabré
Cuadro 4.14a	Parámetros Morfológicos e Hidrológicos de las Opciones de Embalse y Áreas de Captación Útiles para Estimar la Dinámica de Estratificación y Circulación de los Cuerpos de Agua
Cuadro 4.15	Resumen de los Impactos al Recurso Hídrico por las Distintas Opciones de Agua, en las Fases de Construcción y Operación, en las Área de Influencia Directa e Indirecta
Cuadro 4.16	Cantidad de Poblados que podrían ser Afectados por Emisión de Gases de Combustión y Partículas según Alternativa y Tipo de Obra
Cuadro 4.17	Cantidad de Receptores Sensibles a Impactos en la Calidad de Aire Según Alternativa
Cuadro 4.18	Resumen de los Impactos a la Calidad del Aire por las Distintas Opciones de Agua, en las Fases de Construcción y Operación, en las Área de Influencia Directa e Indirecta
Cuadro 4.19	Cantidad de Poblados Afectados por Ruido Según Alternativa y Tipo de Obra
Cuadro 4.20	Cantidad de Receptores Sensibles al Incremento de Presión Sonora según Alternativa
Cuadro 4.21	Resumen de los Impactos por Ruido de las Distintas Opciones de Agua, en las Fases de Construcción y Operación, en las Área de Influencia Directa e Indirecta
Cuadro 4.22	Número de Hectáreas Afectadas por Tipo de Vegetación
Cuadro 4.23	Porcentaje del Área Total Afectada en cada Opción por Tipo de Vegetación
Cuadro 4.24	Pago en Concepto de Indemnización Ecológica para Cada Opción
Cuadro 4.24a	Especies de Macrófitas y su Distribución Altitudinal en el Río Indio, Caño Sucio y Toabré
Cuadro 4.25	Perímetro de los Posibles Embalses en Kilómetros
Cuadro 4.26	Productividad Potencial de los Posibles Embalses en Kilogramos por Año
Cuadro 4.27	Resumen de los Impactos a la Diversidad Biológica por las Distintas Opciones de Agua, en la Fase de Construcción y Operación y en las Áreas de Influencia Directa e Indirecta
Cuadro 4.28	Se omitió por error
Cuadro 4.29	Población Afectada Directamente por las Opciones de Agua que Involucran los Río Indio, Caño Sucio y Toabré.
Cuadro 4.30	Impacto de las Opciones sobre los Asentamientos de Población por Tamaño
Cuadro 4.30 ^a	Impacto Potencial del Empleo Local Sobre el PIB Regional
Cuadro 4.31	Resumen del Impacto de las Opciones sobre la Infraestructura Local
Cuadro 4.32	Costo de la Infraestructura Afectada por cada Opción

Cuadro 4.33	Impacto Económico de las Pérdida de Cobertura Vegetal y el Uso del Suelo
Cuadro 4.34	Valor Implícito Anual de la Producción Afectada por las Opciones de Agua
Cuadro 4.35	Número Aproximado de Animales en la Cuenca de las Opciones de Agua
Cuadro 4.36	Concesiones Mineras Afectadas
Cuadro 4.36 ^a	Resumen de los Impactos Potenciales de las Opciones de Agua en los Aspectos Socioeconómicos, Durante las Fases de Construcción y Operación, en las Áreas Directa e Indirectas
Cuadro 4.37	Resumen de Impactos Arqueológicos Posible por Alternativa
Cuadro 4.38	Cantidad de Poblados con Recursos Escénicos (reportados por las comunidades) Afectadas según Alternativa
Cuadro 4.39	Recurso Escénicos por podrían ser Afectados según Opción
Cuadro 4.40	Resumen de los Impactos Socio-Ambientales Potenciales y de las Medidas de Mitigación de las Opciones de Agua en las Cuencas de los Ríos Indios, Caño sucio y Toabré
Cuadro 5.1	Cuencas de los Río Indio, Caño Sucio y Toabré. Costos de Mitigación del Impacto del Desplazamiento de Hogares, por Opción de agua
Cuadro 5.2	Composición de las Áreas en Producción (hectáreas) en la ROCC
Cuadro 5.3	Cuencas de los Río Indio, Caño Sucio y Taobré. Valor Implícito Anual de la Producción Afectada por las Opciones de Agua
Cuadro 5.4	Costo de Reemplazo de la Infraestructura Social, por Opción de Agua en las Cuencas de los Río Indio, Caño Sucio y Toabré
Cuadro 5.5	Valor de Reemplazo de la Infraestructura Económica Actual, por Opción de Agua
Cuadro 5.6	Parámetros Geotécnicos de Diseño – Componente Caño Sucio
Cuadro 5.7	Fuentes Potenciales de Generación y Transporte de Sedimentos
Cuadro 5.8	Resumen de los Impactos Socio-Ambientales Potenciales y de las Medidas de Mitigación de las Opciones de Agua en las Cuencas de los Río Indio, Caño Sucio y Toabré
Cuadro 5.9	Parámetros de Calidad del Agua
Cuadro 5.10	Presupuesto Global del PMA para las Opciones en las Cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré.
Cuadro 5.11	Costos Totales del Plan de Reasentamiento y Desarrollo Humano
Cuadro 5.12	Costos del Programa de Control de Erosión y Sedimentación
Cuadro 5.13	Costos del Programa de Protección de la Calidad del Agua
Cuadro 5.14	Costo de Reforestación por Acción
Cuadro 5.15	Costo del Programa de Monitoreo y Control de Plantas Acuáticas
Cuadro 5.16	Investigación sobre Tilapitas y Sargento
Cuadro 5.17	Costos del Programa Piloto de Cría de Peces en Recintos
Cuadro 5.18	Costo de la Evaluación de Peces y Macro-Invertebrados
Cuadro 6.1	Resumen de Coeficientes Técnicos de la Matriz de Programación Lineal para las Cuencas de Río Indio, Caño Sucio y Toabré
Cuadro 6.2	Opciones Seleccionadas en las Cuencas del Río Indio, Caño Sucio y Toabré, cuando se Minimiza el Costo Social
Cuadro 6.3	Opciones seleccionadas en las Cuencas de los Río Indio-Caño Sucio – Toabré, cuando se maximiza la producción de agua

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1 Cuenca del Canal de Panamá (Río Indio, Caño Sucio y Toabré)
- Figura 2.1 Opción 1: Río Indio 80-40, Descripción de Proyecto
- Figura 2.2 Opción 2: Río Indio 45-40, Descripción de Proyecto
- Figura 2.3 Curva de Área, Volumen y Elevación Embalse Río Indio
- Figura 2.4 Perfil Longitudinal y Sección Transversal Típico Presa de Río Indio
- Figura 2.5 Opción 5: Caño Sucio 100-90, Indio 80-40, Descripción de Proyecto
- Figura 2.6 Opción 6: Caño Sucio 100-90, Indio 45-40, Descripción de Proyecto
- Figura 2.7 Curva de Área Volumen y Elevación, Caño Sucio
- Figura 2.8 Perfil y Sección Transversal Típica Presa del Río Caño Sucio
- Figura 2.9 Opción 7: Toabré 95-50, Indio 80-40, Descripción de Proyecto
- Figura 2.10 Opción 8: Toabré 95-50, Indio 45-40, Descripción de Proyecto
- Figura 2.11 Curva de Elevación/ Superficie/ Capacidad de la Curva Embalse de Río Toabré
- Figura 2.12 Sección Transversal Típica Presa del Río Toabré
- Figura 2.13 Opción 9: Toabré y Caño Sucio a 100-90, Indio 80-40, Descripción de Proyecto
- Figura 2.14 Opción 10: Toabré y Caño Sucio a 100-90, Indio 45-40, Descripción de Proyecto
- Figura 3.1 Subcuenta de Río Indio, Caño Sucio y Toabré
- Figura 3.2 Precipitación Media Anual en mm en la Región Occidental
- Figura 3.3 Temperatura en °C en la Región Occidental
- Figura 3.4 Escorrentia Media Anual en m³ en la Región Occidental
- Figura 3.5 Perfil Longitudinal de las Principales Cuencas de la ROCC
- Figura 3.6 Estacionalidad de la Descarga en la ROCC.
- Figura 3.7 Cobertura Vegetal
- Figura 3.8 Cambio de Uso de la Tierra
- Figura 3.9 Sitios de Recursos Culturales
- Figura 4.1 Opción 5: Caño Sucio 100-90, Indio 80-40, Posibles Impactos sobre los Suelos.
- Figura 4.2 Opción 6: Caño Sucio 100-90, Indio 45-40, Posibles Impactos sobre los Suelos.
- Figura 4.3 Opción 7: Toabré 95-50, Indio 80-40, Posibles Impactos sobre los Suelos.
- Figura 4.4 Opción 8: Toabré 95-50, Indio 45-40, Posibles Impactos sobre los Suelos.
- Figura 4.5 Opción 9: Toabré y Caño Sucio a 100-90, Indio 80-40, Posibles Impactos sobre los Suelos.
- Figura 4.6 Opción 10: Toabré y Caño Sucio a 100-90, Indio 45-40, Posibles Impactos sobre los Suelos.
- Figura 4.7 Opción 5: Caño Sucio 100-90, Indio 80-40, Posibles Impactos sobre la Cobertura Vegetal.
- Figura 4.8 Opción 6: Caño Sucio 100-90, Indio 45-40, Posibles Impactos sobre la Cobertura Vegetal.
- Figura 4.9 Opción 7: Toabré 95-50, Indio 80-40, Posibles Impactos sobre la Cobertura Vegetal.
- Figura 4.10 Opción 8: Toabré 95-50, Indio 45-40, Posibles Impactos sobre la Cobertura Vegetal.
- Figura 4.11 Opción 9: Toabré y Caño Sucio a 100-90, Indio 80-40 Posibles Impactos sobre la Cobertura Vegetal.
- Figura 4.12 Opción 10: Toabré y Caño Sucio a 100-90, Indio 45-40, Posibles Impactos sobre la Cobertura Vegetal.

- Figura 4.13 Opción 5: Caño Sucio 100-90, Indio 80-40, Impactos Potenciales sobre la Población e Infraestructura.
- Figura 4.14 Opción 6: Caño Sucio 100-90, Indio 45-40, Impactos Potenciales sobre la Población e Infraestructura.
- Figura 4.15 Opción 7: Toabré 95-40, Indio 80-40, Impactos Potenciales sobre la Población e Infraestructura.
- Figura 4.16 Opción 8: Toabré 95-50, Indio 45-40, Impactos Potenciales sobre la Población e Infraestructura.
- Figura 4.17 Opción 9: Toabré y Caño Sucio a 100-90, Indio 80-40, Impactos Potenciales sobre la Población e Infraestructura..
- Figura 4.18 Opción 10: Toabré y Caño Sucio a 100-90, Indio 45-40, Impactos Potenciales sobre la Población e Infraestructura.
- Figura 5.1 Oportunidades para Actividades de Reforestación que ayuden a Reconectar Fragmentos de Bosques en el Área de Estudio (área demarcadas en rojo)

RESUMEN EJECUTIVO

URS fue seleccionada por la ACP para realizar el análisis ambiental de las opciones de agua en los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré y determinar cuales son las opciones factibles y preferidas desde el punto de vista de los impactos socioambientales y la posibilidad de manejarlos adecuadamente. Como parte del esfuerzo se deben presentar dos informes de Evaluación Ambiental, uno para las opciones de agua en la cuenca del Río Indio y otro para las opciones que involucran al menos dos de las tres cuencas. Este informe se refiere al análisis ambiental para las opciones que involucran al menos dos de las tres cuencas.

ANTECEDENTES

Actualmente la Autoridad del Canal de Panamá (ACP) realiza una serie de estudios para formular un Plan Maestro para la Ampliación y Modernización del Canal. Esos estudios incluyen la definición de nuevas fuentes de agua pues se considera que el aumento en la demanda para el tráfico de barcos y el consumo de la población sobrepasaría la capacidad de abastecimiento del sistema actual, que depende de los lagos Alhajuela y Gatún. Las opciones de agua más promisorias han sido identificadas en la Región Occidental de la Cuenca del Canal (ROCC), ubicada hacia el oeste del Canal y del Lago Gatún (Figura RE-1), con un área aproximada de 2131 Km² y un promedio anual escurrimiento de agua de 4410 millones de metros cúbicos (MMC). Para fines de comparación, la Región Oriental de la cual depende actualmente el abastecimiento tiene una superficie aproximada de 3310 Km² y una descarga aproximada de 4655 MMC.

La intención de la ACP es que la alternativa seleccionada sea diseñada, construida y operada de acuerdo al Manual Ambiental de la ACP, cumpla con las leyes y reglamentos de la República de Panamá y con los lineamientos y requerimientos de las organizaciones internacionales de financiamiento tales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial.

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES Y RIESGOS DE LOS PROYECTOS HIDRÁULICOS

Hoy en día se sabe que la manipulación a gran escala del entorno geográfico para el aprovechamiento de los recursos hídricos con fines específicos implica la generación de impactos socioambientales y riesgos considerables⁽²⁰⁾. El establecimiento de presas y embalses típicamente desplaza comunidades y altera la geodinámica local y el proceso evolutivo natural. De tal forma que se impone una carga adicional a poblaciones rurales que son típicamente pobres y se establecen nuevas condiciones para los ecosistemas regionales. Entre los principales impactos socioambientales y riesgos del desarrollo de proyectos hidráulicos en las tierras bajas

del trópico, como son las condiciones en las cuencas de los Ríos Toabré Caño Sucio e Indio, se deben considerar:

- El desplazamiento de población y las dificultades y complicaciones que la reubicación acarrea a esa población incluyendo pérdidas materiales y valores sociales además de la susceptibilidad a enfermedades y los efectos de un medio desconocido.
- La deforestación y destrucción de ecosistemas y hábitat natural, normalmente asociado por el desarrollo inducido, un efecto que desencadena una serie de procesos que conllevan a un empobrecimiento progresivo de las condiciones ambientales y sociales de la región.
- La erosión y sedimentación en la cuenca, importante tanto para la longevidad del embalse, como para las condiciones ambientales en el mismo y que pueden ser fuertemente incrementadas por la deforestación y las actividades de construcción.
- El riesgo de eutrofización y deterioro de la calidad del agua en los embalses, los cuales son también influenciados por las actividades que se realizan en la cuenca.
- El riesgo de infestaciones de malezas acuáticas, las cuales pueden favorecer la proliferación de vectores e influenciar las características del embalse y del agua misma, limitando su uso.
- La reducción o desaparición de especies de vida silvestre, especialmente migratorias, como resultado de la alteración de las áreas terrestres y estuarinas que puedan servirles de hábitat así como de cambio en el hidroperíodo.
- La pérdida y destrucción de sitios arqueológicos.

El conocimiento actual de estos problemas nos indica que la mayor parte de los mismos pueden ser prevenidos, reducidos o controlados, cuando el proceso de evaluación socioambiental y de riesgos es parte inseparable del ciclo de vida de los proyectos. Esta estrategia conduce a la generación de un programa de mejoramiento ambiental de las cuencas, incluyendo las áreas de influencia directa e indirecta de los embalses, principalmente las ubicadas aguas arriba por medio del manejo y uso apropiados de los bienes y servicios naturales de las mismas.

EL MANEJO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS

El manejo integrado de los recursos hídricos (MIRH) es un proceso que promueve el desarrollo coordinado y la gestión del agua, suelo y recursos relacionados, para maximizar el beneficio social y económico de manera equitativa y sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales⁽³³⁾. El proceso del MIRH ha atraído particular atención desde 1992, con la Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente llevada a cabo en Dublín y la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo realizada en Río De Janeiro. Desde entonces, el MIRH ha encontrado apoyo universal a través de la comunidad internacional. En el caso particular de la ACP, el enfoque del MIRH coincide indudablemente con el mandato y la política institucional y debe ser visto como un proceso que la asista en sus esfuerzos por tratar

los asuntos del agua de una manera sostenible y con efectividad de costos.

OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL

El objetivo primordial de la evaluación ambiental es incorporar las consideraciones de carácter socioambiental al proceso de selección de la opción de agua necesaria para el abastecimiento al sistema del Canal de Panamá. Para ello se debe cumplir con los requerimientos de análisis ambiental establecido tanto por el manual de la ACP como por los procedimientos de la ANAM y los lineamientos y requerimientos de organizaciones financieras internacionales como el Banco Mundial y el BID. De manera más específica se pueden incluir los siguientes objetivos:

1. Identificar, calificar y cuantificar en base a la información existente los posibles impactos socioambientales que podrían ser causados por cada una de las opciones de agua consideradas en las tres cuencas, detectando posibles sinergias en el proceso.
2. Determinar las necesidades de manejo y mejoramiento socioambiental, que serían necesarias para que la ejecución de las opciones consideradas sea socio-ambientalmente viable.
3. Incorporar la opinión de los interesados y de la sociedad civil en general al proceso de selección de la mejor opción.
4. Determinar las opciones factibles al considerar tanto los elementos de carácter técnico como los de carácter económico, financiero, social y ambiental.

LAS OPCIONES DE AGUA EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS INDIO, TOABRÉ Y CAÑO SUCIO

Aún cuando las Opciones 1 y 2 (opciones de agua sólo para la cuenca de Río Indio) ya han sido descritas en el informe sobre las opciones de agua en la cuenca del Río Indio, se incluyen nuevamente dado que estas dos opciones conforman, en combinación con otras cuencas, las opciones aquí descritas. Estas opciones (1 y 2), así como las opciones 5 a la 10, se describen brevemente a continuación y sus características principales se muestran en forma comparativa en el Cuadro RE-1 y su distribución geográfica en la Figura RE-2.

Opción 1: Indio 80-40. Esta opción incluye una presa sobre el Río Indio, en el sitio conocido como Cerro Tres Hermanas (UTM: 994700N, 590300E), con cota de coronación de 85 metros sobre el nivel del mar- msnm. Esta presa da origen a un reservorio que operaría normalmente entre las cotas de 80 y 40 msnm con un volumen máximo de 1577 MMC y mínimo de 283 MMC, lo cual proporciona un almacenamiento útil de 1294 MMC. El embalse a la cota máxima de operación (80 msnm) inunda una área de 45.6 Km² y de 17.7 Km² al nivel de operación mínima de 40 msnm. El agua sería transferida desde el embalse al Lago Gatún por un túnel de 8.35 Kms de largo y 4.5 m de diámetro interno.

**Cuadro RE-1:
 Resumen Comparativo de la Información Crítica de las Seis Opciones Consideradas en las Cuencas
 de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré**

Escenario del proyecto	Opción 1		Opción 2		Opción 5		Opción 6		Opción 7		Opción 8	
	Indio 80-40	3,078	Indio 45-40	3,078	Caño Sucio 100-90	Indio 80-40	Caño Sucio 100-90	Indio 45-40	Toabré 95-50	Indio 80-40	Toabré 95-50	Indio 45-40
Hydrología												
Precipitación (mm/yr)	3,078	3,078	3,078	3,078	3,500	3,500	3,500	3,078	2,800	3,078	2,800	3,078
Caudal promedio (m3/s)	25.8	25.8	25.8	25.8	7.5	7.5	7.5	25.8	41	25.8	41	25.8
Embalse												
Cuenca (Km2)	381	381	381	381	111	111	111	381	727	381	727	381
Nivel máximo (msnm)	80	80	45	80	100	100	100	45	95	80	95	45
Volumen (MMC)	1,577	1,577	400	1,577	72.7	72.7	72.7	400	918	1,577	918	400
Superficie (Km2)	45.6	45.6	22.5	45.6	12.41	12.41	12.41	22.5	39	45.6	39	22.5
Nivel mínimo (msnm)	40	40	40	40	90	90	90	40	50	40	50	40
Volumen (MMC)	283	283	283	283	4.2	4.2	4.2	283	90	283	90	283
Transferencia/Túnel									Toabré a Indio	Indio a Gatún	Toabré a Indio	Indio a Gatún
Longitud (Km)	8.35	8.35	8.35	Ninguno necesario	8.42	8.42	8.42	Ninguno necesario	16.0	8.35	16.0	8.35
Diámetro (m)	4.5	4.5	4.5	----	5.5	5.5	5.5	----	5	4.5	5	4.5
Costo estimado												
Costo de const. (\$ M's)	\$230	\$185	\$185	\$230	\$79	\$79	\$79	\$185	\$391	\$230	\$391	\$185
Costo anual (\$M's)	\$1.94	\$1.39	\$1.39	\$1.94	\$1.19	\$1.19	\$1.19	\$1.39	\$2.34	\$1.94	\$2.34	\$1.39
Rendimiento estimado												
Esclusajes/día	15.5	1.4	1.4	18.0	3.9	3.9	3.9	3.9	31.6	17.02	31.6	17.02
MMC/año	1,177	106	106	1,367	296	296	296	296	2,406	1,307	2,406	1,307

Evaluación Ambiental de las Opciones de Agua en los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré, ROCC
 Proyecto No. SAA-17595

Escenario del proyecto	Opción 1		Opción 2		Opción 9			Opción 10		
	Indio 80-40	Indio 45-40	Toabré 100-90	Caño Sucio 100-90	Indio 80-40	Toabré 100-90	Caño Sucio 100-90	Toabré 100-90	Caño Sucio 100-90	Opción 2 Indio 45-40
Hidrología										
Precipitación (mm/yr)	3,078	3,078	2,800	3,500	3,078	2,800	3,500	2,800	3,500	3,078
Caudal promedio (m3/s)	25.8	25.8	41	7.5	25.8	41	7.5	41	7.5	25.8
Embalse										
Cuenca (Km2)	381	381	727	111	381	727	111	727	111	381
Nivel máximo (msnm)	80	45	100	100	80	100	100	100	100	45
Volumen (MMC)	1,577	400	1,130	72.7	1,577	1,130	72.7	1,130	72.7	400
Superficie (Km2)	45.6	22.5	46	12.41	45.6	46	12.41	46	12.41	22.5
Nivel mínimo (msnm)	40	40	90	90	40	90	90	90	90	40
Volumen (MMC)	283	283	----	4.2	283	----	4.2	----	4.2	283
Transferencia/Túnel										
Longitud (Km)	8.35	8.35	Ninguno necesario	8.42	Ninguno necesario	Ninguno necesario	8.42	Ninguno necesario	8.42	Ninguno necesario
Diámetro (m)	4.5	4.5	----	5.5	----	----	5.5	----	5.5	----
Costo estimado										
Costo de const. (\$ M's)	\$230	\$185	\$419	\$79	\$230	\$419	\$79	\$419	\$79	\$185
Costo anual (\$M's)	\$1.94	\$1.39	\$2.34	\$1.19	\$1.94	\$2.34	\$1.19	\$2.34	\$1.19	\$1.39
Rendimiento estimado										
Esclusajes/día	15.5	1.4		26.2					12.1	
MMC/año	1,177	106		1,989					989	

En el sitio de presa la descarga media anual del río ha sido estimada en 814 MMC y el sistema contribuye un total de 15.5 esclusajes diarios a la operación del canal lo que equivale a 1177 MMC/año. Esta opción tiene un costo total de inversión de B./ 230 millones y su costo operativo anual se estima en B./ 1.94 millones.

Opción 2: Indio 45-40. Esta opción es una versión reducida de la anterior con una presa más pequeña y un nivel máximo de operación normal de 45 msnm, en el cual el embalse almacena un total de 400 MMC y cubre un total de 22.5 Km². Estos cambios reducen la contribución de agua a 1.4 esclusajes/día (106 MMC) y reducen los costos de inversión a B./ 185 millones y los costos de operación a B./ 1.39 millones/año.

Opción 5: Caño Sucio 100-90 / Indio 80-40. La Opción 5 consta de un embalse en Caño Sucio combinado con la Opción 1 (Indio 80-40). Esta opción incluye una presa sobre el Río Caño Sucio, sobre el canal principal del río alrededor de las coordenadas 987340N, 576015E (Sistema de coordenadas UTM), con cota de coronación de 103.3 metros sobre el nivel del mar- msnm. La presa en Caño Sucio creará un embalse con una capacidad bruta de almacenamiento de aproximadamente 73 MMC a El. 100, nivel de embalse lleno. El embalse útil entre El. 100 y El. 90 será de 68.5 MMC. El embalse a la cota máxima de operación (100 msnm) inunda una área de 12.41 Km² y de 2.54 Km² al nivel de operación mínima de 90 msnm. Esta opción incluye un túnel de transferencia de 1300 metros de largo, 5.5 metros de diámetro al Embalse de Indio.

Opción 6: Caño Sucio 100-90 / Indio 45-40. La Opción 6 incluye los elementos descritos anteriormente para el embalse de Caño Sucio en combinación con la Opción 2 (Río Indio 45-40).

Opción 7: Toabré 95-50 / Indio 80-40. La Opción 7 consta de un embalse en Toabré combinado con la Opción 1 (Indio 80-40). Esta opción incluye una presa sobre el Río Toabré, sobre el canal principal del río alrededor de las coordenadas 981500N, 566000E (Sistema de coordenadas UTM), con cota de coronación de 99.5 metros sobre el nivel del mar- msnm. La presa en Toabré creará un embalse con una capacidad bruta de almacenamiento de aproximadamente 918 MMC a El. 95, nivel de embalse lleno. El embalse útil entre El. 95 y El. 50 será de 828 MMC. El embalse a la cota máxima de operación (95 msnm) inunda una área de 39 Km² y de 6 Km² al nivel de operación mínima de 50 msnm. Esta opción incluye un túnel de transferencia de 16000 metros de largo y 5 metros de diámetro hasta el Embalse de Indio.

Opción 8: Toabré 95-50 / Indio 45-40. La Opción 8 incluye los elementos descritos anteriormente para el embalse de Toabré en combinación con la Opción 2 (Río Indio 45-40).

Opción 9: Toabré 100-90 / Caño Sucio 100-90 / Indio 80-40. La Opción 9 incluye los elementos descritos anteriormente para el embalse de Toabré en combinación con la Opción 5 (Río Caño Sucio 100-90 más Indio 80-40).

Opción 10: Toabré 100-90 / Caño Sucio 100-90 / Indio 45-40. La Opción 10 incluye los elementos descritos anteriormente para el embalse de Toabré en combinación con la Opción 6 (Río Caño Sucio 100-90 más Indio 45-40).

CONDICIONES EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS INDIO, TOABRÉ Y CAÑO SUCIO Y SUS ÁREAS DE INFLUENCIA

Las cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré, forman parte de los sistemas hidrográficos más importantes que se localizan hacia el oeste del Canal de Panamá y el Lago Gatún y forman parte de la ROCC. En el caso de Río Indio un 68% aproximadamente del área total del sistema hidrográfico se encuentra dentro de la ROCC. El área que drena Río Indio (cuenca) tiene una superficie total de 565 Km² y el área que forma parte de la ROCC es de solamente 386.6 Km². En el caso de Caño Sucio, este es un tributario del Río Miguel de la Borda. El sistema completo del Río Miguel de la Borda drena un área de aproximadamente 550 Km², pero la proporción de la misma dentro de la ROCC es aún más pequeña (18%).

Por el contrario, en el caso del Río Toabré el 100% de su área de drenaje está comprendida dentro de la ROCC. Toabré es en realidad un tributario del Río Coclé del Norte, que se une a este en el sitio conocido como Boca de Toabré. El Río Coclé del Norte el cual drena un área total de 1,725 Km², de los cuales 1,643 Km², o sea el 95% de la misma se encuentra dentro de la ROCC. Por su parte, el Río Toabré drena un área total de 788 Km², lo cual representa el 48% de la cuenca del Río Coclé del Norte, comprendida dentro de la ROCC. El área del Río Toabré hasta el sitio posible de cierre es de 729 Km², lo cual representa el 93%, aproximadamente, del total.

En conjunto, tomando en cuenta la localización de los posibles puntos de cierre, los tres ríos drenan un área total de 1,235 Km² y tienen una producción media combinada de agua de 2,334 millones de metros cúbicos (MMC) por año. Esta descarga es equivalente a un caudal promedio de 74 metros cúbicos por segundo (MCS), lo cual representa el 40% aproximadamente de la descarga que estos sistemas hidrográficos descargan al Mar Caribe.

El área de mayor interés, que consiste en la sección de las cuencas aguas arriba de los sitios de presa propuestos en cada uno de los tres ríos, y las áreas adyacentes al cauce principal del río aguas debajo de los embalses que se formarían, incluye territorios de tres Provincias de la República de Panamá (Coclé, Colón y Panamá), seis Distritos (Antón, La Pintada, Penonomé, Chagres, Donoso y Capira) y 13 corregimientos.

La población en estas áreas se encuentra en una situación de pobreza a pobreza extrema y la mayoría de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas naturales se han reducido significativamente. Con el deterioro de las condiciones naturales se agudiza el empobrecimiento de las comunidades locales. Los indicadores de calidad de vida y los servicios básicos de salud, educación, agua potable, electricidad, telefonía y transporte son significativamente inferiores a los promedios nacionales y el área se caracteriza por exportar población, especialmente mujeres jóvenes que salen a los centros urbanos en busca de empleo.

Las causas principales del deterioro ambiental son la deforestación y los incendios forestales que transforman el paisaje, naturalmente dominado por bosque de gran desarrollo estructural, en un mosaico de pastizales y rastrojos. Con la deforestación y las quemas el ciclo natural de nutrientes pierde su principal reservorio que es la biomasa misma del bosque. Esos sistemas forestales son muy frágiles a la pérdida de los nutrientes, pues pierden su alta productividad y diversidad biológica asociadas y su capacidad para regular y amortiguar otros procesos importantes como el mismo ciclo del agua y su efecto sobre los procesos de erosión y transporte de sedimento.

• Principales Características Biofísicas

Geológicamente la mayor parte de la ROCC, está emplazada sobre formaciones litológicas del Período Terciario Inferior - Superior e Indiferenciado, que se caracterizan por la presencia de rocas de origen sedimentario y volcánico. En el sector bajo más cerca del mar se distinguen las formaciones sedimentarias Gatún y Chagres, que se formaron principalmente durante el Terciario Inferior y Superior. El sector medio está dominado la formación sedimentaria Gatún y las rocas típicas incluyen arenisca tobácea, lutita tobácea, toba y calizas foraminíferas. Finalmente, en el sector superior, se presentan formaciones de origen volcánico. La **topografía** es mayoritariamente ondulada y quebrada con un basamento rocoso y afloraciones. La región es **cálida** (media mensual entre 23.2°C y 27.4°C) y **lluviosa** (media anual entre 1400 y 4700 mm/año), lo cual ha dado origen a la lixiviación de los **suelos**, los cuales son pobres y con muchas restricciones para la agricultura y ganadería tradicional. Bajo esas condiciones existe un considerable **escurrimiento** superficial de agua que para el área de la ROCC oscila entre 392 y 3073 mm/año.

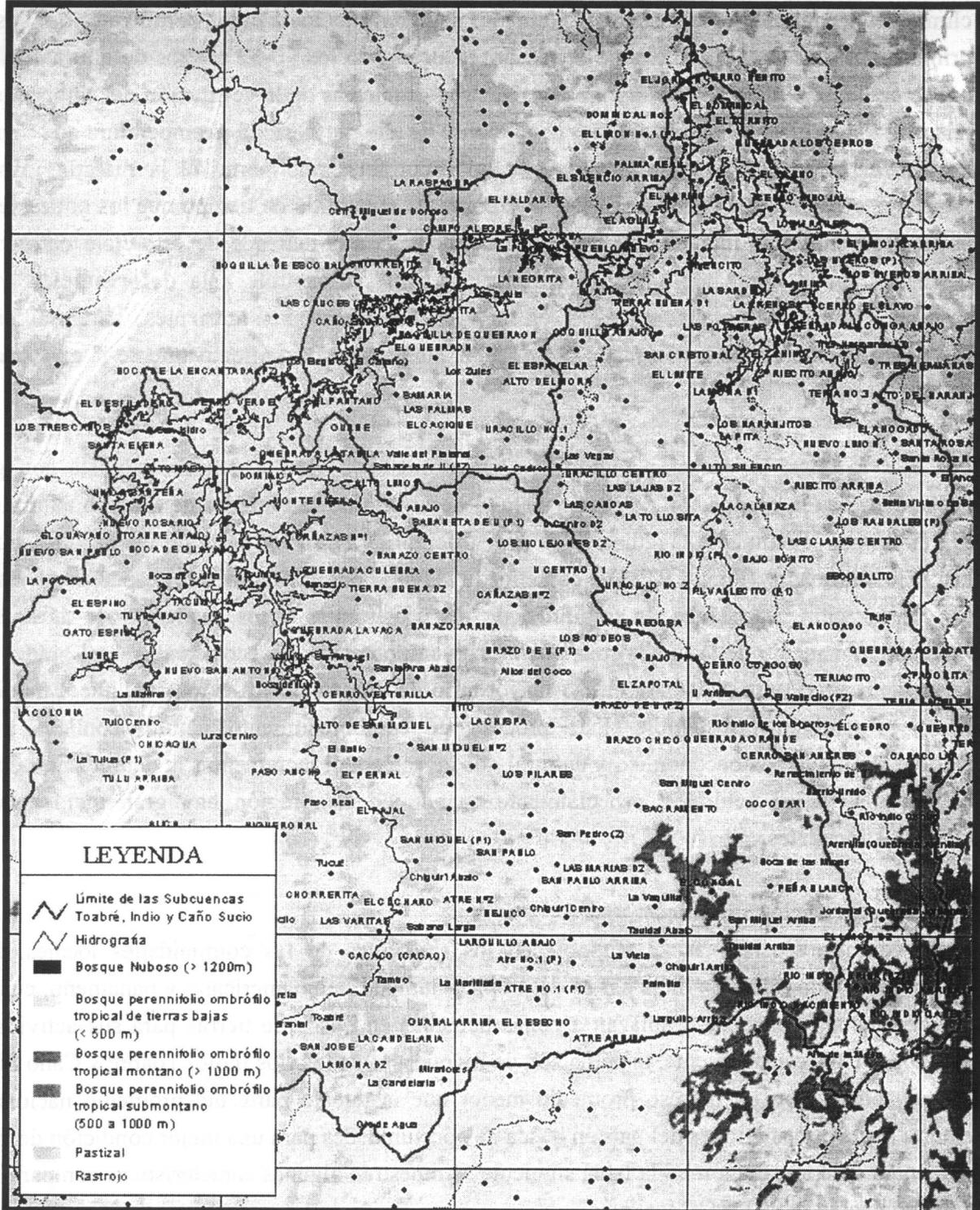
En su estado natural los ecosistemas nativos fueron principalmente **bosques tropicales perennifolios** de gran desarrollo vertical y biomasa. Estimaciones basadas en las condiciones climáticas y edáficas y observaciones puntuales sugieren que los árboles dominantes del bosque primario en esta región de Panamá deben haber alcanzado los 50-52 metros de altura con una estructura compleja de hasta cuatro niveles de árboles además de la vegetación del sotobosque y una **alta diversidad biológica**. Por las condiciones de alta pluviosidad y temperatura que tienden a remover rápidamente los nutrientes que no están formando parte de la materia viva, la estrategia evolutiva del sistema consiste en minimizar el período de tiempo que los nutrientes se encuentran en forma inorgánica soluble. El ecosistema, que depende de este ciclo cerrado de nutrientes (poco intercambio con el exterior), es muy susceptible a la **deforestación** y las **quemadas** porque, especialmente estas últimas al mineralizar los nutrientes, abren el ciclo, favorecen la solubilidad y el arrastre por el agua, aumentando significativamente la exportación de los mismos.

Por esas razones, la vocación regional es mayormente forestal y conservacionista con gran capacidad para la producción de agua y para el desarrollo de actividades de turismo naturalista. Sin embargo, actualmente la situación es muy diferente y la mayor parte de los bosques (65%) han sido eliminados (Figura RE-3) y con ellos la mayoría del hábitat para las especies silvestres. La colonización espontánea, la fragilidad de los ecosistemas y los esquemas de agricultura itinerante por medio de la tumba-roza-quema han empobrecido los ecosistemas a tal grado, que se convierten en pastizales para el uso mayoritario de una ganadería extensiva, que a mediano plazo es también insostenible. Este proceso de empobrecimiento natural conlleva a un empobrecimiento socioeconómico y cultural que se acelera al incrementar la depredación de los bienes y servicios naturales, especialmente cuando en esta región hay gran incidencia de incendios forestales.

• Aspectos Socioeconómicos

Junto con los ecosistemas se empobrecen los residentes de las comunidades locales. Esta situación ha sido típica de otras partes del trópico húmedo latinoamericano y panameño, cuando campesinos sin tierras se desplazan a zonas húmedas en busca de tierras para sus actividades agrícolas. Consecuentemente, la población de las cuencas de los ríos Indio, Toabré y Caño Sucio es muy pobre, con un ingreso promedio menor que la tercera parte del promedio nacional y emigra hacia otras regiones del país en busca de oportunidades para una mejor condición de vida. A manera de comparación en la tabla siguiente se muestran algunas características comparativas de la población de la ROCC y el país.

Figura RE-3: Estado del Hábitat Natural en las Cuencas de Río Indio, Caño Sucio y Toabré



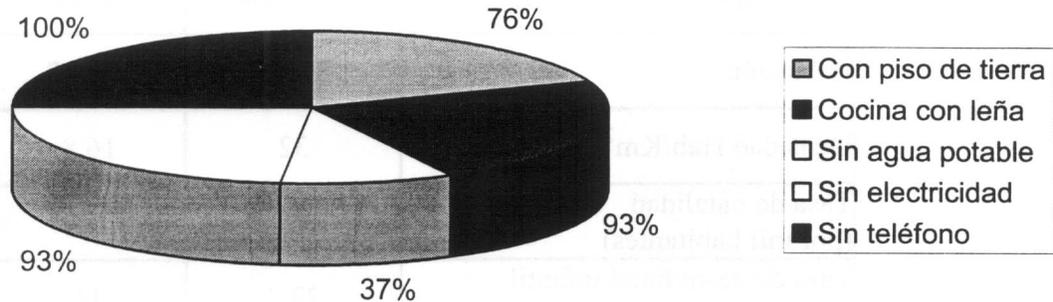
Cuadro RE-2:
Comparación de algunas características importantes de la población

Aspectos Demográficos	Nacional	ROCC
Población	2,830,177	35,727
Densidad Hab/Km ²	32	16.8
Tasa de natalidad (por mil habitantes)	25	35.7
Tasa de mortalidad infantil (por mil nacidos vivos)	23.2	34
Tasa de crecimiento (1990-2000)	2	0.96
Esperanza de vida (en años)	73.9	68.5
Mediana de ingreso mensual (B/. por población ocupada)	271	72
Tasa de analfabetismo (% de población de 10 años o más)	8	9.6

Fuente: URS, 2003.

Según el análisis de la información de los Censos de 2000 en las cuencas de los ríos Indio, Toabré y Caño Sucio existían a esa fecha un total de 5284 viviendas. Las principales características de esas viviendas se presentan en la gráfica a continuación.

Figura RE-4: Características de las Viviendas

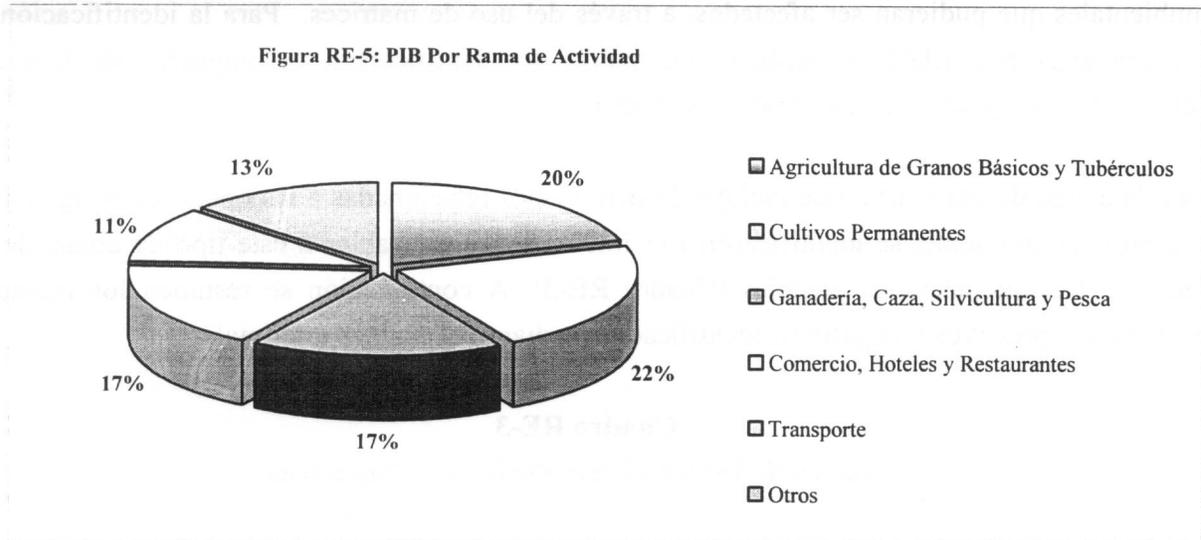


Como es de esperar en esta situación, la infraestructura de servicios básicos es muy limitada y el acceso mismo a la mayoría de las comunidades es difícil y costoso. La colonización del área no ha sido planificada sino desordenada y espontánea y se realizó de manera diferente desde el norte y el sur de las cuencas. Desde el norte el proceso dependió mayormente del acceso por el cauce de los principales ríos y sus tributarios mayores principalmente durante la época de lluvias, mientras que desde el sur la colonización se realizó principalmente durante la época seca por caminos de penetración desde la carretera panamericana y otras vías secundarias.

En resumen, el proceso histórico de colonización espontánea, no planificada y depredadora de los bienes y servicios naturales de la región ha llevado a la ocupación desorganizada y desarticulada del territorio. Los paisajes existentes en la cuenca muestran los efectos de ese proceso de colonización, ocurrido en parte por la falta de seguridad de la tenencia de la tierra y otros factores políticos y socio – económicos, que se manifiestan en una situación actual de alto empobrecimiento ambiental y social. La tendencia hacia una profundización del empobrecimiento ambiental y social en las tres cuencas, constituye un riesgo para la estabilidad de las opciones de agua en caso de que una o más de estas se llegue a ejecutar.

Dentro de las actividades agrícolas, las que más contribuyen al PIB son los cultivos permanentes y la agricultura de subsistencia. La agricultura de granos básicos (arroz, maíz) y los tubérculos aportan el 42% del PIB regional. El rubro más importante y el que genera excedentes monetarios para el intercambio con el exterior es la agricultura permanente, siendo los

principales cultivos el café y el guineo, plátano, naranjas y pixbae, entre otros. Esta información se resume en la gráfica a continuación.



• Recursos Arqueológicos en la Cuenca de Río Indio

El inventario realizado por el estudio de recopilación de datos ambientales y culturales⁽⁵³⁾ revisó 11 sitios conocidos en la ROCC e identificó 72 sitios más. En las cuencas de Río Indio, Toabré y Caño Sucio existen varios sitios importantes que se describen a continuación:

- **Uracillo / Pn-50.** Es una aldea sobre la que informara Stirling en 1951. Éste es uno de los sitios más importantes en la ROCC y tiene importancia tanto regional como nacional. Fue ocupado en el Período Cerámico Medio y llegó a su apogeo para el 750 – 900 DC.
- **Cantera Prehistórica / Cp-52.** Este es otro sitio importante en esta cuenca es donde se obtuvo material lítico criptocristalino. Este sitio también tiene importancia regional y nacional en relación con las primeras tecnologías y el uso de materia prima en Centroamérica y el área más amplia del Caribe.
- **Caserío / Cp-41.** Este es un sitio de potencial moderado en la cuenca de Río Indio que incluye varios abrigos rocosos y un caserío, el cual data de aproximadamente 550– 750 DC y contiene entierros documentados.
- **Otros Sitios.** Otros sitios, principalmente de abrigos rocosos incluyen algunos cementerios (Cp-44, Pn-21), algunos con petroglifos (Cp-37 y Cp-43) y otros con potencial de contener depósitos sellados intactos, (por ejemplo C-35 y Cp-58) y algunos caseríos con talleres líticos (Do-66).

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

La identificación y clasificación de los posibles impactos socio-ambientales y riesgos toma en consideración las actividades típicas de este tipo de obra, relacionándolas con los aspectos socio-ambientales que pudieran ser afectados, a través del uso de matrices. Para la identificación de los impactos potenciales se utilizó una matriz de identificación de impactos de Leopold, reformada y adaptada para este tipo de proyecto.

Con la ayuda de esa matriz que incluyó 21 actividades relacionadas a las opciones de agua y 22 aspectos del ambiente, se identificaron 171 interacciones aplicables a este tipo de obras, de un total de 462 interacciones posibles (Cuadro RE-3). A continuación se resumen los impactos potenciales, positivos y negativos, identificados mediante el análisis matricial.

Cuadro RE-3
Número de Interacciones Positivas y Negativas

Tipo de Impacto	Etapas					Total
	Planificación	Construcción	Operación	Abandono	No Acción	
Positivo	1	19	4	4	11	39
Negativo	8	97	11	1	15	132
	9	116	15	5	26	171

En la etapa de planificación se identificaron 9 impactos de los cuales 8 son negativos y 1 positivo. Este último se refiere al empleo de personas del área para acompañar los trabajos de levantamiento de información y servicios de transporte a caballo o en lancha. Los impactos negativos potenciales identificados en esta etapa se refieren a los aspectos socioeconómicos, derivados de la especulación de lo que podría ocurrir, afectando lógicamente a las personas, la cohesión comunitaria, la producción agropecuaria, la tenencia de la tierra y la infraestructura. En la etapa de construcción, como se aprecia en el cuadro anterior es donde ocurre el mayor número de impactos. Los impactos positivos potenciales se refieren a la generación de empleo y el aumento del comercio. Los impactos socioambientales y riesgos potenciales serán descritos en los párrafos a continuación.

En la etapa de operación los impactos positivos potenciales se refieren también a la generación de empleo y al aumento del turismo. En la etapa de abandono, un impacto negativo potencial es que los trabajadores del proyecto perderían su empleo. Finalmente, el no realizar el proyecto (no acción), genera también impactos socio-ambientales. Los impactos potenciales positivos se refieren a la implementación de los proyectos de desarrollo regional y los impactos negativos a la tendencia del cambio de uso del suelo y su efecto de empobrecimiento socioambiental.

• **Geología y Sismología**

En términos generales, la construcción y presencia posterior de las obras civiles asociadas con cualquiera de las seis opciones podría afectar las condiciones geológicas y geotécnicas del área. Más que impactos propiamente dichos estos pueden calificarse como riesgos, puesto que no se tiene la certeza de que los mismos puedan ocurrir. Los temas a considerar son el riesgo sísmico, deslizamiento de taludes y estabilidad geológica.

Conceptualmente hablando, los impactos socio-ambientales y riesgos potenciales de carácter geológico y geotécnico son de naturaleza similar para las seis opciones analizadas. El nivel de impacto dependerá de la opción y, en general, será mayor en proporción a la magnitud del proyecto, es decir, tamaño del embalse y altura de la presa, entre otros. La Opción 9 es la que presenta el mayor riesgo geológico, geotécnico y sísmico, dado que es la que incluye embalses de mayor tamaño y en general estructuras más grandes. Luego le sigue las opciones 10, 7 y 5 y las opciones de menor riesgo son las restantes, 5, 8 y 6, en ese orden. El nivel de riesgo asignado a cada opción dependió en general, de la magnitud del proyecto, es decir, tamaño del embalse, mayor movimiento de tierra, altura de la presa, etc.

El riesgo de **inestabilidad de taludes** en suelos residuales dependerá en gran medida del espesor de estos. De acuerdo con la información reportada en los estudios realizados hasta la fecha, se estima que el área del Río Toabré es probablemente la más susceptible a problemas de inestabilidad en suelos, incluyendo deslizamientos de taludes y erosión, debido al mayor espesor de suelos residuales y a las condiciones geomorfológicas del área. El área del proyecto en el Río Caño Sucio, por otro lado, pareciera incluir el menor espesor de suelos residuales. Esto, además del tamaño relativamente pequeño del embalse, resulta en un menor riesgo de deslizamientos de tierra. El espesor de suelos en las áreas de Río Indio se estima intermedio entre las condiciones prevalecientes en las áreas de Caño Sucio y Toabré.

Además de las condiciones geológicas, uno de los factores que hace el riesgo de deslizamiento de taludes en las laderas de los embalses un problema crítico es la gran fluctuación en el nivel del embalse propuesto en todas las opciones. Uno de estos casos es la Opción 9, Caño Sucio 100-90 / Toabré 100-50 / Indio 80-40, donde el nivel de los embalses variaría, en el caso de Caño Sucio entre 90 y 100 msnm, el río Toabré variará entre los 50 y 100 msnm y río Indio de 80 msnm (nivel de operación normal máximo) hasta un nivel mínimo de 40 msnm. Fluctuaciones similares también se proponen para las otras Opciones.

• **Suelos**

Las opciones de agua en las cuencas de los ríos Toabré, Caño Sucio e Indio tienen el potencial de afectar los suelos porque tanto los embalses como la infraestructura permanente y temporal utilizarán el espacio que actualmente es utilizado por suelos de diferentes clases. Estos impactos se producirían principalmente durante la fase de construcción de la opción u opciones de agua que se seleccionen para implementarse (Cuadro RE-4). Además, se espera que el desarrollo inducido que seguramente se producirá también durante las fases de construcción y operación en el área, afectará a los suelos que tienen limitaciones agropecuarias. El impacto será por la erosión y el deterioro de los suelos que no tienen vocación agropecuaria. Estos impactos al suelo se pueden prevenir mediante la implementación del plan de zonificación de usos del suelo de las cuencas y la adopción de medidas de protección de suelos en las actividades agropecuarias.

Cuadro RE-4
Impactos potenciales sobre los suelos que serían afectados por las opciones de aguas consideradas en las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré

COMPONENTE	CLASE					TOTAL			
	III	IV	VI	VII	VIII				
Río Indio Caminos	4.4	17.3	31.2	56.3	0	109.2			
Embalse 80-40	0	0	2,516.20	2,022.20	0	4,538.30			
Embalse 45-40	0	0	1,515.60	578.4	0	2,093.90			
Caño Sucio Caminos	0	0	71.4	3.4	10.4	85.1			
Embalse			1,322.70	21.6	10.3	1,354.50			
Toabré Caminos	0	0	25.1	35.7	18.8	79.6			
Embalse 100-90	0	0	1394.8	1874.6	1665.9	4,935.30			
Embalse 95-50	0	0	1,250.10	1,224.10	951	3,425.10			
Sitios de Préstamo	0	203	327.4	165.3	0	695.6			
Cantera Arenisca	0	0	0	58.8	0	58.8			
Depósitos Fluviales	0	0	85.9	0	0	85.9			
CLASE/DESCRIPCIÓN		Opciones							
		1	2	5	6	7	8	9	10
III	Arable, severas limitaciones en la selección de las plantas, requiere conservación especial o ambas	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
IV	Arable, muy severas limitaciones en la selección de las plantas, requiere manejo muy cuidadoso o ambas	220.3	220.3	17.3	17.3	17.3	17.3	17.3	17.3
VI	No arable, con limitaciones severas. apta para bosques, pastos, tierras de reservas	2,960.7	1,959.9	2572.3	1571.7	3822.6	2822	5361.3	4360.7
VII	No arable, con limitaciones muy severas apta para bosques, pastos, tierras de reservas	2,302.5	858.7	2099.1	655.3	3338.2	1894.4	4013.6	2569.8
VIII	No arable, con limitaciones que impiden su uso en la producción de plantas comerciales	0.0	0.0	1439.6	1439.6	969.8	969.8	1705.4	1705.4
TOTAL		5,487.90	3,043.30	6,132.7	3,688.30	8,152.20	5,707.80	11,102.00	8,657.70

A manera de comparar el impacto sobre el suelo por cada una de las opciones de agua, se toma como parámetro el área total afectada por el embalse, presa y otras obras, canteras y bancos de préstamo y la construcción de nuevos caminos y campamentos. La opción 9 es la que más área afecta directamente, esta opción incluye a las opciones de Indio 80-40, Toabré100-90 y Caño Sucio 100-90, seguida cercanamente de las opciones 7 (Toabré 95-50 y Indio 80-90) y 10 (Toabré100-90, Caño Sucio 100-90 y Indio 45-40), alrededor de la mitad de su valor para las opciones 5 (Caño Sucio 100-90 y Indio 80-40) y 8 (Toabré 95-50 y Indio 45-40); y finalmente la opción 6 (Caño Sucio 100-90 y Indio 45-40) con aproximadamente un tercio de su valor como se observar en el cuadro RE-4 donde se presentan los datos para cada una de las opciones. Las opciones 1 y 2 representan cerca del 50% y 80% de la suma total de la opción dónde están incluidas. El impacto en el suelo por las opciones de agua en el área de influencia indirecta en las etapas de construcción y operación (desarrollo inducido), se considera que es un riesgo similar para todas las opciones y se debe prevenir a través de un plan de zonificación de usos del suelo y promoción de medidas de conservación y protección de suelos en las actividades agropecuarias, con fondos del proyecto.

• **Recursos Hídricos**

Las opciones de agua en las cuencas de los ríos Indio, Toabré y Caño Sucio tienen el potencial de afectar los recursos hídricos porque tanto los embalses como la infraestructura permanente y temporal modifica el flujo del agua y pueden aportar elementos contaminantes. Los impactos potenciales a los recursos hídricos en la cuenca de Río Indio se han dividido en cuatro categorías funcionales: a) reducción de niveles de agua y caudales aguas abajo de la presa; b) sedimentación en el embalse y su impacto potencial en la operación de la presa y aguas abajo; c) riesgo de eutrofización en el (los) embalse(s); y d) calidad de agua en el canal fluvial aguas abajo del embalse y sitios de construcción y préstamo. Se espera que estos impactos se presenten mayormente durante la fase final de la construcción (llenado) y durante la fase de operación de las opciones de agua. La categoría que también se presenta de manera significativa durante la fase de construcción de las obras es el riesgo de deterioro de la calidad del agua aguas abajo de los sitios de presa y de los sitios de construcción en general.

Los impactos directos e indirectos sobre la calidad del agua tanto durante la fase de construcción como por el mantenimiento en la fase operación y desarrollo inducido en ambas está directamente asociado con el incremento de sedimento en suspensión, y los desechos tanto de carácter biodegradable como sustancias peligrosas. Estos impactos son prevenibles con las medidas adecuadas de manejo durante todo el ciclo de vida de las obras.

Con la construcción del proyecto habrá una atenuación significativa de los caudales en los ríos de las tres cuencas, aguas abajo de la presa, y por lo tanto, una reducción en los riesgos de inundación. La reducción de los riesgos de inundación, debido al efecto de la atenuación de caudales aguas abajo de los sitios de presa, dependerá de la ubicación de cada uno de los sitios de presa. Las alternativas que tienen sus sitios de presas más arriba, la reducción de los riesgos de inundación abarcarán un tramo mayor del río.

El análisis de la información existente sugiere que la sedimentación en el embalse no representaría un problema potencial y no se anticipa la necesidad de dragado. La información disponible indica que las tasas de erosión son del orden de 1.4 mm/año y que en un período de 100 años eso representa una pérdida de menos del 2% de la capacidad. Sin embargo, se debe enfatizar la necesidad de asegurar que las condiciones continúan similares en el futuro, para lo cual la zonificación de usos del suelo de acuerdo a su capacidad, y el mantenimiento periódico y rutinario a los caminos a fin de prevenir los derrumbes son muy importantes.

El análisis de los efectos sobre el lecho del río aguas abajo, debidos a la reducción de sedimentos atrapados en el embalse, indica que la degradación potencial del lecho fluvial sería insignificante, pero podría ocurrir un proceso de acumulación de sedimentos cerca de la desembocadura de los afluentes ya que al disminuir el caudal aguas abajo, también disminuye la capacidad del río de cargar sedimentos. Tampoco se anticipan problemas con la estabilidad de los bancos.

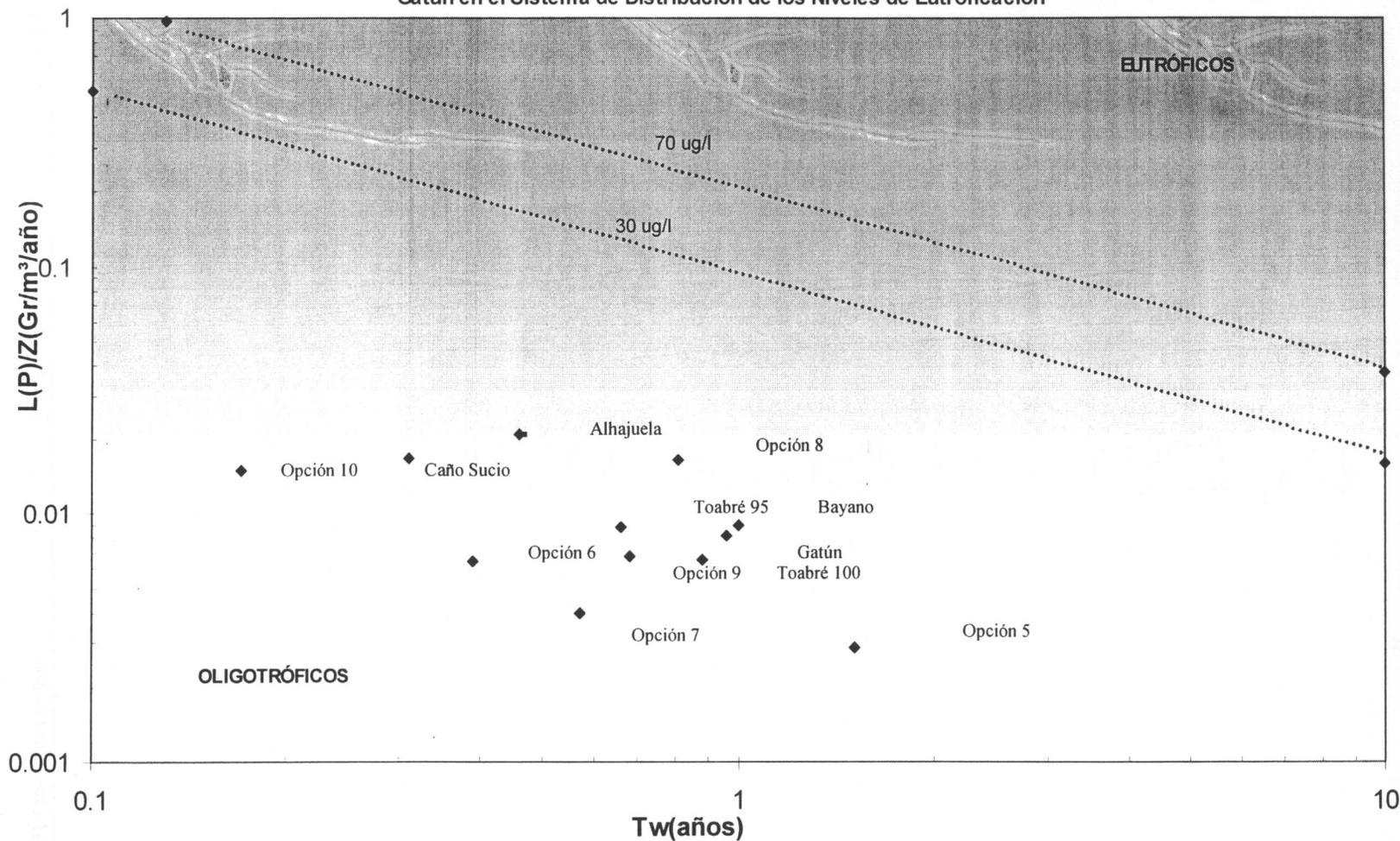
Por su parte el análisis del riesgo de eutrofización indica que el mismo es relativamente bajo (Figura RE-6) y se espera que con pequeñas diferencias los embalses asociados con todas las opciones tengan una capa oxigenada de 15 metros o más. Especialmente se considera que las opciones 8 y 9 serían similares a los embalses ya existentes, pero el análisis indica que las condiciones sean aún mejores para las opciones 5, 6, 7 y 10. Bajo estas condiciones se espera que los embalses de cualquiera de las opciones proporcionen un hábitat adecuado para el desarrollo de comunidades de peces que pueden contribuir a la alimentación y la economía de las poblaciones locales.

• Calidad del Aire y Ruido

El impacto potencial directo e indirecto sobre la calidad del aire y el ruido en las cuencas de los ríos Indio, Toabré y Caño Sucio y áreas aledañas, como resultado de la ejecución de una de las opciones de agua están principalmente asociados al incremento en el tránsito vehicular y el movimiento de tierra relacionado a las actividades de construcción. En el caso de la calidad del aire también se ha considerado el posible cambio en las tasas de incidencia de incendios

forestales. Para determinar las áreas que pudieran ser afectadas por las emisiones y ruidos de los vehículos, se consideró que la mayoría de las emisiones estarían localizadas a lo largo de las vías principales y de acceso al proyecto, así como en las áreas de canteras y frentes de trabajo.

Gráfico 4-1: Ubicación de las Opciones de Agua, estudiadas en la ROCC, y de los embalses Bayano, Alhajuella y Gatún en el Sistema de Distribución de los Niveles de Eutroficación



Basado en la experiencia previa de URS y en principios de dispersión de gases y partículas suspendidas en el aire, se ha establecido que a una distancia de 45 metros de cada lado de las vías se presentarían concentraciones permisibles de contaminantes atmosféricos, por lo tanto se asume que las áreas de impacto no irán más allá de esta “franja” de 90m.

La determinación del área de influencia por ruido se hizo con la metodología del U.S. Department of Housing and Development – Noise Assessment Guidelines para ruido ocasionado por tránsito vehicular. Utilizando un nivel sonoro promedio diurno-nocturno de 60 dB como valor deseado en el exterior de una estructura receptora, la distancia efectiva necesaria (del receptor del ruido al centro de la calle) deberá ser de 80 m aproximadamente. Por lo tanto, para evaluar aquellos receptores que serían afectados de una manera u otra se utilizó una franja de 160 m de ancho (80 m de lado y lado del centro de calle).

Una vez establecida el área de afectación, se procedió a contabilizar aquellos poblados que serían afectados negativamente por las distintas alternativas. Los resultados de este análisis indican que las Alternativas 9 y 10, las cuales involucran las tres subcuencas bajo estudio, afectarían la calidad de aire de la mayor cantidad de poblados, 63 y 62 respectivamente. Las opciones 9 y 10 afectarían la mayor cantidad de receptores sensibles.

En relación con los incendios forestales, la presencia misma de las obras y sobre todo de los cuerpos de agua que formarían parte de cualquiera de las opciones que resulte seleccionada reduciría la superficie susceptible a incendios forestales. Por lo tanto se espera que se reduzca la incidencia de los mismos por este concepto. Sin embargo, el efecto del desarrollo inducido podría ser que estos aumenten. Como conclusión se puede decir que con un manejo ambiental adecuado las posibilidades para reducir los incendios forestales son muy buenas.

• **Comunidades Vegetales Terrestres**

El impacto directo más significativo que ocurriría en la fase de construcción es la eliminación de la vegetación en las áreas de construcción e inundación. Cabe destacar que los bosques maduros en las tres cuencas se encuentra fragmentado. Este impacto es directamente proporcional a la magnitud de la opción y por lo tanto es mayor en la Opción 9. Las áreas de bosques, pastizales y rastrojos que serían afectadas por cada opción se indican a continuación (Cuadro RE-5).

Cuadro RE-5

Efecto Potencial Directo de las Opciones de Agua sobre la vegetación

Opciones	Bosque	Pastizal	Rastrojo	Hectáreas
1-Indio 80-40	1148.01	1938.46	1642.30	4728.77
2-Indio 45-40	541.68	1019.46	868.30	2429.44
5-Caño Sucio 100-90, Indio 80-40	1,253.8	2,352.9	1,941.4	5,548.0
6-Caño Sucio 100-90, Indio 45-40	647.4	1,433.9	1,167.4	3,248.7
7-Toabré 95-50, Indio 80-40	1,711.6	3,180.0	2,821.6	7,713.2
8-Toabré 95-50, Indio 45-40	1,105.2	2,261.0	2,047.6	5,413.9
9-Toabré 100-90, Caño Sucio 100-90, Indio 80-40	2,009.3	4,160.0	3,577.7	9,747.1
10-Toabré 100-90, Caño Sucio 100-90, Indio 45-40	1,403.0	3,241.0	2,803.7	7,447.8

Nota: El bosque en la ROCC esta fragmentado, los datos representan la suma de los fragmentos que podrían ser afectados.

Fuente:SIG-URS

Además, se considera que el efecto de desarrollo inducido que se espera generaría cualquiera de las opciones de agua, puede contribuir a aumentar la tasa de cambio de uso del suelo y en consecuencia el corte de los distintos tipos de vegetación. Tanto en los efectos directos como en los indirectos, el corte de la vegetación arbórea tendría mayor efecto negativo sobre las comunidades terrestres.

• **Diversidad de Fauna Terrestre**

El desarrollo de una o más de las opciones de agua para apoyar la ampliación del Canal de Panamá podría afectar adversamente la diversidad de la fauna terrestre en las cuencas de los ríos Indio, Toabré y Caño Sucio. Sin embargo, todas las opciones de agua propuestas inundarán hábitat terrestres que tienen un valor relativamente bajo por el deterioro a que han sido sometidos. La mayoría de los impactos se pueden reducir y mitigar por medio de restauración ecológica para compensar por el efecto causado. En general, el bosque, y especialmente el bosque maduro es el tipo de hábitat más importante para las especies nativas. En el cuadro anterior (RE-5) se puede apreciar que las opciones 7 y 9 son las que afectan una mayor cantidad de hábitat forestal.

Un impacto también considerado directo en la etapa de construcción es la mortalidad de especies de fauna que podría ocurrir al eliminarse la vegetación e inundarse el área. Se recomienda un esfuerzo de salvamento de las especies menos móviles, anfibio y reptiles pequeños y huevos y crías de aves y mamíferos, principalmente.

- **Plantas acuáticas**

La infestación de los embalses con altos niveles de plantas acuáticas puede tener consecuencias negativas, además, sobre la salud pública, las actividades humanas, y la fauna acuática en general. Sin embargo, el riesgo de proliferación excesiva de plantas acuáticas en el largo plazo en los embalses es relativamente bajo.

Es probable que en los primeros años el sistema sea afectado por plantas flotantes (lechuga de agua y jacinto de agua) que se dispersan fácilmente por la acción del viento y sean favorecidas por los niveles altos de nutrientes característicos de la fase de estabilización del embalse. Sin embargo, en el largo plazo, si el proceso de eutrofización avanza más o menos lentamente se esperaría un cambio hacia una predominancia de Hydrilla. Con una columna de agua de bastante transparencia es posible que Hydrilla se establezca en aquellas áreas del embalse con profundidades inferiores a los 10 metros.

- **Peces y Macro-Invertebrados Acuáticos**

Los impactos esperados de la creación de uno o más embalses en las cuencas de los ríos Indio, Toabré y Caño Sucio, sobre las poblaciones de peces y macro-invertebrados acuáticos, se manifestarán mayormente a largo plazo y durante la fase de operación de la opción de agua que resulte seleccionada. Estos están mayormente asociados con la barrera física de la presa que restringe el movimiento de las mismas hacia arriba y abajo del río y por la reducción de caudales en el tramo del río aguas abajo de la presa. Por otra parte la creación de un nuevo ambiente proporciona hábitat adicional para algunas especies ya existentes en el sistema hidrográfico y otras que seguramente llegarán.

Hay dos impactos que se consideran significativos. El primero se relaciona con el potencial desarrollo de pesquerías que contribuirían positivamente a la dieta de las poblaciones locales y que pudieran proporcionar una alternativa de ingreso significativo para un grupo de pobladores locales. El segundo es la posible eliminación de cinco especies de peces (*Sycidium altum* y *Awaous banana*, *Agonostomus monticola*, *Joturus pichardi* y *Pomadasyis crocro*) y cinco de crustáceos (*Macrobrachium carcinus*, *M. acanthurus*, *M. crenulatum*, *Atya scabra* y *Potimirim glabra*), de las secciones de la cuenca aguas arriba de la presa.

- **Desplazamiento Potencial de Población**

El impacto relativo de las seis opciones de agua contempladas en las cuencas de los ríos Indio, Toabré y Caño Sucio no es lineal en cuanto al impacto social, puesto que no hay una relación aritmética entre los espejos de agua y la población afectada. Esto se debe a que la localización de los asentamientos poblacionales depende de factores diferentes de los factores que determinan el

caudal producido por las opciones analizadas. Por lo tanto, cada opción tiene impactos diferentes que no están necesariamente relacionadas con el caudal de agua producido (Cuadro RE-6)

Cuadro RE-6
Población Afectada Directamente por las Opciones de Oferta de Agua

Opción	Viviendas	Población	Índice comparativo de impacto sobre la población
1-Indio 80-40	327	1568	1.00
2-Indio 45'40	199	939	0.60
5-Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	438	2,170	0.65
6-Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	310	1,541	0.46
7-Toabré 95-50+Río Indio 80-40	468	2,300	0.68
8-Toabré 95-50+Río Indio 45-40	340	1,671	0.50
9-Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	684	3,361	1.00
10-Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	556	2,732	0.81

Fuente: URS-Dames & Moore, 2003. Censo del 2000.

• **Impacto sobre la Cohesión Comunitaria**

Aunque no hay manera de determinar el impacto directo de las opciones sobre la cohesión comunitaria en forma exacta, se puede hacer una aproximación a través del número de asentamientos afectados por cada opción (Cuadro RE-7). Aunque el número de asentamientos es una aproximación burda del posible impacto de cada opción, el tamaño del asentamiento es muy importante también, puesto que es mucho más difícil reconstruir la cohesión social de los asentamientos a medida que aumenta su tamaño. Los datos de campo indican que el número de asentamientos con más de 10 casas es relativamente pequeño, pero significativo.

Cuadro RE-7
Impacto de las Opciones sobre los Asentamientos de Población por Tamaño

Opción	Asentamientos	Asentamientos con 10 casas o más	Asentamientos con 20 casas o más
1-Indio 80-40	37	14	3
2-Indio 45'40	23	9	2
5-Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	56	18	3
6-Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	42	13	2
7-Toabré 95-50+Río Indio 80-40	57	19	6
8-Toabré 95-50+Río Indio 45-40	38	15	6
9-Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	78	29	9
10-Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	64	24	8

Fuente: URS-Dames & Moore, 2003. Censo del 2000 .

• **Riesgos a la Salud Pública**

Desde el punto de vista de las enfermedades se deben considerar las enfermedades transmitidas por vectores, entre las cuales destaca en importancia en las cuencas la Leishmaniasis. Aunque esta enfermedad no está directamente ligada al agua pues ni los agentes etiológicos, vectores u hospederos silvestres serían afectados en sus poblaciones por la ejecución de la opción de agua seleccionada, es posible que el movimiento de población hacia otros sitios la ponga en contacto con áreas de alta incidencia de hospederos infestados. Otras enfermedades transmitidas por vectores que deben ser monitoreadas muy de cerca, por su relación con el agua incluyen la malaria la encefalitis equina venezolana, la fiebre amarilla y el dengue.

• **Impacto Potencial sobre el Empleo y el Ingreso**

Todas las opciones consideradas tienen el potencial de generar mucho empleo e ingreso entre la población local especialmente sobre aquellos poblados que pudieran ser desplazados, siempre y cuando se invierta en programas de capacitación que permitan a la población económicamente activa adquirir nuevas destrezas y aumentar su productividad. Una manera eficiente de facilitar este impacto es a través de capacitación ejecutada por entes independientes, bajo contrato con la ACP. Aunque es difícil predecir la proporción de mano de obra que se califique bajo este sistema, se puede predecir el impacto del empleo basándose en proporciones crecientes de participación de la mano de obra local en los trabajos de construcción de la opción de agua seleccionada, tal como se presenta en el Cuadro RE-8

Cuadro RE-8
Impacto potencial del empleo local sobre el PIB regional

Opción	Número de Familias	% de participación laboral			Impacto sobre PIB ¹		
		10%	25%	50%	10%	25%	50%
1-Indio 80-40	327	78,480	196,200	392,400	1.42%	3.54%	7.08%
2-Indio 45'40	199	47,760	119,400	238,800	0.86%	2.16%	4.31%
5-Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	438	105,120	262,800	525,600	1.90%	4.74%	9.49%
6-Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	310	74,400	186,000	372,000	1.34%	3.36%	6.72%
7-Toabré 95-50+Río Indio 80-40	468	112,320	280,800	561,600	2.03%	5.07%	10.14%
8-Toabré 95-50+Río Indio 45-40	340	81,600	204,000	408,000	1.47%	3.68%	7.37%
9-Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	684	164,160	410,400	820,800	2.96%	7.41%	14.82%
10-Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	556	133,440	333,600	667,200	2.41%	6.02%	12.04%

Fuente: URS, 2003. Censo del 2000.

¹ Evaluado sobre el PIB de la ROCC

El efecto del empleo adicional entre la población desplazada sobre el PIB regional, puede llegar a ser sustancial. Si un adulto, en el 10% de las familias desplazadas, es empleado en las obras a un salario de B/.200 mensuales, el impacto anual sobre el PIB regional actual podría llegar hasta un 2.96% adicional. Si el 50% de las familias desplazadas tienen un adulto trabajando en las obras, el impacto adicional podría llegar hasta un 14.82%. En ambos casos el mayor efecto se observa para la Opción 9.

• **Impacto Potencial sobre los Canales de Comercio y Mercadeo**

El cambio físico que experimentarían los ríos de las cuencas involucradas en la opción seleccionada por la construcción de las obras civiles asociadas con cualquiera de las opciones, alteraría los patrones de comunicación y comercio dentro del área. Esto afectará a las poblaciones localizadas en la ribera del río, las cuales experimentarían una fuerte reducción en sus actividades comerciales al efectuarse una sustitución neta del tráfico comercial de la modalidad fluvial a la modalidad terrestre. Esta transformación es de esperarse, debido a la presencia de las carreteras de acceso incluidas dentro del programa de construcción de las opciones y la presencia misma de la presa. En la parte más alta de la cuenca ya existe una conexión con centros de consumo, como Capira, Penonomé y La Pintada. Los canales de mercadeo ya están bien definidos y es muy dudoso que experimenten una transformación radical como consecuencia de las actividades de construcción.

• **Impacto sobre la Infraestructura Local**

Dado que la presencia de infraestructura en una zona es directamente proporcional a su importancia económica, no sorprende encontrar que la infraestructura potencialmente afectada por las opciones de agua es relativamente modesta (Cuadro RE-9). Las iglesias son las infraestructuras más numerosas, seguido de los cementerios, las escuelas y los centros comunales. Los centros de salud son poco numerosos en comparación, lo cual es un indicador adicional de la baja calidad de vida de la región.

Es importante mencionar que la población afectada por la desaparición de dicha infraestructura trasciende a la población desplazada. Cada obra de infraestructura social o económica tiene un área de influencia que, en la mayoría de los casos, traslapa solamente en parte con las áreas que serían inundadas. Como consecuencia, una escuela puede servir a tres poblados, de los cuales solamente uno va a ser inundado. El impacto real de la desaparición de dicha escuela incluye a la población de los tres poblados.

• **Impacto Potencial sobre la Producción Agropecuaria**

La pérdida de producción representaría—en promedio—el 42% del consumo familiar. Por lo tanto, el costo de la producción agropecuaria que se perdería por las inundaciones es un componente muy importante del ingreso total regional. Dado que la agricultura de la región es mayormente de subsistencia, y cambia de localidad año a año, por lo que la evaluación se basó en el área total apta para cultivos como el punto de referencia para medir el impacto total sobre la producción (Cuadro RE-10). En cuanto al valor de la producción perdida, los estimados son aproximados. De acuerdo con el estudio de base de 2003⁽⁷⁷⁾, una finca típica produce un ingreso bruto de B/.232 per capita². Por lo tanto, *anualmente* se dejaría de producir un valor que oscila entre B/.360 mil y B/.780 mil en las áreas directamente afectadas por las opciones.

Cuadro RE-9
Resumen del Impacto de las opciones sobre la infraestructura local

Infraestructura	Indio 80-40	Indio 45-40	Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	Toabré 95-50 + Río Indio 80-40	Toabré 95-50 + Río Indio 45-40	Toabré 100-90+ Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	Toabré 100-90+ Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40
	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.
Edificaciones	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.
Escuela	11	3	11	3	19	11	19	11
Centro de Salud	3	1	3	1	5	3	5	3
Área Recreativa	6	4	6	4	11	9	13	11
Cementerio	8	4	8	4	12	8	16	12
Iglesia	15	6	15	6	21	12	22	13
Junta Comunal	9	4	9	4	12	7	12	7
Caminos	Km.	Km.	Km.	Km.	Km.	Km.	Km.	Km.
Permanentes	1	0	1	0	1	0	1	0
Verano	18.8	8.7	18.8	8.7	18.8	8.7	18.8	8.7
Herradura	71.8	40.8	94.8	63.8	127.2	96.2	176.8	145.8
Instalaciones	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.
Antena telefónica	3	2	3	2	6	5	7	6
Postes de luz	0	0	0	0	1	1	1	1
Puente Colgante	0	7	3	10	0	7	3	10
Puente de concreto	0	0	0	0	9	9	14	14
Puente de Madera	8	0	8	0	8	0	8	0
Kiosco (Comercio)	16	7	16	7	16	7	16	7
Parada de buses	0	0	0	0	6	6	7	7
Cabina telefónica	3	0	3	0	3	0	3	0
Tanque de almacenam.	2	0	2	0	2	0	2	0

Fuente:URS, 2003.

² Este cálculo se basa en el 42% del ingreso per capita de B/.547 observado en la región en 2003. El restante 58% proviene de remesas familiares y de actividades no agrícolas.

Cuadro RE-10

Valor implícito anual de la producción afectada por las opciones de agua (B/)

Opción	Población	Valor implícito
1-Indio 80-40	1,568	363,776
2-Indio 45-40	939	217,848
5-Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	2,170	503,440
6-Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	1,541	357,512
7-Toabré 95-50+Río Indio 80-40	2,300	533,600
8-Toabré 95-50+Río Indio 45-40	1,671	387,672
9-Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	3,361	779,752
10-Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	2,732	633,824

Fuente: datos de población URS, 2003 obtenidos del Censo del 2000.

En cuanto al impacto sobre la ganadería, es difícil de estimar un impacto directo debido a que los animales son semovientes. Es decir, se pueden trasladar a zonas localizadas fuera del perímetro de inundación sin que pierdan su valor. Por otro lado, la contabilización de los animales a ser desplazados es solamente una aproximación, puesto que los inventarios actuales se desplazan dentro de varios corregimientos.

Impacto Potencial Sobre Concesiones Mineras

Existen seis concesiones mineras que incluyen porciones de las cuencas de los ríos Indio, Toabré y Caño Sucio según el informe de Datos Socioeconómicos⁽⁷⁷⁾. Sin embargo, debido a que esa información proviene de un estudio realizado en el año 2000, durante el transcurso de este estudio se contactó al departamento de Recursos Minerales del Ministerio de Comercio e Industria, quienes indicaron que ninguna de estas concesiones tiene vigencia en la actualidad.

• Recursos Culturales

La información disponible indica que los impactos sobre los recursos arqueológicos conocidos son diferentes para cada una de las seis opciones (Cuadro RE-11). Los sitios de impacto que el estudio de inventario⁽²⁵⁾ considera que son de importancia media y alta se identifican según el código del sitio (por ejemplo, Pn-50); los sitios de baja importancia se cuentan según su número total solamente.

Cuadro RE-11
Resumen de Impactos Arqueológicos Posibles por Opción

Opciones	Sitios Arqueológicos con Impacto Potencial			Puntaje de Impacto Ponderado
	Alta Importancia (1 sitio = 10 puntos)	Moderada Importancia (1 sitio = 5 puntos)	Baja Importancia (1 sitio = 1 punto)	
Opción 1	1 – (Pn-50)	1(Cp-37)	14	29
Opción 2	1 – (Pn-50)	1(Cp-37)	5	15
Opción 5	1 – (Pn-50)	3- (Pn-27; Pn-35; Cp-37)	8	33
Opción 6	1 – (Pn-50)	2- (Pn-27; Pn-35)	5	25
Opción 7	2 – (Pn-21; Pn-50)	7-(Cp-37; Do-66; Pn-22; Pn-23; Pn-27; Pn-35)	9	58
Opción 8	2 – (Pn-21; Pn-50)	7-(Cp-37; Do-66; Pn-22; Pn-23; Pn-27; Pn-35)	3	55
Opción 9	2 – (Pn-21; Pn-50)	7-(Cp-37; Do-66; Pn-22; Pn-23; Pn-27; Pn-35)	13	62
Opción 10	2 – (Pn-21; Pn-50)	7-(Cp-37; Do-66; Pn-22; Pn-23; Pn-27; Pn-35)	7	56

Fuente: Louis Beger. 2003.

▪ **Paisaje y Recursos Escénicos y Recreativos**

La población utiliza algunos sitios del área actividades diversas como lo son la natación, paseos en bote, paseos a caballo, pesca, casería y caminatas, entre otras. Para identificar aquellos poblados que podrían ver afectados sus recursos paisajísticos y/o recreativos, se utilizó la base de datos de SIG de datos socioeconómicos para sobreponer los mismos sobre la cobertura de las distintas alternativas (Cuadro RE-12).

Cuadro RE-12
Recursos Escénicos y Recreativos que Podrían ser Afectados Según Opción Recursos Escénicos que Podrían ser Afectados Según Opción

Alternativa	Poblado	Lugar de Interés Local	Tipo de Actividad Asociada
1-Indio 80-40	Boca de Uracillo San Cristóbal La Conga Abajo Tres Hermanas	Praderas del Río Indio y Uracillo Río Indio, Charcos, Cascadas Piedras / Escritos Indígenas Piedras Indígenas, Cascadas	Paseo en bote y natación Paseo, pesca, cacería Paseo Paseo
2- Indio 45-40	Boca de Uracillo San Cristóbal La Conga Abajo	Praderas del Río Indio y Uracillo Río Indio, Charcos, Cascadas Piedras / Escritos Indígenas	Paseo en bote y natación Paseo, pesca, cacería Paseo
5-Caño Sucio 100-90, Indio 80-40	Boca de Uracillo San Cristóbal La Conga Abajo Tres Hermanas El Torno	Praderas del Río Indio y Uracillo Río Indio, Charcos, Cascadas Piedras / Escritos Indígenas Piedras Indígenas, Cascadas Río Indio	Paseo en bote y natación Paseo, pesca, cacería Paseo Paseo Paseo en bote y natación
6-Caño Sucio 100-90, Indio 45-40	Boca de Uracillo San Cristóbal La Conga Abajo Los Uveros	Praderas del Río Indio y Uracillo Río Indio, Charcos, Cascadas Piedras / Escritos Indígenas Las Depresiones geomorfológicas	Paseo en bote y natación Paseo, pesca, cacería Paseo Paseo a caballo.
7-Toabré 95-50 Indio, 80-40	San Isidro San Cristóbal La Conga Abajo	La Boquilla de la Gloria; La Piedra del destiladero. Río Indio, Charcos, Cascadas Piedras / Escritos Indígenas	Paseo en Bote y Natación, paseo a Caballo Paseo, pesca, cacería Paseo

Alternativa	Poblado	Lugar de Interés Local	Tipo de Actividad Asociada
1-Indio 80-40	Boca de Uracillo San Cristóbal La Conga Abajo Tres Hermanas	Praderas del Río Indio y Uracillo Río Indio, Charcos, Cascadas Piedras / Escritos Indígenas Piedras Indígenas, Cascadas	Paseo en bote y natación Paseo, pesca, cacería Paseo Paseo
2- Indio 45-40	Boca de Uracillo San Cristóbal La Conga Abajo	Praderas del Río Indio y Uracillo Río Indio, Charcos, Cascadas Piedras / Escritos Indígenas	Paseo en bote y natación Paseo, pesca, cacería Paseo
	Banacito	Río Banazo	Paseo a Caballo
8-Toabré 95-50, Indio 45-40	San Cristóbal La Conga Abajo Santa Elena La Inglesa	Río Indio, Charcos, Cascadas Piedras / Escritos Indígenas Santa Elena Las Cascadas en el Río	Paseo, pesca, cacería Paseo Charcos, Cascadas, pesca. Paseo caballo, rápidos
9-Toabré 100-90, Caño Sucio 100-90, Indio 80-40	San Isidro Santa Elena La Inglesa Los Uveros	La Boquilla de la Gloria; La Piedra del destiladero. Santa Elena Las Cascadas en el Río Las Depresiones geomorfológicas	Paseo en Bote y Natación, paseo a Caballo Charcos, Cascadas, pesca Charcos, Cascadas, pesca Paseo a caballo
10-Toabré 100-90, Sucio 100-90 Indio 45-40	San Cristóbal El Tornito Santa Elena	Río Indio Río Indio, los Cerros bien Incluidos. Santa Elena	La pesca o cacería. Paseo a caballo Charcos, cascadas, pesca

Nota: Caño Sucio no tiene Recursos escénicos. Fuente: Elaboración propia con datos de la base de datos socioeconómica de la ROCC

• Resumen de Impactos Potenciales y Riesgos Socioambientales de las Opciones de Agua

Para finalizar la sección de impactos, el Cuadro RE-13 al final de este resumen ejecutivo muestra un resumen de los impactos y sus correspondientes medidas de mitigación. Como muestra el Cuadro, la opción 9 fue la que recibió la mayor puntuación de 145, ya que el valor que obtuvo en los impactos geológicos y sísmicos, en suelos, en la calidad del aire, las comunidades terrestres y acuáticas, y en el aspecto socioeconómico fue el más alto. Las opciones 7 y 10 le sigue con un puntaje de 127; sugiriendo los impactos potenciales mayores en esta opción sobre los recursos hídricos, la calidad del aire, el ruido, las comunidades terrestres y acuáticas. La opción 8, con un puntaje de 110 puntos, tiene una tendencia a afectar la socioeconomía, calidad del aire, las comunidades terrestres y acuáticas. La opción 5 alteraría potencialmente la calidad del aire y las comunidades acuáticas, aumentaría el ruido y la socioeconomía. Las opciones 6 obtuvo un puntaje de 62, esta opción que afectaría menos el entorno físico, la diversidad biológica y los aspectos socio-económicos y culturales. Es importante resaltar que en este análisis solamente se toman en consideración los impactos producidos por las opciones, independientemente del beneficio (producción de agua) que generan. Para realizar una comparación entre alternativas es necesario tomar en cuenta este factor "beneficio". En otra sección del Resumen Ejecutivo se presenta la comparación de las opciones tomando en consideración el costo (inversión e impactos ambientales, sociales, económicos, culturales) y el beneficio (producción de agua en esclusajes).

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Sobre la base de las apreciaciones anteriores se considera que para viabilizar social y ambientalmente cualquiera de las opciones de agua es necesario un plan de manejo ambiental (PMA) que trabaje en dos ejes principales: la relocalización adecuada y el mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades locales; y la recuperación, mejoramiento y conservación de los bienes y servicios ambientales asociados con los ecosistemas originales de la cuenca. Por lo tanto, los dos componentes principales del PMA son:

- Un **plan de reasentamiento y desarrollo humano** que compense y resarza, y que especialmente mejore las condiciones de vida para las comunidades, familias y personas que podrían ser afectadas por la opción u opciones que resulten seleccionadas; y
- Un **plan de recuperación y protección de las condiciones biofísicas** de las cuencas de los ríos Indio, Toabré y Caño Sucio, a fin de restablecer plenamente los bienes y servicios ambientales de las mismas, reduciendo así los riesgos ambientales para la operación del Canal.

Estos dos grandes componentes del PMA incluye las medidas de prevención, reducción y control de los impactos socioambientales y riesgos potenciales, las cuales están dirigidas directamente a evitar y minimizar los efectos de los posibles impactos socioambientales y riesgos negativos y maximizar los positivos. En la práctica esto implica un conjunto de acciones orientadas a prevenir los impactos socioambientales y riesgos que pueden prevenirse, reducir los que no pueden ser prevenidos, compensar o resarcir por los efectos netos que no pueden ser prevenidos o reducidos, y potenciar los beneficios directos e indirectos. Además de estos dos grandes componentes, para completar el PMA se hace necesario incluir otros elementos necesarios para que el PMA logre sus objetivos. Entre estos los más importantes incluyen:

- Un **plan de monitoreo socioambiental** con los parámetros e indicadores que se deben utilizar y la frecuencia de obtención de información para cada uno de ellos. Las actividades de monitoreo persiguen un doble propósito, por una parte se quiere verificar periódicamente que las medidas de prevención, reducción y control estén cumpliendo su cometido con relación a sus objetivos; y por otra parte se quiere conocer el estado de “salud” socioambiental del área de influencia.
- Un **programa de verificación y control**, con sus mecanismos de ejecución. Las actividades de verificación y control tienen una estructura similar a la de monitoreo pero, con el objeto de demostrar que las acciones que se deben estar tomando efectivamente se ejecutan. Más que para determinar la “salud” ambiental de la región, es la efectividad de la “gestión” ambiental y de los procedimientos administrativos. Se deberá coordinar con la Autoridad

Nacional del Ambiente (ANAM) para encontrar el mecanismo para la verificación de estas actividades.

- Un **plan de contingencia**, el cual incluye las medidas para prevenir, reducir y controlar, o dar respuesta, a las situaciones de emergencia. El plan incluye la prevención y control de cualquier derrame y otras contingencias especialmente durante la etapa de construcción. Durante la fase de operación se deberá disponer de un plan de evacuación y protección de las comunidades aguas abajo, en caso de que se llegue a producir una falla de la presa; y
- Un **presupuesto adecuado** a los costos de las medidas de prevención, reducción y control de los impactos socioambientales, las actividades de monitoreo y las actividades de verificación y control que conforman, de manera conjunta, el PMA.

A continuación se describen los principales elementos del PMA y en el Cuadro RE-13 al final del capítulo se incluyen en forma resumida las medidas principales de prevención y control para cada uno de los impactos considerados.

• **Plan de Reasentamiento y Desarrollo Humano**

El plan de reasentamiento y desarrollo humano incluye las acciones de prevención, reducción y control de los impactos socioambientales y riesgos potenciales a la población que pudiera ser directa e indirectamente afectada en caso de que se ejecute alguna de las opciones de agua consideradas. El objetivo primordial del plan es prevenir, reducir y controlar los impactos socioambientales y riesgos potenciales negativos, potenciar los positivos y mejorar la infraestructura socioeconómica local para dejar a los habitantes del área de influencia de la opción seleccionada en mejores condiciones de vida que antes del desplazamiento.

La ejecución de cualquiera de las opciones de agua contempladas tiene impactos directos e indirectos sobre la población actualmente localizada en las zonas potenciales de inundación. A nivel familiar dichos impactos incluyen el desplazamiento de las familias de las áreas afectadas, sus pertenencias, sus fuentes de producción y auto subsistencia y su tejido social comunitario. A nivel comunal los impactos incluyen la pérdida de la infraestructura social y económica, el traslado de los núcleos de actividad comercial y la red institucional informal en la que se desarrolla la comuna.

Por otro lado, la ejecución de cualquiera de las opciones tiene también impactos positivos, como la generación de empleo remunerado en una de las regiones más pobres del país, lo mismo que la oportunidad de adquirir nuevas destrezas productivas que podrían generar un mayor ingreso permanente a las familias afectadas. Finalmente, la ejecución de las opciones de agua presenta la oportunidad de mejorar el desarrollo regional y la infraestructura socioeconómica pública,

apoyándose en las economías de escala que traerían las actividades de construcción de las opciones. Los impactos y riesgos potenciales sobre los aspectos socio-económicos y culturales fueron descritos en la sección de impactos.

Indudablemente que las opciones de agua contempladas tendrán impactos directos e indirectos sobre la población de las cuencas de los ríos involucrados. Para minimizar dichos impactos es necesario tomar en cuenta tres factores principales:

- a. **Una estimación adecuada de la compensación a la población afectada.** Los montos de compensación, la administración y desembolso de dichos montos y la minimización de los desequilibrios locales que estos pueden causar son de suma importancia para reducir el impacto social y aumentar la armonía entre los desplazados y los no desplazados. Sobre todo, hay que evitar el recalentamiento de las economías locales que se pueda producir debido a la inyección repentina de recursos líquidos dentro de un grupo poblacional reducido. Este posible recalentamiento produciría niveles altos de inflación local que perjudicaría a la población receptora de las familias desplazadas, creando así un factor de discordia local. Como se verá más adelante, la compensación debe evitar la creación de ganadores y perdedores dentro de una comunidad.
- b. **Crear un ambiente de oportunidad.** Cuando se vive en extrema pobreza y se recibe de repente un alto nivel de asistencia económica y social se crea un incentivo para el asistencialismo, es decir, para crear un clima de dependencia que no conduce al desarrollo local. Por lo tanto, los mecanismos de compensación deben orientarse a la creación de oportunidades (vg: desarrollo de la infraestructura económica local y de capacitación y educación locales) y no a las de una mera transferencia de dinero.
- c. **Proveer bienes públicos.** Para evitar el resentimiento por parte de las familias no compensadas, es necesario que el programa de mitigación enfatice la provisión de bienes públicos, como el agua potable, la educación básica de calidad, los servicios de salud básica y los medios de comunicación y transporte que beneficie tanto a los desplazados como a los no desplazados. De esta forma se crea una consistencia entre la distribución de los beneficios entre ambos grupos, produciendo también la captura local de una parte de los beneficios de la expansión del Canal³.

³ Estos tres puntos son fundamentales y completamente consistentes con las lecciones aprendidas sobre el desplazamiento involuntario y el reasentamiento de familias en situación similar a la cuenca de Río Indio, las cuales están resumidas en: World Bank, 1996. "Resettlement and Development: The Bankwide Review of Projects Involving Involuntary Resettlement 1986-1993." Environment Department Paper No. 032, Washington DC. Dichas lecciones indican que la **estimación adecuada** de la compensación, junto con la supervisión constante del **cumplimiento de los acuerdos** con los desplazados son de suma importancia para el éxito de los programas de reasentamiento.

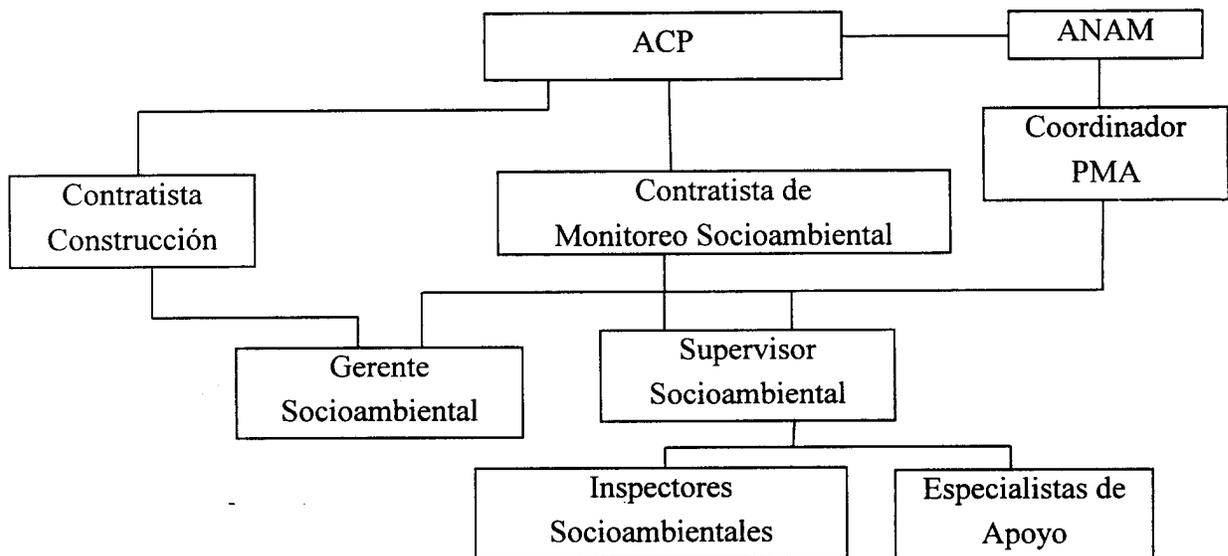
• **Plan de Recuperación y Protección de las Condiciones Biofísicas y Culturales**

El plan de recuperación y protección de las condiciones biofísicas y culturales incluye las acciones de prevención, reducción y control de los impactos socioambientales y riesgos potenciales a los bienes y servicios ambientales que suministran los ecosistemas de la cuenca y que pudieran ser directa e indirectamente afectados en caso de que se ejecute alguna de las opciones de agua consideradas. En el mismo se incluye las actividades específicas organizadas por programas en temas afines. El contenido de cada uno de los programas es similar y se inicia con una breve justificación, sus objetivos y la descripción de las medidas de prevención, reducción y control. Estas medidas deben ser para las etapas del diseño final, de la construcción, de la operación y de un eventual abandono. Los detalles asociados a las medidas de prevención, reducción y control se organizaron en los siguientes programas.

- A. Programa de protección de calidad del aire y control del ruido;
- B. Programa de sismología y geología;
- C. Programa de prevención y control de la erosión y del transporte de sedimentos;
- D. Programa de calidad del agua;
- E. Programa de protección y recuperación de la biodiversidad en ecosistemas terrestres;
- F. Programa de monitoreo y control de las plantas acuáticas;
- G. Programa de conservación y manejo de peces y macro-invertebrados;
- H. Programa de conservación de sitios arqueológicos;
- J. Otros Programas.

• **Organigrama para la ejecución del PMA**

La organización prevista para la ejecución del Plan de manejo Ambiental, de acuerdo a las funciones indicadas anteriormente de los involucrados, se muestra en el organigrama siguiente.



- **Costos del PMA**

Los costos asociados con el PMA varían entre B/. 12 y 33 Millones cuando se incluyen los costos de indemnización por eliminación de la vegetación que tendrían que ser pagados a la ANAM (Cuadro RE-14). Los principales rubros del PMA responden claramente al programa de relocalización y mejoramiento socioeconómico de las comunidades. En menor cuantía le sigue el programa de prevención y control de la erosión y transporte de sedimentos.

Cuadro RE-14
Presupuesto Global del PMA para las Opciones en las Tres Cuencas

	OPCIONES							
	1	2	5	6	7	8	9	10
Duración de la Etapa de construcción (años)	5	3	5	3	5	3	5	5
A. Mitigación, Monitoreo y Verificación y Control								
Reasentamiento y Desarrollo Humano	18,414,574	10,620,217	23,070,401	14,139,884	25,056,177	17,783,460	35,814,192	27,157,035
Calidad del Aire y Ruido	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C
Sismología y Geología	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C
Erosión y Transporte de Sedimentos	4,750,000	2,850,000	5,700,000	4,750,000	6,650,000	5,700,000	6,650,000	5,700,000
Calidad del Agua	450,000	290,000	530,000	450,000	610,000	530,000	610,000	530,000
Recuperación de Biodiversidad Terrestre	996,960	370,800	1,221,120	594,960	1,080,000	453,840	1,342,080	715,920
Plantas Acuáticas	115,372	88,748	177,496	177,496	177,496	226,244	226,244	266,244
Peces Macro-Invertebrados	149,740	115,185	230,370	230,370	230,370	230,370	345,555	345,555
Sitios Arqueológicos	1,300,000	780,000	1,560,000	1,300,000	1,820,000	1,560,000	1,820,000	1,560,000
Otros Programas	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C
SUB - TOTAL	26,176,646	15,114,950	32,489,387	21,642,710	35,624,343	26,483,914	46,808,071	36,274,754
B. Indemnización por Cambio de Uso								
Bosque	5,740,035	2,708,385	6,268,835	3,237,185	8,557,810	5,526,160	10,046,610	7,014,960
Pastizal	969,230	509,730	1,176,431	716,931	1,590,012.50	1,130,512.50	2,080,023	1,620,524
Rastrojo	1,642,300	868,300	1,941,416	1,167,416	2,821,617	2,047,617	3,577,734	2,803,734
SUB - TOTAL	8,351,565	4,086,415	9,386,682.0	5,121,532.0	12,969,439.5	8,704,289.5	15,704,367.0	11,439,217.5
GRAND TOTAL	34,528,211	19,201,365	41,876,069	26,764,242	48,593,783	35,188,204	62,512,438	47,713,972

S/C = Sin costo, incluidos en el contrato de obra. El bosque en la ROCC esta fragmentado, los totales representan la suma de los fragmentos que se serían afectados por cada una de las opciones.

Es importante señalar que los costos de monitoreo y verificación y control que aquí se presentan, se refieren especialmente durante la etapa de construcción. Los costos durante la operación deberán revisarse una vez que la obra haya sido finalizada. Los costos estimados han sido cuantificados de acuerdo a la calidad y cantidad de información existente para las opciones de agua y deben considerarse como indicativos solamente de los costos reales. Cuando se prepare el EIA definitivo para la opción seleccionada y se obtenga mayor información, se deben estimar los costos con un margen de error no mayor del 10% y los imprevistos, este margen de error es considerado aceptable por las instituciones internacionales de crédito como el Banco Mundial y el BID.

COMPARACIÓN DE LAS OPCIONES

La selección de una o más opciones de agua factibles para apoyar el Programa de Modernización y Ampliación del Canal se hace en base a dos criterios fundamentales:

- (i) La opción u opciones consideradas como factibles deben contribuir de manera significativa a la futura operación del canal con un nivel de confiabilidad hídrica del 99.6%;
- (ii) Entre las opciones factibles, la opción preferida debe de minimizar los costos tanto de orden económico y financiero como los de carácter social y ambiental.

Estos dos criterios se complementan de manera ideal. El primer criterio indica que la opción seleccionada debe proporcionar un caudal de agua suficiente como para mantener la confiabilidad hidrológica del Canal, bajo un esquema de mayor demanda. Mientras que el segundo criterio, impone límites sobre la viabilidad de algunas de las opciones, ya que pueden ser demasiado caras, afectar a demasiadas personas o causar impactos ambientales inaceptables.

El proceso de identificación y evaluación de impactos, realizado en torno a las opciones de agua consideradas en este estudio claramente determinó que los temas de mayor importancia son los que están asociados con los costos sociales. Por lo tanto, para evaluar y seleccionar a una o más de las opciones de agua se utiliza un modelo de Programación Lineal, el cual minimiza el costo social a ser obtenido por las opciones de agua, sujeto a las cuatro limitantes, que se describen a continuación:

- a. La opción u opciones seleccionadas deben proveer el agua necesaria para mantener la confiabilidad hídrica al nivel de 99.6%.
- b. La contribución de agua que se obtiene para la operación del canal en el futuro debe ser del orden de 15 esclusajes por día, o más.
- c. El costo del manejo socio-ambiental debe ser razonable.
- d. El costo directo de construcción no debe ser muy alto.

Como indicador del costo social de la ejecución de una o más de las opciones de agua, se ha seleccionado el número de familias que serían desplazadas en cada alternativa. Aunque esto no representa el costo social total, es sin lugar a dudas el aspecto más significativo y los otros costos están íntimamente relacionados al mismo.

El objetivo del modelo de programación lineal es minimizar la función objetivo: $\phi(\mathbf{x}) = \mathbf{c}\mathbf{x}$

Sujeto a las siguientes condiciones: $\mathbf{A}\mathbf{x} \geq \mathbf{b}$; $\mathbf{x} \geq 0$

Donde \mathbf{x} es un vector de variables x_1, \dots, x_6 que representa las doce opciones de agua a ser evaluadas; \mathbf{A} es la matriz de coeficientes técnicos más relevantes para la evaluación final; \mathbf{c} es el vector de familias desplazadas en cada opción \mathbf{x} , y \mathbf{b} es el vector de limitantes. La matriz \mathbf{A} no es cuadrada, lo cual indica que tiene más columnas que líneas, por lo que la relación $\mathbf{A}\mathbf{x} = \mathbf{b}$ provee una gama de valores de \mathbf{x} que pueden minimizar la función objetivo, $\mathbf{c}\mathbf{x}$.

En el caso de las opciones de agua dentro de la cuenca de Río Indio, \mathbf{x} es binaria, es decir, cada x_i ($i = 1, \dots, 6$) toma valores de 1 o 0 dependiendo si dicha opción es escogida o no. Esto obliga al modelo a escoger cada opción en su totalidad o a rechazarla del todo dentro de la solución final. Además, puesto que las opciones se consideran excluyentes se ha incluido en el modelo la restricción de que las combinaciones no son posibles. En otras palabras se refleja el hecho de que las combinaciones de varias obras civiles (presas, canales, túneles) ya han sido realizadas en la definición de cada opción analizada.

La relación $\mathbf{A}\mathbf{x} \geq \mathbf{b}$ muestra las restricciones impuestas por el vector de costos y limitantes físicas sobre la selección de las opciones. Esto quiere decir que cada componente de la matriz tiene un limitante que es tomado en cuenta al momento de generar una solución. A veces esa limitante tiene un valor mínimo y a veces tiene un valor máximo. El vector \mathbf{b} debe incluir los costos del manejo ambiental requerido para asegurar que los impactos negativos potenciales son mitigados de manera adecuada por medio de medidas preventivas o de actividades compensatorias y las restricciones físicas relacionadas con el manejo sostenible de los recursos naturales y la biodiversidad.

Al correr el modelo para minimizar el desplazamiento de la población, en las seis opciones se obtiene que la Opción 8 es la solución preferida (Cuadro RE-15). Esta opción que combina el embalse reducido de Río Indio (45-40) con Toabré 95-50 es la que proporciona suficiente agua para la operación del canal a un menor costo social. Aunque la cantidad de agua producida por otras opciones es mayor que la combinación Toabré 95-50 con Río Indio 45-40, los costos

sociales y en la mayoría de los casos los financieros son también mayores. Estos costos sociales y financieros adicionales no son deseables debido a que estas combinaciones producen y almacenan mucho más agua que las que requiere el Canal para mantener su confiabilidad hídrica.

Se realizó con el mismo modelo un análisis de sensibilidad cambiando la función objetivo para maximizar la producción de agua para la operación del canal, manteniendo las mismas restricciones que se aplicaron anteriormente. La solidez de la selección preferida en el caso de las opciones que combinan obras civiles en más de una cuenca no es tan fuerte como en el caso de la Cuenca de Río Indio. Cuando el modelo se corrió para maximizar la producción de agua la opción seleccionada es la Opción 5. Esta es la combinación Río Indio 80-40 / Caño Sucio 100-90, la cual rinde 18.3 esclusajes por día a un costo financiero y social un poco mayor que Río Indio 80-40, pero a un costo financiero significativamente menor que la Opción 8 seleccionada anteriormente.

CONCLUSIONES DE LA COMPARACIÓN DE LAS OPCIONES DE AGUA

Cuando se analizan las opciones en las tres cuencas—Río Indio, Toabré y Caño Sucio—la cantidad de agua generada es mayor que lo parece ser requerido para mantener la confiabilidad hídrica del Canal. Este exceso de agua no es gratuito—el costo de las obras que resultarían en una duplicación del número de esclusajes por día es casi tres veces el costo de proveer lo que aparentemente necesita el Canal con la Opción 1: Río Indio 80-40. Más aún, las opciones que incluyen a las tres cuencas tienen un impacto humano mayor, al desplazar a una mayor cantidad de población que la que desplazaría Río Indio 80-40.

La selección de las opciones de agua por el modelo son impulsadas por dos variables principales: (i) el número de esclusajes requeridos para mejorar y mantener la confiabilidad hídrica del Canal y (ii) la minimización del impacto sobre el número de familias desplazadas por las opciones. Alrededor de estas dos variables hay restricciones financieras y ambientales que pueden afectar la escogencia de una opción determinada. Para mantener el enfoque sobre los resultados se corrieron diferentes escenarios dentro del modelo, simulando variantes en el vector de limitantes para examinar la solidez de los resultados.

Cuando se considera la combinación de las tres cuencas, existen dos posibles soluciones dependiendo de si desea minimizar el impacto social o maximizar la producción de agua a un nivel de inversión dado.

De las seis opciones que involucran por lo menos dos de las cuencas dentro de la ROCC se puede decir que solamente dos factibles; estas son las opciones 5 y 8. Dos de las opciones

consideradas no producen suficiente agua y deben ser calificadas como no factibles por esa razón; esas son las opciones 6 y 10. Las otras dos opciones producen mucha más agua de la que parece ser necesaria, en este momento, pero a un costo mayor de inversión, operación y de afectación ambiental y social. Por lo tanto no se recomienda tampoco su ejecución.

Sin embargo, si en este momento la demanda de agua para los próximos 50 años se espera dentro de los 15 esclusajes, la opción de Río Indio 80-40 sola continúa siendo la opción dominante. La solución propuesta por el modelo depende del juicio que se ejerza sobre las dimensiones del vector de restricciones. Sin embargo, dentro de los parámetros actuales, Río Indio 80-40 parece ser la mejor opción para la ACP.

Cuadro RE-15
Opciones seleccionadas en las Cuencas de los Ríos Indio-Caño Sucio- Toabré,
cuando se minimiza el costo social

Número de familias desplazadas		340		
Opción 8: Toabré 95-50 / Río Indio 45-40				
Limitantes				
Variable	Valor	Limitante	Status	Sobranante
Costo del manejo socio-ambiental (miles de \$)	20.02%	<= 30.0%	No limita	9.98%
Proporción de bosque afectado %	17.2	>= 15	No limita	2
Proporción de área afectada %	5.0%	<= 15.0%	No limita	10.0%
Proporción de población desplazada %	7.1%	<= 35%	No limita	27.9%
Riesgo de eutroficación - µg P/lit	0.0059	<=0.03	No limita	0.0241
Familias desplazadas	576,000	<=600,000	No limita	24,000
Producción de agua (106 m ³ /año)	1,307	>=0	No limita	1,307
Tiempo de recuperación (años)	0.5	<=2	No limita	1.5
Costo directo de construcción (miles de \$)	35,857	<=45,000	No limita	9,143
Esclusajes/día	340	<=450	No limita	110

PARTICIPACIÓN CIUDADANA

En este esfuerzo también se analizó la información sobre el proceso de participación ciudadana promovido hasta ahora por la ACP y se definió un plan de participación para continuar incorporando al proceso de selección de la opción de agua las sugerencias y opiniones de los posibles afectados y de los interesados en general. El plan de participación propuesto incluye un programa detallado para los eventos, un mecanismo para la selección democrática de los participantes, un formato para la invitación al mismo, una metodología de dinámica de grupo, un listado de resultados esperados, un mecanismo para devolver a las comunidades la información relevante, un presupuesto y un cronograma de implementación.

Se utilizó la información existente para anticipar los temas que pueden surgir durante la ejecución del plan de participación propuesto y cuales pudieran ser las opiniones de los representantes de las comunidades locales. La ejecución del Plan de Participación Ciudadana tendrá el siguiente efecto positivo sobre el proceso de evaluación y selección de opciones de agua:

- Facilitará el diseño, presentación y discusión de planes de mitigación, compensación, y reasentamiento, así como compromisos y condiciones para la ejecución de los mismos;
- Permitirá una participación activa de distintos segmentos sociales (mujeres, jóvenes y ancianos) ya que serían identificados durante el proceso de invitación a los eventos programados;
- Permitirá la aclaración de dudas e interrogantes de los pobladores frente a opciones de agua, medidas de mitigación, medidas de compensación, reasentamiento, etc.;
- Permitirá el diálogo directo y comunicación abierta entre las partes;
- Esclarecerá los temas asociados a la ampliación del canal y a las opciones que están siendo consideradas en la región (acabar especulación);
- Establecerá compromisos formales y cronogramas de actividades para la implementación;
- Facilitará el surgimiento de nueva dirigencia campesina con mayor disposición al dialogo.

Finalmente, sobre la base de la información analizada, se puede concluir lo siguiente:

- La información existente generada por el proceso de participación llevado a cabo hasta la fecha permite la identificación de algunas de las posturas que se pudieran manifestar durante la ejecución del Plan;
- Las posturas que se han podido identificar no necesariamente abarcan las posturas u opiniones de todos los grupos identificados como participantes en el proceso de consulta (desplazados, aislados, comunidades aguas abajo, etc.);
- El análisis realizado es un buen indicador de los temas a los que se debe prestar especial atención durante la ejecución del Plan de Participación.
- En términos generales, las preocupaciones de los pobladores se centran en los temas relacionados a la tenencia / titulación de las tierras y en la construcción de infraestructura para cubrir necesidades básicas, por encima de los temas ambientales.

Cuadro RE-16
Resumen de los Impactos Socio-Ambientales Potenciales y de las Medidas
de Mitigación de las Opciones de Agua en las Cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré

Impactos Socio-Ambientales Potenciales	Opción	Valor	Valor Acum	Medidas de Prevención y control
A. Impactos sobre el Entorno Físico				
1. Geología y Sismología Las características geológicas y geotécnicas en la cuenca, no presentan ninguna condición adversa que no pueda ser mitigada por medio de un diseño convencional y métodos de construcción apropiados. Además, en el sitio de presa de las opciones 1 y 2, no se detectan fallas activas, ni materiales susceptibles a licuación durante un sismo. -En la fase de construcción los riesgos serán por: Deslizamientos de taludes: i) caminos (mayor riesgo en las opciones 11 y 12 por haber mayores pendientes); y ii) en las demás obras. La construcción del túnel con recubrimiento de concreto para evitar filtraciones de agua y presencia de gases peligrosos. Disposición inadecuada de material de desperdicio (mayor volumen con la opción más grande: 1, 12, 2, 11, 3 y 4, respectivamente). -En la fase de operación, los riesgos serán por: Deslizamientos de taludes: i) caminos; y ii) embalse (mayor riesgo donde habrá mayor fluctuación del nivel: opción 1, 12, 11 y el resto). Sismo: la posibilidad que un sismo afecte el proyecto es relativamente pequeña. Filtración de agua a través, por debajo o alrededor de la presa: i) Se considera mínima la filtración; ii) De ocurrir una falla, el daño mayor (aguas abajo) lo ocasionarían las opciones 11 y 12 por estar en la parte alta de la cuenca.	1	10		A. Medidas sobre el entorno físico 1. Geología y Sismología <ul style="list-style-type: none"> • Hacer los estudios geológicos y geotécnicos detallados de la opción seleccionada e incorporarlos en el diseño. • Métodos apropiados de diseño y construcción. • Pendientes máximas de los taludes, dependiendo del tipo de roca. <ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo y control filtraciones y gases peligrosos • Disponer adecuadamente el material de desperdicio. • Mantenimiento a los caminos (recolectar y disponer adecuadamente el material). • Red de monitoreo de sismos Considerar la incorporación de un drenaje en la fundación de la presa; Instrumentación para detectar la infiltración
	2	5		
	3	5		
	4	5		
	11	9		
	12	9		
2. Suelos El mayor porcentaje de los suelos de la cuenca tienen poco valor agrícola (clases VI y VII). -A mayor tamaño del proyecto (embalse) mayor impacto al suelo (1, 12, 2, 11, 3 y 4). -Desarrollo inducido por el proyecto puede provocar deforestación y mayor actividad agropecuaria.	1	8	18	2. Conservación de Suelos <ul style="list-style-type: none"> • Zonificación de uso del suelo; • Control de asentamientos inducidos.
	2	5	10	
	3	4	9	
	4	4	9	
	11	7	16	
	12	7	16	

Impactos Socio-Ambientales Potenciales	Opción	Valor	Valor Acum	Medidas de Prevención y control
<p>3. Recursos Hídricos Los recursos hídricos en la cuenca son de buena calidad, pero se puede deteriorar durante la construcción de las obras, de no implementarse las medidas para minimizar la escorrentía y derrames y tratar las aguas residuales. Durante la operación la calidad del agua del embalse será monitoreada a manera de determinar cambios y riesgo de eutrofización, a manera de tomar las medidas preventivas y correctivas necesarias.</p> <p><u>A. Nivel del agua y caudal, aguas debajo de la presa:</u> -En la operación, los caudales máximos resultantes aguas debajo de la presa tendrán una atenuación significativa (alrededor del 85 al 90%; HEC-5), por lo tanto una reducción en las inundaciones. -En la operación, habrá una atenuación del lecho del río agua abajo. El lecho fluvial está compuesto de materiales gruesos (me=16.5 mm). La degradación del lecho será insignificante (no se requerirá de obras de estabilización). La reducción del caudal en el canal fluvial se manifiesta con la degradación en las bocas de los tributarios; La reducción de la capacidad del río para transportar sedimentos se manifiesta con la acumulación de sedimentos en las bocas de los tributarios.</p> <p><u>B. Erosión y transporte de sedimentos:</u> -En la construcción, habrá deterioro de la calidad del agua por los sedimentos del movimiento de tierra. -En la operación, la sedimentación del embalse no será un problema y por lo tanto no será necesario dragar; La capacidad del embalse se verá afectada en no más de un 1 o 2% a los 50 y 100 años, respectivamente (1.4 mm/año; 1.04 ton/m³).</p> <p><u>C. Calidad del agua y riesgo de eutrofización:</u> -En la construcción, deterioro de la calidad del agua por el aporte de sedimentos (erosión), aguas residuales y derrames de hidrocarburos. -En la operación, las concentraciones de <i>oxígeno disuelto</i> serán: i) aguas debajo de los sitios de presa: menores concentraciones en las capas cercanas al fondo y sobre todo cuando el embalse se este llenando, afectando a los ecosistemas y la calidad del agua; Esta situación se puede aliviar variando la profundidad de las salidas de agua; ii) Gatún: no se afectará la calidad del agua del lago por el trasvase de agua de cualquiera de las opciones en el río Indio; No se requerirá variar la profundidad de la toma. -En la operación, la <i>temperatura</i> o estratificación térmica será más o menos estable, se verá influenciada por la presencia de los vientos, especialmente durante la época seca; Las opciones de agua 3, 4 y en el embalse en la Cabecera del río Indio, el agua circulará con cierta frecuencia debido en parte a su comparativa baja profundidad media. La termoclina estará entre los 10 y 15 metros de profundidad. La penetración de la luz llegará hasta los 15 metros de profundidad. -En la operación, el riesgo de <i>eutrofización</i> es bajo. Las concentraciones de fósforo y clorofila en las opciones de agua van en orden ascendente de la siguiente manera: 12, 11, 1, 2, 3 y 4.</p>	1	5	23	<p>3. Recursos Hídricos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de los procesos de erosión y sedimentación y entrega de sedimentos al embalse • Establecimiento de un sistema de incentivos y multas para quienes mejoren o deterioren la calidad del agua. En forma directa o indirecta • Establecimiento del caudal ecológico mínimo para mantener las funciones vitales actuales de los ecosistemas • Medidas como barreras de agua, cercas filtrantes y estabilización de taludes. • Mantenimiento de las estructuras de prevención y control de la erosión; Monitoreo de sedimentos y del cambio de uso del suelo. • Medidas de prevención y control de la erosión y de las aguas negras y derrames. • Disponer de salidas de agua a distintas profundidades; Monitoreo de las concentración de oxígeno en toda la columna de agua. • Monitoreo de la temperatura en toda la columna de agua. • Se recomienda que se corten los árboles y la vegetación del área a inundarse.
	2	5	15	
	3	6	15	
	4	6	16	
	11	7	23	

Impactos Socio-Ambientales Potenciales	Opción	Valor	Valor Acum	Medidas de Prevención y control
<p>4. Calidad del aire</p> <p>Los impactos más importantes sobre la calidad del aire se relacionan principalmente por la emisión de polvo a partir de las áreas desprovistas de vegetación y por el tránsito de los camiones que transporten material en los caminos de terrecería.</p> <p>-En la construcción más que en la operación, las opciones 1 y 2 afectarían la calidad del aire de un número ligeramente mayor de poblados, pero las opciones 11 y 12 afectarían el mayor número de receptores sensibles (escuelas, iglesias y centros de salud), que las demás alternativas.</p> <p>-En la construcción, los trabajadores estarán expuestos al polvo y eventualmente otras sustancias.</p> <p>-En la operación, la incidencia de incendios forestales. El área del embalse ya no sería susceptible a los incendios (impacto positivo). Pero un mejor acceso al área podría intensificar la alteración de la cobertura vegetal y contribuir a más zonas con incendios.</p>	1	6	29	<p>4. Calidad del aire</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medidas de prevención, reducción y control como regar agua y mantenimiento periódico y sistemático de los motores de los vehículos y de los sistemas de control de ruido y contaminantes. • Dotar de equipo de protección contra el polvo a los trabajadores. • Programas de control de asentamientos inducidos y prevención y control de los incendios.
	2	5	20	
	3	3	18	
	4	3	19	
	11	5	28	
	12	6	29	
<p>5. Ruido</p> <p>Los impactos más importantes del ruido se relacionan principalmente por las actividades de construcción y por el tránsito de los camiones que transporten material.</p> <p>-En la construcción más que en la operación, las opciones 1 y 2 a un número ligeramente mayor de poblados, pero las opciones 11 y 12 afectarían el mayor número de receptores sensibles (escuelas, iglesias y centros de salud), que las demás alternativas.</p> <p>-En la construcción, los trabajadores estarán expuestos al ruido, que excedan los niveles de seguridad.</p>	1	5	34	<p>5. Ruido</p> <ul style="list-style-type: none"> • Control del horario de tránsito vehicular y de la velocidad de los vehículos y mantenimiento periódico y sistemático de los motores de los vehículos y equipos. • Dotar de equipo de protección contra el ruido a los trabajadores.
	2	5	25	
	3	3	21	
	4	3	22	
	11	3	31	
	12	5	34	

Impactos Socio-Ambientales Potenciales	Opción	Valor	Valor Acum	Medidas de Prevención y control
B. Impactos socio-ambientales y riesgos potenciales sobre la Diversidad Biológica				
6. Comunidades terrestres A causa del alto grado de intervención humana existente, la diversidad biológica tiene un valor relativamente bajo en la cuenca del río Indio. La construcción de cualquiera de las opciones resultará inevitablemente en la remoción de la vegetación permanente. A mayor el área del embalse mayor pérdida de vegetación; Ninguno de los impactos socio-ambientales y riesgos potenciales son significativos como para prevenir la ejecución del proyecto. -En la etapa de construcción, se cortarían para construir caminos, otras obras y el embalse entre 110 (opción 4) y 460 hectáreas (opción 12) de bosque maduro. -En la etapa de construcción, se afectaría negativamente a la mayoría de especies de fauna terrestre por la pérdida del hábitat, sobre todo del bosque poco intervenido. -En la etapa de operación, se proporcionará hábitat adicional para aves acuáticas.	1	6	40	B. Medidas sobre la diversidad biológica 6. Comunidades terrestres <ul style="list-style-type: none"> • Establecer un sistema de pago de servicios ambientales por la protección de la biodiversidad, especialmente del bosque en la cuenca, especialmente aguas arriba del embalse • Revegetar 30 metros a lo largo de corrientes y proteger vegetación adyacente. • Restricciones a los trabajadores de cacería, recolección de plantas y animales. • Incorporar la ROCC y especialmente la Cuenca del Río Indio como parte del Corredor biológico mesoamericano.
	2	3	28	
	3	2	23	
	4	2	24	
	11	5	36	
	12	5	39	
7. Comunidades acuáticas La experiencia sobre el crecimiento de malezas acuáticas en los embalses panameños indica que éstas invadirán cualquiera de los embalses propuestos. -En la construcción, aún cortando la mayoría de la vegetación arbórea, proliferarán las <i>malezas acuáticas</i> . -En la operación, se cuenta con experiencia en el país en el control de las malezas acuáticas. Durante la etapa de operación del embalse, los peces estarán sujetos a un nuevo régimen: de lótico a léntico. La experiencia en los embalses del país indica que la introducción del pez sargento y tilapia, genera una actividad pesquera importante para las comunidades ribereñas. - En la operación, los <i>peces y macro-invertebrados</i> presentan las siguientes características: 23 especies de peces permanecerán en la zona lacustre y efluentes; 4 especies desaparecerán aguas arriba; La alteración en las poblaciones no será tan drástico aguas debajo de la presa; La fluctuación rápida del nivel del embalse afecta a los peces que utilizan las orillas para colocar sus huevos (troncos y malezas), ya que quedarían expuestos; Las 2 especies de importancia científica están asociadas a riachuelos aguas arriba y que permanecerán aún con el embalse; La introducción del pez sargento y la tilapia generará una actividad pesquera importante para las comunidades reubicadas alrededor del embalse.	1	5	45	7. Comunidades acuáticas <ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo. • Control integrado, si fuese necesario. • Diseño de escalera de peces, para proporcionar una alternativa fluvial a las especies migratorias. • Desarrollo de la pesca deportiva y del turismo natural en el embalse • Investigación de los recursos pesqueros. • Capacitar a los pobladores cercanos al embalse en las técnicas de acuicultura, para realizar cría de peces en recintos acuáticos. • Contribuir a la seguridad alimenticia y económica de las comunidades, a través del manejo sostenible de la tilapia y el sargento.
	2	4	32	
	3	3	26	
	4	3	27	
	11	3	39	
	12	3	42	

Impactos Socio-Ambientales Potenciales	Opción	Valor	Valor Acum	Medidas de Prevención y control
C. Impactos socio-ambientales y riesgos potenciales sobre los Aspectos Socio-Económicos y Culturales				
8. Socioeconomía: La cuenca del río Indio, al igual que toda la región ROCC contiene núcleos familiares y pequeñas comunidades que viven mayormente en extrema pobreza. -En la construcción, se presentarán los siguientes impactos socio-ambientales y riesgos potenciales que son proporcionales al tamaño de cada opción: Habrá que desplazar entre 286 (opción 4) a 1,568 personas (opción 1); Habrá un impacto sobre la cohesión comunitaria, ya que una vez desplazada será difícil de reconstruir, más aún cuando los asentamientos sean más grandes; Habrá una fuerte reducción de las actividades comerciales de las poblaciones localizadas en la ribera del río; Habrá una pérdida de infraestructura; Habrá una pérdida de la producción agropecuaria que representa el 42% del consumo familiar; Habrá empleo local e ingresos, siempre y cuando se capacite a la población. Dada la pobreza de la región y la dispersión de su población, los costos directos de reemplazar la infraestructura económica y social son relativamente pequeños. Los costos mayores se asocian con los costos de compensación a las familias desplazadas y sus mecanismos para aminorara el impacto sobre la cohesión familiar y comunal.	1	14	59	C. Medidas de prevención, reducción y control socio-económicas 8. Socioeconomía <ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de un plan de re-asentamiento y desarrollo humano para las comunidades, familias y personas que resulten afectadas por la/s opción/es seleccionada/s, que compense y resarza y especialmente mejore sus condiciones existentes • Evaluar cuales de las opciones cumplen con los requerimientos mínimos de volumen y confiabilidad, para aminorar un impacto innecesario sobre la población. • Programa de mejoramiento socio-económico de las comunidades que contempla: • Prevención, reducción y control del impacto directo del desplazamiento por inundación; • Prevención, reducción y control de la pérdida de producción para autoconsumo y comercio; • Prevención, reducción y control por la pérdida de la infraestructura social y cohesión social; • Prevención, reducción y control de la pérdida de la infraestructura económica.
	2	11	43	
	3	8	34	
	4	8	35	
	11	12	51	
	12	12	54	
	9. Recursos culturales El inventario arqueológico actual en la ROCC indica que existen 20 sitios arqueológicos conocidos de diferentes niveles de importancia. Se perderá información científica y cultural valiosa por la inundación. -Los sitios arqueológicos que serían afectados, han sido calificados de alta, moderada y baja importancia. Las opciones 1 y 2, reportan 1 sitio de alta importancia y el resto de opciones ninguna. Sin embargo, la opción 11 reporta el valor total más alto, porque reporta más sitios, 3 de moderada y 15 de baja importancia	1	29	
2		15	58	
3		8	42	
4		8	43	
11		30	81	
12		18	72	

Impactos Socio-Ambientales Potenciales	Opción	Valor	Valor Acum	Medidas de Prevención y control
10. Paisaje y recursos escénicos -Las opciones de agua 1 y 2, tienden a afectar un mayor número de lugares poblados que reportan recursos de interés para sus comunidades.	1	11	99	Desarrollar un programa comunitario para el desarrollo del turismo natural y de aventura, utilizando los paisajes y bienes y servicios escénicos
	2	7	65	
	3	3	45	
	4	3	46	
	11	3	84	
	12	3	75	

Figura RE-1: Cuenca del Canal Panamá, mostrando la Región Occidental y las Cuencas de Río Indio, Taobré y Caño Sucio

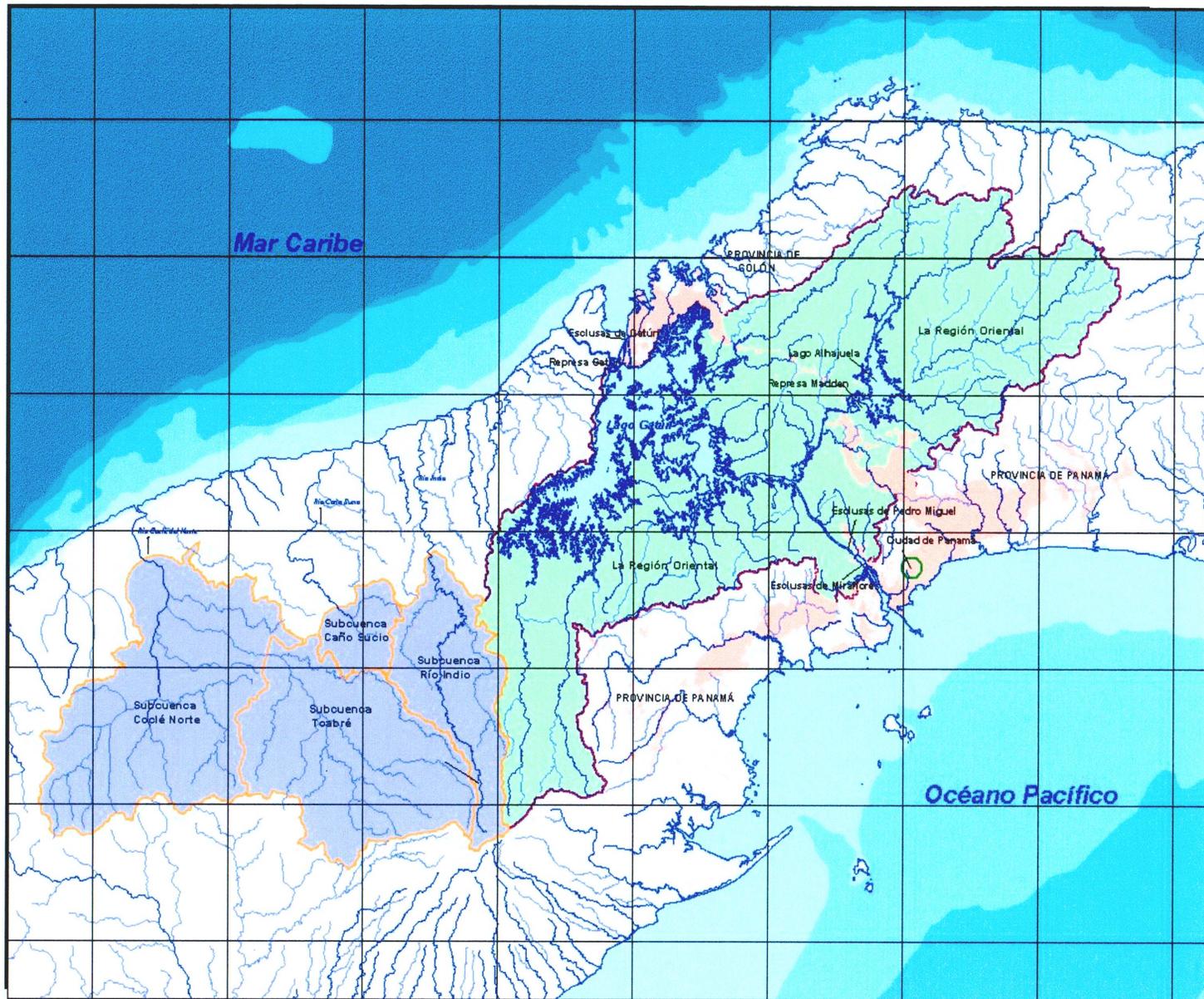
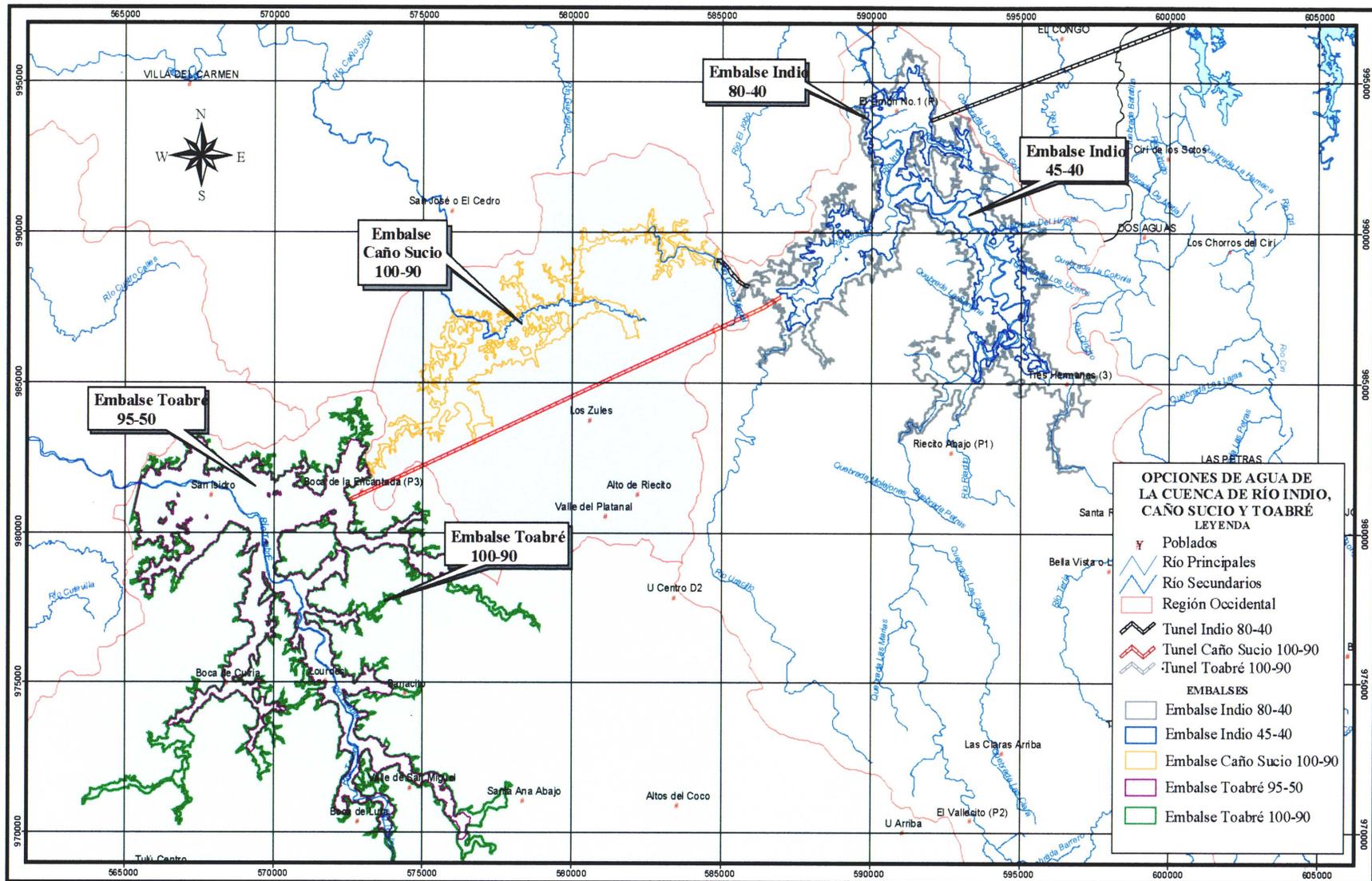


Figura RE-2: Principales Elementos de las Opciones de Agua en las Cuencas de Río Indio, Taobré y Caño Sucio



1.0 INTRODUCCIÓN

La Autoridad del Canal de Panamá (ACP) realiza actualmente una serie de estudios para evaluar la factibilidad de instalar un nuevo juego de esclusas, sistemas alternativos para subir y bajar barcos y mejoras al canal de navegación, con el propósito de formular un Plan Maestro para la Ampliación y Modernización del Canal. Parte de esos estudios incluyen la definición de nuevas fuentes de agua, pues en la actualidad, la operación del canal, y el abastecimiento de agua potable a los principales centro urbanos del país, son completamente dependientes de la disponibilidad de agua en los embalses de Gatún y Alhajuela. Esa disponibilidad, que es limitada aún con los niveles de tráfico existentes, e insuficiente para la operación del canal al máximo de su capacidad en los años más secos, podría ser incluso más limitante en el futuro, a medida que la demanda para el tráfico de barcos y el consumo de la población aumenta.

En este contexto, URS Holdings, Inc. (URS) fue seleccionada por la ACP para ejecutar el contrato para el análisis ambiental de las opciones de agua en la Región Occidental de la Cuenca del Canal de Panamá (ROCC). Más específicamente, bajo este contrato URS realizó el análisis ambiental de doce opciones de agua en los ríos Indio, Caño Sucio, y Toabré. Diez de esas opciones ya habían sido identificadas por la ACP y dos opciones fueron definidas por el equipo de trabajo de URS.

Los términos de referencia especifican que se deben presentar dos informes de Evaluación Ambiental, uno que analiza las opciones de agua contenidas completamente dentro de los límites de la cuenca del Río Indio; y otro para las opciones de agua que involucran, además de la cuenca de Río Indio, las cuencas de los Ríos Caño Sucio y/o Toabré. En este informe se identifican y analizan los impactos socio-ambientales potenciales que puedan resultar como consecuencia de la construcción y operación de una o más de las opciones de agua identificadas en las Cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré.

La intención de la ACP es que la alternativa seleccionada sea diseñada, construida y operada de acuerdo al Manual Ambiental de la ACP, cumpla con las leyes y reglamentos de la República de Panamá y con los lineamientos y requerimientos de las organizaciones internacionales de financiamiento tales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial.

1.1 Antecedentes

La búsqueda de recursos adicionales de agua para el abastecimiento de las demandas presentes y futuras del canal y de las principales áreas urbanas de Panamá, ha considerado una serie de

opciones tanto dentro del área que actualmente está regulada por las presas y obras civiles asociadas de los embalses de Gatún y Alhajuela (Madden) como en áreas adyacentes⁽⁷⁹⁾. De esa manera se identificó que el área con mayor potencial, para abastecer cantidades significativas de agua adicionales en el futuro, se encuentra hacia el oeste del canal y está conformada por secciones de las cuencas de los Ríos Indio, Miguel de la Borda y Coclé del Norte. Dicha región, que tiene un área aproximada de 2131 Km² y un escurrimiento promedio anual de agua de 4410 millones de metros cúbicos – MMC⁽⁵³⁾, se conoce actualmente como la Región Occidental de la Cuenca del Canal de Panamá (Figura 1.1).

La Cuenca del Canal de Panamá fue definida por la Ley No. 44 del 31 de agosto de 1999. Según lo establecido por esta ley la cuenca incluye tanto el área actualmente regulada por los embalses de Gatún y Alhajuela, conocida también como Región Oriental como la Región Occidental antes mencionada. Desde la perspectiva de la futura operación del Canal de Panamá se podría decir que la Región Occidental representa la principal reserva hidrológica estratégica para el funcionamiento del mismo. Para fines de comparación y para establecer la importancia de la ROCC, se debe mencionar que la Región Oriental, de la cual dependen actualmente la operación del canal y el abastecimiento de agua a Panamá y Colón, tiene una superficie aproximada de 3310 Km² y una descarga aproximada de 4655 MMC.

1.2 Impactos Ambientales Potenciales y Riesgos de los Proyectos Hidráulicos

La manipulación a gran escala del entorno geográfico para el aprovechamiento de los recursos hídricos con fines específicos implica la generación de impactos ambientales y riesgos considerables. Los efectos negativos observados después de la construcción de algunas grandes obras de infraestructura que modifican considerablemente el medio ambiente han sido de gran importancia, magnitud y duración, y en algunos casos han superado a los beneficios obtenidos⁽²⁰⁾. Por esta razón, es necesaria la realización de estudios para conocer el funcionamiento de los ecosistemas que están siendo manipulados, con el objeto de prevenir la ocurrencia de efectos negativos, potenciar los beneficios de impactos positivos, o adoptar las medidas adecuadas de mitigación y control en caso de que los primeros sean inevitables.

El establecimiento de embalses altera la geodinámica local y el proceso evolutivo natural, de tal forma que solamente organismos preadaptados, o aquellos que puedan adaptarse rápidamente a los cambios y ajustes de los procesos hidrogeomorfológicos y, a las exigencias del nuevo medio ambiente pueden participar en la organización de la nueva comunidad biológica. Al igual que otros ecosistemas, la estructura y funcionamiento del posible embalse (o embalses) dependen de los principales flujos de energía y materiales que entran y salen del mismo, así como del grado

de intercambio entre sus principales componentes. Algunos de los aspectos que necesitan especial atención se mencionan a continuación.

1.2.1 Desplazamiento de la Población

La inundación de áreas más o menos significativas para la creación de embalses requiere la reubicación y reasentamiento de las personas que anteriormente habitaban dicha área. Esto acarrea una serie de problemas, dificultades y complicaciones para esa población y puede causar la pérdida de valores y raíces de las comunidades, además de las pérdidas materiales que son más simples de contabilizar.

Para poder alcanzar la viabilidad social y ambiental, las personas o comunidades afectadas por la reubicación y reasentamiento deben ser objeto de un tratamiento especial debido a las pérdidas señaladas. Consecuentemente, se les debe retribuir en forma justa y equitativa y buscar los lugares apropiados para su reubicación. Este debe ser un proceso de constante interacción entre los responsables de la creación de los nuevos embalses y las personas y comunidades afectadas para prevenir impactos ambientales negativos y riesgos sociales, que eventualmente podrían retrasar, por razones legales y culturales, la construcción de embalses y obras de infraestructura normalmente asociada a los mismos. Lo importante es proveerles mejores condiciones, que se reflejen en mejores niveles y calidad de vida. Para tal fin, deben garantizarse la seguridad de la tenencia de la tierra, las oportunidades de educación y los servicios médicos.

Por otra parte, si el desplazamiento, reubicación y reasentamiento no son cuidadosamente planificados y ejecutados dentro de un proceso participativo continuo, las personas o comunidades también pueden llegar a ser más vulnerables a enfermedades comunes o aquellas transmitidas por vectores cuyos ciclos de vida están de una u otra manera asociados al agua. Un incremento de problemas de salud se ha observado a menudo durante la construcción y posterior operación de embalse tropicales⁽²⁰⁾. El aumento de la población, tanto por la construcción como por la subsiguiente operación ha conducido a la intensificación de las actividades humanas en el área alrededor del embalse, sin el mismo aumento de servicios médicos preventivos.

Sin embargo, existen algunas enfermedades que por su etiología y epidemiología están relacionadas de manera especial con el ambiente acuático. Entre estas se pueden mencionar la Malaria, la Encefalitis, el Dengue, la Esquistosomiasis y la Oncocercosis, entre otras.

1.2.2 Deforestación y Destrucción de Hábitat

Un fenómeno muy frecuente que se ha observado en proyectos de esta naturaleza es un incremento significativo en las tasas de deforestación y destrucción de ecosistemas y hábitat natural. Este es un efecto que desencadena una serie de procesos que conllevan a un empobrecimiento progresivo de las condiciones ambientales y sociales de la región. Ese deterioro puede afectar de manera significativa la calidad de vida de los pobladores locales, la viabilidad de las poblaciones de las especies de vida silvestre, especialmente de aquellas que requieren de un amplio ámbito geográfico para completar sus ciclos de vida.

Este proceso acelerado de deforestación normalmente profundiza y agrava los efectos del proceso normalmente desordenado de ocupación del espacio, que comúnmente se realiza mediante una colonización espontánea que deforesta fuertemente a lo largo de las rutas de penetración. En el caso de la Cuenca del Río Indio, estos procesos de deforestación y conversión del bosque a sistemas insostenibles de ganadería y agricultura se han desarrollado ya por varias décadas y solamente permanecen algunos vestigios de los bosques que anteriormente cubrieron el área de esta cuenca.

1.2.3 Erosión y Sedimentación

La generación de sedimentos en la cuenca es muy importante, tanto para la longevidad del embalse, como para las condiciones ambientales en el mismo. En este sentido es importante señalar que la deforestación, mencionada anteriormente, y la transformación de la cobertura vegetal expone el suelo a un mayor efecto de los agentes climáticos y se pueden desarrollar procesos fuertes de erosión y transporte de sedimento. La entrega de sedimentos a cualquier embalse, puede ser sustantiva si no se toman las medidas apropiadas para manejar la cuenca.

Dichos procesos pueden acelerarse significativamente como resultado de los movimientos de tierra necesarios para la construcción de la infraestructura de los embalses. Paradójicamente, la vida útil de ellos, o alternativamente su costo de operación, dependerá en gran medida de las medidas y acciones que prevengan, reduzcan y controlen los coeficientes de entrega de sedimentos, que a la vez dependen del mantenimiento o mejoramiento de los procesos hidrogeomorfológicos de la cuenca. Las condiciones ambientales del embalse, estarán asociadas al mejoramiento de la calidad ambiental o al deterioro de la cuenca, la cual deberá tener un proceso continuo de mejoramiento ambiental y social para asegurar la mayor longevidad del embalse y de las obras de infraestructuras asociadas.

Además de reducir la vida útil del embalse, un proceso acelerado de sedimentación puede interferir fuertemente con la abundancia y distribución de la comunidad biológica en el embalse. La turbidez provocada por los materiales suspendidos, usualmente reduce la penetración de la luz y por ende la fotosíntesis en la columna de agua. Esto afecta sin lugar a dudas la estructura trófica, especialmente los niveles superiores de la trama alimenticia de ecosistema acuático. Los sedimentos suspendidos también proporcionan un sustrato al cual pueden adherirse bacterias causantes de enfermedades. Finalmente, la deposición de altas cantidades de sedimentos limita el desarrollo de la comunidad bentónica y destruye el hábitat necesario para la reproducción de muchas especies de peces.

1.2.4 Calidad del Agua y Riesgo de Eutrofización

La eutrofización, o enriquecimiento por nutrientes de los cuerpos de agua continentales, es un proceso natural que ocurre a diferentes velocidades, dependiendo de las relaciones del cuerpo de agua con su área de captación, incluyendo la infraestructura física y social en sus márgenes. La acción del hombre usualmente acelera este proceso en forma dramática, sobretodo si contamina directa o indirectamente el embalse.

Los principales efectos negativos de la eutrofización son: el aumento de la materia orgánica tanto disuelta como en partículas, y la disminución de la concentración de oxígeno. La materia orgánica confiere al agua olores y sabores desagradables, resultado de la continua descomposición. También absorbe grandes cantidades de luz disminuyendo el grosor de la capa fotosintética. Por su parte, la disminución de la concentración de oxígeno hasta los niveles de anoxia total, tiene enormes consecuencias sobre la supervivencia de peces y otras formas de vida que pueden ser utilizadas como fuente de proteínas por el hombre.

En las condiciones reducidas por la anaerobiosis, se liberan de los sedimentos una serie de compuestos que tienden a acelerar aún más el proceso de eutrofización, tales como diferentes formas de fósforo y nitrógeno, y tóxicos que bajo condiciones oxidadas permanecían adsorbidos a las partículas de arcilla o materia orgánica, pero que al cambiar el potencial de redox son liberados, e incorporados de alguna forma a la cadena trófica⁽⁸⁵⁾. También en estas condiciones anóxicas, se pueden liberar de los sedimentos compuestos como metano y ácido sulfhídrico.

A diferencia de los lagos naturales, los embalses tienen normalmente un bajo tiempo de residencia del agua, y por lo tanto, la calidad del agua de los ríos que los alimentan es altamente determinante en la calidad del agua y productividad del mismo. Durante el proceso de llenado y los primeros años de vida del embalse, se presenta usualmente un período transitorio que se

caracteriza por altas concentraciones de iones orgánicos e inorgánicos y un bajo contenido de oxígeno hipolimnético. La longitud de este período de transición depende de varios factores, tales como la calidad del agua de los ríos, la vegetación terrestre que haya sido sumergida, el perfil térmico del embalse, la fertilidad del suelo sumergido, la tasa de renovación del agua en el embalse y la profundidad de la toma para descarga. Luego de este período transitorio inicial, disminuyen las concentraciones de nutrientes y de materiales orgánicos en el agua, aunque usualmente se mantienen ligeramente por encima de los niveles encontrados en los ríos aportantes⁽⁶⁷⁾.

1.2.5 Malezas Acuáticas

Otro de los aspectos más preocupantes en el desarrollo de embalses tropicales es el riesgo de infestaciones masivas de malezas acuáticas, las cuales influyen fuertemente muchas de las características del embalse y del agua misma, limitando usualmente su uso para algunos de los fines previstos en su operación. Algunos de los efectos negativos de las malezas acuáticas son:

- La descomposición de la materia orgánica, producida por las plantas en el cuerpo de agua, desoxigena la misma con todas las consecuencias que esto tiene sobre el recurso acuático;
- Las grandes matas o masas de plantas, flotantes o enraizadas, que pueden desarrollarse interfieren a menudo con la navegación, y según sea el diseño de las obras pueden también interferir con las tomas de agua u otras estructuras. En condiciones extremas, el efecto en la evapotranspiración del embalse puede ser de gran magnitud, reduciendo la capacidad neta del mismo;
- Altas infestaciones de estas plantas interfieren también con las redes de agallas y otras artes de pesca, afectando fuertemente la pesca tanto comercial como deportiva;
- Ciertas especies transmisoras de enfermedades tales como los caracoles vectores de la esquistosomiasis y los mosquitos vectores de la malaria, encuentran un hábitat ideal entre estas plantas acuáticas, donde además están usualmente protegidos de sus enemigos naturales; y
- Durante períodos de rápido crecimiento las plantas acuáticas son capaces de transpirar varias veces los valores normales de evaporación en una superficie abierta, disminuyendo por lo tanto la entrega neta de agua de los embalses infestados.

Algunos de los factores que determinan la infestación de los embalses con malezas acuáticas son: la presencia de plantas acuáticas en la cuenca, o a distancias fácilmente transportables por procesos naturales; zonas pantanosas o poco profundas en la zona litoral del nuevo embalse; vegetación terrestre sumergida que proporciona protección a las plantas acuáticas; y altas tasas

de sedimentación en zonas específicas del embalse que llegan a producir áreas poco profundas con una gran disponibilidad de nutrientes.

1.2.6 Otros Efectos Posibles

Dependiendo de las características especiales de cada sitio, al interrumpirse la evolución natural de los sistemas naturales, se pueden presentar situaciones, que en lugar de contribuir a los encomiables objetivos de incrementar la producción de bienes y servicios para la población de la región, se traduzcan en daños y perjuicios ya sea en el área misma del proyecto de desarrollo, o en otros sitios agua abajo del mismo. Para mencionar algunos de ellos:

- La reducción o desaparición de especies de vida silvestre con su invaluable banco de información genética, como resultado de la destrucción de las áreas que puedan servirles de hábitat.
- La disminución de las cantidades de sedimentos y nutrientes, provenientes de la cuenca, que podrían llegar a disminuir considerablemente la productividad en las zonas estuarinas.
- El cambio en el hidropérido que pudiera también interferir con el desplazamiento migratorio de algunas especies acuáticas (peces, crustáceos), así como con la productividad del sistema estuarino y las planicies de inundación.
- La falta de valoración y rescate de los sitios arqueológicos se considera otro efecto negativo de la construcción de embalses.
- La modificación de los procesos hidrogeomorfológicos naturales que son los que a largo plazo, ajustan las condiciones de cualquier cuenca por medio de movimientos de masas y reajustes de los niveles de base.
- El incremento de la actividad sísmica como efecto del peso del agua.

El conocimiento actual de estos problemas nos indica que la mayor parte de los mismos pueden ser prevenidos, reducidos o controlados, cuando el proceso de evaluación socioambiental y de riesgos es parte inseparable del ciclo de vida de los proyectos. Esta estrategia conduce a la generación de un programa de mejoramiento ambiental de la cuenca, incluyendo las áreas de influencia directa e indirecta del embalse, principalmente las ubicadas aguas arriba por medio del manejo y uso apropiados de los bienes y servicios naturales de las mismas.

1.3 El Manejo Integrado de Recursos Hídricos

Las opciones de agua en la ROCC, que forman parte de los estudios del Plan Maestro para la ampliación y modernización del canal, representan para la ACP un nuevo desafío que requerirá

del manejo integrado de los recursos hídricos de las cuencas bajo estudio. El manejo integrado de los recursos hídricos (MIRH) es un proceso que promueve el desarrollo coordinado y la gestión del agua, suelo y recursos relacionados, para maximizar el beneficio social y económico de manera equitativa y sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales⁽³³⁾. En el caso particular de la ACP, el MIRH debe ser visto como un proceso que la asista en sus esfuerzos por tratar los asuntos del agua de una manera sostenible y con efectividad de costos. Esto coincide con el mandato institucional y las políticas de la ACP.

El proceso del MIRH ha atraído particular atención desde 1992, con la Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente llevada a cabo en Dublín y la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo realizada en Río De Janeiro. Desde entonces, el MIRH ha encontrado apoyo universal a través de la comunidad internacional. Más recientemente han sido re-declarados en otras conferencias internacionales de agua en Harare y París, por la Comisión de Desarrollo Sostenible en Río +5 en 1998 y en los tres foros mundiales del agua, el último de los cuales se llevo a cabo en Japón en el año 2003.

A continuación se describen algunos conceptos del MIRH que son relevantes para las cuencas de la ROCC bajo estudio, y que han sido tomados del documento técnico No. 4 de GWP (2000):

- El MIRH requiere de un enfoque holístico, reconociendo las características del ciclo hidrológico y su interacción con otros recursos naturales y ecosistemas; por lo tanto, tiene que involucrar consideraciones de demanda del recurso y las amenazas a éste. También requiere de participación ciudadana real, la cual se logra sólo cuando los interesados forman parte del proceso de toma de decisiones.
- La situación de los recursos hídricos en la Cuenca de Río Indio, al igual que en el resto de la ROCC, indica que la combinación de inequidad social, marginalidad económica y carencia de programas de superación de la pobreza en la región, ha obligado a la mayoría de los pobladores a sobre explotar las tierras y los recursos naturales, lo cual resultará en impactos negativos para las opciones de agua bajo estudio.
- Los principales desafíos para lograr el MIRH en las cuencas bajo estudio son: Asegurar el abastecimiento de agua para satisfacer las necesidades humanas básicas, ya que no todos los pobladores de las cuencas tienen acceso a agua sanitariamente segura y al saneamiento básico; asegurar el agua para producción de alimentos y otros cultivos; desarrollar otras actividades creadoras de trabajo; conservar y rehabilitar los ecosistemas vitales, tanto los terrestres por su importancia en la regulación del ciclo hidrológico, la

infiltración de las lluvias, la recarga subterránea, los regímenes de flujos de los ríos y la calidad de sus aguas, como los acuáticos, por producir una gama de beneficios económicos; y administrar la variabilidad de la oferta o disponibilidad del agua en tiempo y espacio y sus riesgos asociados (ciclos naturales de sequía/inundación).

- El concepto del MIRH, en contraste al manejo “tradicional” fragmentado de recursos de agua, en su nivel más fundamental, se preocupa por el manejo de la demanda y oferta de agua. Por lo tanto, la integración puede ser considerada bajo dos categorías básicas: el sistema natural, con su importancia crítica para la calidad y la disponibilidad del recurso; y el sistema humano, el cual determina fundamentalmente el uso del recurso, la producción de desechos y la contaminación del recurso, que también debe establecer las prioridades de desarrollo.
- Históricamente, los administradores de agua se han limitado a observarse así mismos en un “rol neutral”, es decir, administrar el sistema natural para proveer abastecimientos compatibles con las necesidades. Sin embargo, los enfoques del MIRH debieran asistirlos en reconocer que sus comportamientos también afectan la demanda de agua. Claramente, los consumidores solamente pueden “demandar” los productos ofrecidos, pero el agua puede ofrecerse con propiedades bien distintas, por ejemplo, en términos de calidad y disponibilidad en flujos bajos o en períodos picos en la demanda; El diseño de los precios y tarifas afectará la demanda, así como las inversiones en infraestructura convierten la demanda potencial en una demanda efectiva (e.g. tarifas preferenciales en época de lluvias).
- La integración del manejo del agua dulce y de la zona costera, a manera que se refleje la “continuidad” existente entre ellas, es un componente del MIRH. Los administradores de las aguas dulces debieran considerar los requerimientos de las zonas costeras al administrar los recursos hídricos. Esta integración está recibiendo una atención creciente a través de la reciente declaración de Naciones Unidas y con la creación del Programa Global de Acción (GPA). Este es un caso especial para Panamá, ya que en febrero de 2004, se realizó en el país la reunión de planificación anual del GPA.
- El agua es un determinante clave del carácter y la salud de los ecosistemas terrestres y acuáticos, y por lo tanto, los requerimientos de calidad y cantidad de agua en la asignación global de los recursos disponibles de agua, deben ser tomados en cuenta. La reciente publicación de UICN (2003), sobre el caudal ecológico/ambiental “environmental flow”, describe sus beneficios sobre las personas y la naturaleza y las

consecuencias a mediano y largo plazo en los usuarios de los ríos si no se cumple con estos requerimientos.

- La integración de la calidad y cantidad en el manejo de los recursos hídricos es un componente esencial del MIRH. Claramente, debe influirse en la forma como los sistemas humanos generan y combaten la contaminación;
- Integración de los intereses entre los usuarios de las aguas, los cuales deben considerarse en el MIRH, reconociendo las relaciones físicas y sociales y definiendo mecanismos para la resolución de conflictos.

1.4 El Proceso de Evaluación Ambiental

En términos generales el proceso de Evaluación Ambiental es el procedimiento por medio del cual se identifican los posible impactos socio-ambientales, los riesgos y las medidas, acciones e inversiones que pueden aplicarse para prevenirlos, mitigarlos o compensarlos según sea necesario, para poder alcanzar el MIRH mencionado anteriormente, en el caso en los proyectos de recursos hídricos. Este proceso se refiere a menudo, en las instituciones financieras internacionales, como Evaluación Ambiental (EA) que no debe confundirse con el Estudio de Impacto Ambiental, que es el documento específico que normalmente se utiliza como soporte a la aplicación de permisos o licencias ambientales para iniciar la ejecución de los proyectos de inversión.

Se puede decir que las evaluaciones ambientales son procesos que sirven para determinar y valorar los posibles impactos socio-ambientales positivos y negativos y los riesgos, directos e indirectos, que se generan por la toma y ejecución de decisiones, la aplicación de estrategias y políticas y por la conceptualización, diseño y ejecución de planes, programas, proyectos y actividades – incluyendo sus áreas de influencia directa e indirecta - en el ambiente y en la sociedad. Estos impactos pueden beneficiar y/o perjudicar a personas y comunidades por corto, mediano y/o largo plazo.

La participación y la concertación con las comunidades afectadas deben realizarse desde el inicio y son partes esenciales de cada una de las etapas del proceso de evaluación. Los puntos importantes del proceso de evaluación ambiental se organizan en el Plan de Manejo Ambiental (también conocido como Plan de Gestión Socio-ambiental), que es el instrumento para mantener o mejorar la calidad ambiental y consecuentemente los niveles y calidades de vida de las personas en el área de influencia del programa de desarrollo en cuestión.

Las evaluaciones ambientales son inseparables del ciclo de vida de cualquier plan, programa y proyecto y retroalimentan la toma y ejecución de decisiones. El proceso de evaluación ambiental puede conceptualizarse en varias etapas, todas relacionadas e inseparables del ciclo de vida de los programas y proyectos, que por consiguiente cubre y está insertada en las fases de perfil, prefactibilidad, factibilidad, diseño, licitación, adjudicación, contratación, ejecución, operación y mantenimiento de un proyecto (ver figura 1.2).

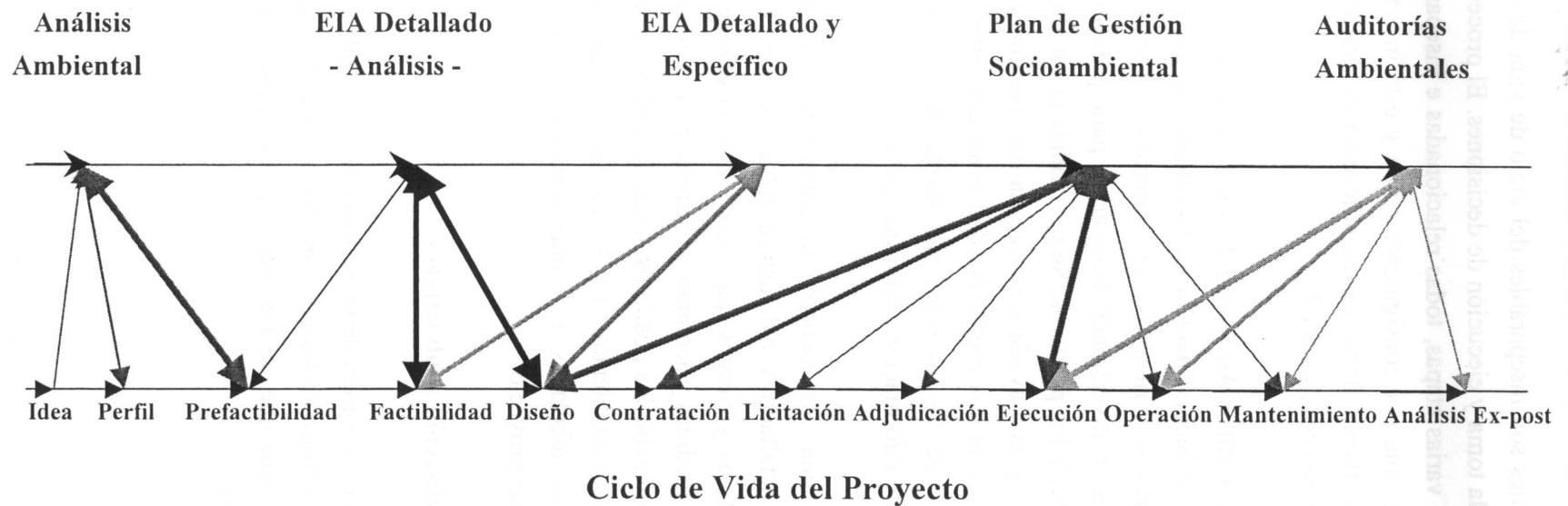
Se inicia el proceso con un Análisis Ambiental de los impactos y riesgos del perfil. Se sigue con un estudio de Evaluación Ambiental para la prefactibilidad donde se establecen y valoran los impactos ambientales negativos y riesgos y los impactos positivos, así como la definición y valoración de las acciones e inversiones necesarias para prevenir y reducir los impactos negativos y riesgos y potenciar los positivos. Se profundiza el estudio de Evaluación Ambiental para las alternativas viables y esto ayuda a escoger la más recomendable. En este momento, el proceso se encuentra al nivel de una prefactibilidad avanzada, pues se cuenta con información detallada para la mayoría de los aspectos de varias de las opciones que están siendo consideradas, pero solamente información preliminar para otras.

La factibilidad necesita – una vez escogida la alternativa – de un estudio de Evaluación Ambiental más analítico, detallado y exhaustivo calculando los costos y beneficios de los impactos negativos y positivos y riesgos que generaría el diseño y construcción de las obras propuestas, así como de las medidas y acciones necesarias para prevenir y disminuir los impactos negativos y los riesgos y potenciar los positivos. Todo lo anterior estaría incorporado a nivel de actividad en el Plan de Manejo Ambiental – PMA - (o Plan de Gestión Socioambiental – PGSA), concertado y apoyado por los afectados. Este plan estaría incorporado en cada una y todas las etapas siguientes del ciclo del proyecto.

1.5 Objetivos de la Evaluación Ambiental

En este proyecto, el objetivo primordial de la evaluación ambiental es incorporar, de una manera completa y sistemática, las consideraciones de carácter ambiental y social al proceso de selección de la opción u opciones de agua que sea necesario ejecutar para garantizar el abastecimiento al sistema del Canal de Panamá.

Figura 1.2: Proceso de Evaluación de Impacto Socioambiental



Nota: El grosor de las líneas muestra la importancia de las relaciones entre las diferentes etapas de la EIA con las fases del ciclo del proyecto y el número de relaciones indica la importancia de cada etapa y fase. El color diferencia las diferentes etapas del proceso de EIA.

Fuente: Dr. Luis Ferraté (comunicación personal)

De manera general la meta de la evaluación es cumplir con los requerimientos de análisis ambiental establecido tanto por el manual de la ACP como por los procedimientos de la ANAM y los lineamientos y requerimientos de organizaciones financieras internacionales como el Banco Mundial y el BID. De manera más específica se pueden incluir los siguientes objetivos:

1. En primer lugar, se puede decir que la evaluación socioambiental de las opciones de agua en la cuenca de Río Indio persigue identificar los posibles impactos - ambientales, sociales y económicos -, que podrían ser causados por la ejecución de una o más de las opciones de agua consideradas en la cuenca.
2. Además de identificar los impactos, el estudio de evaluación ambiental califica los mismos de manera cualitativa o cuantitativa, según la información existente en cada caso. En este proceso se determinan las posibles interacciones entre los impactos identificados (sinergias) y la significancia de los mismos en función de las condiciones existentes y sus tendencias.
3. En tercer lugar, la evaluación ambiental persigue determinar las necesidades de manejo y mejoramiento socio-ambiental, que serían necesarias para que la ejecución de una o más de las opciones consideradas se ejecute sin costos adicionales no incluidos en la conceptualización de las mismas. Este manejo socio-ambiental incluye la estrategia y actividades específicas para la mitigación de los impactos socio-ambientales negativos, la potenciación de los positivos y el control de los riesgos, ya sea por medio de medidas de prevención o compensación. Como parte del plan de manejo se incluyen también las estrategias y actividades de monitoreo ambiental y de verificación y control.
4. La evaluación ambiental también persigue obtener la participación plena de los involucrados, por medio de consultas, e incorporar los criterios, comentarios y sugerencias pertinentes de la población directamente afectada por las opciones de agua, de los interesados y de la sociedad civil en general. La incorporación de las sugerencias relevantes ayuda a mejorar el desempeño en el caso que una o más de las opciones de agua se llegue a ejecutar. La participación de las personas y comunidades afectadas es un requisito indispensable del proceso de evaluación ambiental y para el éxito de cualquier proyecto, debido a que se cuenta con el apoyo de los afectados, disminuye los riesgos legales y los retrasos y costos de las inversiones.
5. Finalmente, el estudio de evaluación persigue determinar cual o cuales son las opciones factibles al considerar tanto los elementos de carácter técnico como los de carácter

económico, financiero, social y ambiental. En base a esa determinación se persigue identificar la opción u opciones preferidas para alcanzar las metas de abastecimiento de agua y que al mismo tiempo internalizan las acciones necesarias para controlar los riesgos y mitigar los posibles impactos negativos, sobre las condiciones ambientales y sociales existentes en el área de influencia, o incluso mejorarlas.

1.6 Estructura del Informe

Este informe está organizado en nueve secciones incluyendo un resumen ejecutivo, siete capítulos principales y una sección de anexos. El contenido de cada una de estas secciones se indica brevemente a continuación.

Resumen Ejecutivo

Presenta claramente los resultados de la Evaluación Ambiental, incluyendo la información relevante sobre los problemas ambientales más significativos asociados a los proyectos de inversión.

1. Introducción

Esta introducción presenta brevemente el contexto del estudio incluyendo los antecedentes que justifican la necesidad adicional de agua y la importancia estratégica de los recursos hídricos de la ROCC, hace una descripción general de la importancia de los principales temas ambientales, asociados con el desarrollo de proyectos hidráulicos introduce la visión moderna del Manejo Integrado de Recursos Hídricos y el papel que desempeña el análisis ambiental en las varias etapas del ciclo de vida del proyecto. Finalmente, en esta introducción se describe la estructura general del informe.

2. Las Opciones de Agua

Este capítulo incluye la información clave sobre las diferentes fases: planificación, construcción y operación de las opciones de agua. En la descripción se ha hecho énfasis en los aspectos y acciones que pueden conducir a impactos ambientales significativos. Además, la descripción de las estructuras y procesos constructivos y de operación de cada opción sigue, en la medida de lo posible, la estructura sugerida por la ANAM para la preparación de Estudios de Impacto Ambiental de proyectos de inversión Clase III.

3. Las Condiciones Existentes en el Área de Estudio

En este capítulo se hace una caracterización concisa de las condiciones existentes en el área de influencia de las posibles opciones de agua. Se incluyen en la misma los

parámetros **socioambientales**, que se consideran más útiles para el análisis, tales como los aspectos claves del medio físico, biológico, socioeconómico, cultural y paisajístico.

4. Identificación y Análisis de Impactos

El capítulo de identificación y análisis de impactos socio-ambientales y riesgos incluye la valoración y relevancia tanto de los impactos positivos que deben potenciarse y los negativos que deben prevenirse, reducirse y controlarse, como de los riesgos, y que podrían derivarse de la concepción, diseño, planificación y de la construcción y operación de cada una de las opciones posibles.

5. Mitigación y Plan de Manejo Ambiental

En este capítulo se identifican las medidas, acciones e inversiones que pueden ser ejecutadas para prevenir, reducir y controlar los impactos socioambientales negativos y los riesgos significativos, así como para potenciar los impactos positivos; la manera de monitorear la calidad y la condición ambiental del área y la efectividad de las medidas propuestas; y los mecanismo de verificación y control propuestos para la gestión ambiental.

6. Análisis de Alternativas

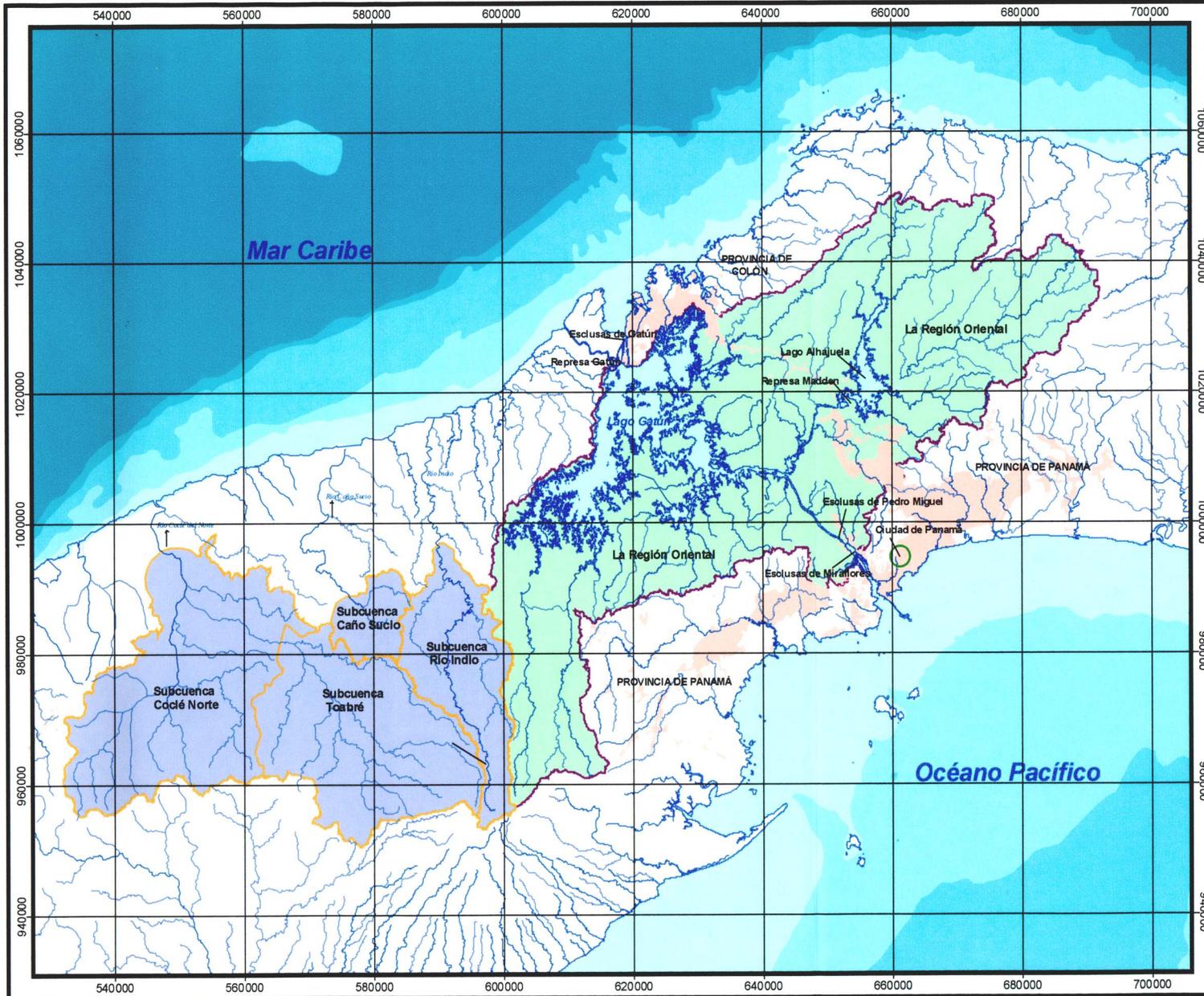
En el capítulo de análisis de las posibles alternativas, se explica el proceso de comparación y selección de alternativas que se utilizó para identificar las alternativas que son factibles y los resultados obtenidos del proceso integral de comparación.

7. Plan de Participación Ciudadana

En el plan de participación ciudadana, se describe el proceso de participación de la población potencialmente afectada, ocurrido hasta la fecha, y se hacen recomendaciones para consultas adicionales que serían realizadas, cuando la ACP lo considere conveniente, antes de el diseño final de la opción de agua seleccionada.

Anexos

En los anexos se incluye la información necesaria para corroborar la información utilizada en los varios aspectos del análisis realizado, incluyendo la lista de referencias utilizadas. También se indica en el anexo la composición del equipo de trabajo, incluyendo los nombres de los profesionales que participaron en el análisis realizado, la función desempeñada por cada uno y sus credenciales para desempeñar ese papel.



EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIRIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC

CUENCA DEL CANAL DE PANAMÁ
 ACP AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

LEYENDA

-  Ciudad de Panamá
-  Ríos Principales
-  Ríos Secundarios
-  Áreas Urbanas
-  Región Occidental
-  Región Oriental



Norte de Cuadrícula U.T.M.
 Esferoide de Clarke 1866
 Datum NAD 27
 Zona 17



LOCALIZACIÓN REGIONAL



ESC. 1:600,000

Figura N° 1-1

2.0 LAS OPCIONES DE AGUA

El presente capítulo se refiere a la descripción del proyecto propuesto para las opciones de agua que involucran al menos otra cuenca además de la cuenca del Río Indio. Dichas opciones están asociadas a la Cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré. Las mismas, se describen en sus diferentes etapas de planificación, construcción y operación incluyendo las acciones que podrían tener impactos socioambientales y riesgos significativos. El capítulo comprende, además, la información requerida y se estructura de forma similar al índice de contenido descrito en el Decreto Ejecutivo No. 59 del 16 de marzo del 2000 relativo al Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental para Estudios de Impacto Ambiental Categoría III; con el objetivo de facilitar la evaluación de sus componentes.

2.1 Antecedentes Generales

La información específica relativa a los antecedentes generales del proyecto, donde se incluye el nombre completo del mismo, la identificación del Promotor y otra información significativa, ha sido incluida en el capítulo de Introducción al inicio del informe. Sin embargo, a continuación se hace énfasis en los antecedentes generales que generan o derivan el desarrollo del presente estudio.

La Autoridad del Canal de Panamá (ACP) desarrolla actualmente un Plan Maestro para la modernización de la vía fluvial, con el objetivo de brindar servicios confiables a la comunidad internacional en lo relativo al tráfico de buques desde y hacia los Océanos Atlántico y Pacífico. Se anticipa que la ampliación del canal, para acomodar el aumento anticipado en la demanda del servicio marítimo y el aumento en la demanda de agua potable en las principales áreas metropolitanas de Panamá, excederá la capacidad de suministro de la porción de la cuenca del Canal de Panamá, actualmente bajo gestión hidráulica, durante años de sequía. Dado que el estándar de confiabilidad para la operación del canal se ha fijado históricamente en el 99,6%, se necesitarán recursos hídricos adicionales para operar el canal durante esa época seca.

2.2 Objetivo

El objetivo de este capítulo es brindar una descripción de las opciones de suministro de recursos hídricos que involucran al menos otra cuenca además de la cuenca del Río Indio consideradas en el presente estudio, que permita la identificación y evaluación de los impactos potenciales en la implementación de una o más de dichas opciones; y realizar evaluaciones comparativas entre ellas para establecer aquellas opciones que pueden resultar más apropiadas para su implementación después de considerar todos los aspectos necesarios.

2.3 Localización de las Opciones de Agua

Las opciones de agua que se consideran en este informe están asociadas a tres subcuencas de la ROCC: Río Indio, Río Caño Sucio y Río Toabré. La Región Occidental, área definida por la Ley No. 44 del 31 de agosto de 1999, se ubica al oeste de la parte central del Istmo y del Canal de Panamá, con una superficie de 213112 hectáreas. Esta comprende 17 corregimientos, distribuidos en seis Distritos (Antón, La Pintada, Penonomé, Chagres, Donoso y Capira) de 3 Provincias (Coclé, Colón y Panamá).

Las seis alternativas bajo consideración incluyen algún tipo de transferencia de agua de las cuencas de los ríos Caño Sucio y Toabré a la cuenca del Río Indio. Las opciones se identifican haciendo referencia al nombre de la subcuenca y al nivel de operación del proyecto. Aún cuando las Opciones 1 y 2 (opciones de agua sólo para la cuenca de Río Indio) ya han sido descritas en el informe sobre las opciones de agua en la cuenca del Río Indio, se incluyen nuevamente en el presente capítulo dado que estas dos opciones conforman, en combinación con otras cuencas, las opciones aquí descritas. Las alternativas se enumeran a continuación:

- **Opción 1: Indio 80-40**
- **Opción 2: Indio 45-40**
- **Opción 5: Caño Sucio 100-90 / Indio 80-40**
- **Opción 6: Caño Sucio 100-90 / Indio 45-40**
- **Opción 7: Toabré 95-50 / Indio 80-40**
- **Opción 8: Toabré 95-50 / Indio 45-40**
- **Opción 9: Toabré 100-90 / Caño Sucio 100-90 / Indio 80-40**
- **Opción 10: Toabré 100-90 / Caño Sucio 100-90 / Indio 45-40**

En las siguientes secciones, se presenta una descripción para las ocho opciones de agua. En cada descripción, se incluye la información general del proyecto, la localización específica de la opción, la justificación de la opción, los tipos de insumos, la envergadura del proyecto, el costo estimado de los componentes del proyecto, y la secuencia de actividades principales durante la construcción del mismo. Es importante indicar que dichas descripciones se prepararon sobre la base de información disponible, la cual no es homogénea para las alternativas evaluadas. La información significativa a nivel de factibilidad técnica se encuentra disponible sólo para el almacenamiento de agua en 3 sitios (Río Indio, Caño Sucio y Toabré), al igual que para la transferencia de agua entre cuencas necesarias para el suministro de agua al Lago Gatún. Esta información respalda la descripción de sólo 4 de las alternativas con un nivel similar de detalle. La información para la descripción de las otras alternativas es sólo a nivel conceptual para al

menos uno de sus componentes. Sin embargo, combinando la información conceptual con la información existente a nivel de factibilidad técnica, se pueden realizar extrapolaciones, las cuales pueden emplearse para la identificación y evaluación de la mayoría de los impactos socio-ambientales y la comparación entre las alternativas.

La información relacionada con el desempeño de cada una de las opciones de agua consideradas, desde el punto de vista de la producción efectiva de agua para la operación del canal fue determinada por medio de la simulación del sistema existente del canal (embalses Gatún y Alhajuela) con el modelo *HEC-5*, desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (USACE) y proporcionado por la ACP. Los procedimientos y resultados del proceso de simulación, que se incluyen en el Anexo 2-A, consistieron en una calibración inicial del modelo con los embalses Gatún y Alhajuela y luego con Río Indio 80-40. Luego se corrió el modelo para evaluar las alternativas que no habían sido evaluadas anteriormente.

2.4 Opciones 1 y 2: Indio 80-40 / Indio 45-40

Como se mencionó anteriormente, se incluyen nuevamente en el presente capítulo la descripción de las Opciones 1 y 2, dado que estas dos opciones conforman, en combinación con otras cuencas, las opciones aquí descritas.

Estas dos opciones están ubicadas en el mismo lugar, que se encuentra inmediatamente al oeste de la Cuenca del Canal de Panamá, alrededor de 75 Km al noroeste de la Ciudad de Panamá (Figura 2-1 y 2-2). La diferencia significativa entre ambas opciones es el nivel de inundación y en consecuencia la altura de represa necesaria para contener el río. La opción 2 básicamente no brinda almacenamiento. La descripción a continuación se basa principalmente en el estudio de factibilidad preparado para la **Opción 1**.

El sitio seleccionado para la presa en Río Indio está ubicado en Tres Hermanas, al NO de la ciudad de Panamá y al SO de Colón. El eje de la presa será levemente cóncavo aguas abajo y cruzará el canal principal del Río Indio en las coordenadas 994700N, 590300E (Sistema de Coordenadas UTM).

2.4.1 Justificación del Proyecto

El sitio propuesto para la presa de Río Indio fue seleccionado con la idea de maximizar la captación de agua a la vez que se minimiza el volumen de material necesario para la construcción de la presa y minimiza la cantidad de diques laterales necesarios para contener el lago. Para maximizar el agua almacenada, es deseable ubicar la presa aguas abajo de la cuenca

del Río Indio como sea posible. La ubicación de la presa fue seleccionada sobre la base de un “Estudio del Sitio para la Represa” que evaluó 7 ubicaciones entre la desembocadura del río y la confluencia de los ríos Indio y Uracillo⁽⁷⁹⁾.

La producción de agua derivada de esta Opción se empleará para aumentar el suministro de agua existente hacia el Canal, para cubrir el aumento en la demanda de agua municipal e industrial en la Cuenca del Canal y sus alrededores, y posiblemente se utilizará como fuente de generación de electricidad, en el mercado local y regional. En las siguientes referencias se puede encontrar más información sobre esta opción:

- [MWH, 2003]: *Río Indio Water Supply Project, Feasibility Study, Volume 1*, preparado por MWH en asociación con Tams Consultants, Inc., Ingeniería Avanzada, S.A. y Tecnilab, S.A, Abril 2003.
- [USACE, 1999]: *Panama Canal Reconnaissance Study: Identification, Definition and Evaluation of Water Supply Projects, Volume 1*, preparado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EEUU, Diciembre 1999.

2.4.2 Identificación de las Partes y Diseño de las Obras

En esta sección se hace una descripción detallada de los componentes principales del proyecto, donde se incluye el diseño de las obras, los tipos y orígenes de insumos, materias primas y volúmenes a utilizarse, así como también se describe la envergadura del proyecto donde se incluye el tamaño de la obra, el volumen de producción, etc.

Los principales elementos que comprenden el proyecto de suministro de agua de Río Indio son:

- Una presa de roca o enrocamiento con revestimiento de hormigón y obras auxiliares en Cerro Tres Hermanas.
- Un túnel de transferencia de agua de 4.5 m de diámetro y 8400m de largo desde el embalse de Río Indio al Lago Gatún.
- Un sistema mínimo de descarga que podría incluir una central eléctrica de 1.6 MW.

Para la Opción 1, la presa creará un reservorio con una capacidad bruta de almacenamiento de 1577 millones de metros cúbicos (MMC) a Elevación (El.) de 80, el nivel de embalse lleno. El volumen útil entre El. 80 y El. 40 será de 1294 MMC. El volumen muerto resultante excede lo necesario para la deposición estimada de sedimentos. Después de 100 años, se estima que el

almacenamiento útil se reducirá alrededor de un dos por ciento. La superficie del embalse a El. 80, será de 45.6 Km² (65). Para la Opción 2, la presa creará un embalse con una capacidad bruta de almacenamiento de 400 MMC a El. 45, nivel de embalse lleno. El volumen útil entre El. 45 y El. 40 será de 100 MMC. La superficie del embalse cuando a El. 45, será de 22 Km² (65). Estas dimensiones físicas se resumen en la Figura 2-3 (65).

Al completar la presa y el túnel de transferencia, la producción del sistema de suministro de agua hacia el Canal de Panamá aumentará alrededor de 1200 MMC por año con una confiabilidad de 99,6% según la Opción 1. Esto es equivalente alrededor de 15.8 esclusajes adicionales por día en el sistema del canal. La demanda del sistema de suministro de agua del Canal dependerá de la configuración futura del sistema del Canal, la confiabilidad adoptada del suministro y el suministro continuo de agua para usos municipales e industriales (M&I) del sistema hacia la Cuenca del Canal a través del IDAAN. La implementación del Proyecto en Río Indio contribuirá para asistir a la ACP en cumplir con las necesidades que surjan. Como ejemplo, si se utiliza el cronograma de demanda de navegación sin restricciones presentado (79) y la estimación de demanda para M&I actual, esta opción podrá suministrar los requisitos adicionales con una confiabilidad de 99,6% al año 2028 (65) [ver Cuadro 2-1].

Presa del Río Indio y presas secundarias

La represa propuesta en Río Indio será un presa de roca o enrocamiento con revestimiento de hormigón “concrete-face rockfill dam (CFRD)” construido de roca compactada libre de drenaje y duradera obtenida de la excavación necesaria del estribo derecho y de las canteras cercanas. Las pendientes de las caras aguas arriba y aguas abajo se fijarán conservadoramente en 1.4H:1.0V sobre la base del precedente para este tipo de presa, cimentación y sismicidad en el sitio. El cuerpo principal de la presa estará compuesto de relleno rocoso y la cara exterior aguas abajo será de relleno rocoso grueso. Los cuerpos de relleno rocoso de la presa comprenden un volumen de alrededor de 2.7 MMC de material.

La cresta de la represa estará a El. 83 y el ancho de la cresta será de 8.0 m. Un muro de parapeto de 5 m de alto se extenderá 2 m sobre la cresta a El. 85. La presa tendrá alrededor de 91 m de alto desde la excavación más profunda de la cimentación hasta la parte superior del muro de parapeto (Figura 2-4).

Un revestimiento de hormigón armado actuará como membrana impermeable. Estará diseñado para ofrecer baja permeabilidad, durabilidad contra la meteorización y suficiente flexibilidad como para tolerar un asentamiento pequeño anticipado del terraplén. Una zona de 3 m de ancho de material de filtro y una zona de 3 m de ancho de relleno rocoso fino reforzará por dentro el

revestimiento de hormigón para brindar un soporte continuo. El material de filtro será fabricado a partir de material volcánico extraído de canteras. El espesor promedio del hormigón será de 0.4 m. Se incluirá acero reforzado a razón de 30 kg/m³. Se colocará el revestimiento en losas individuales de hasta 15 m de ancho y se insertarán juntas horizontales según sea necesario.

Con el nivel de embalse lleno a El. 80, se necesitarán dos presas secundarias “saddle dams”, una al norte del estribo derecho y la segunda a 4 Km al SE de la presa principal. Las presas secundarias serán rellenos de terraplén con pendientes aguas arriba y aguas abajo de 2.75H:1.0V y 2.5H:1.0V, respectivamente. Un drenaje de chimenea de 3 m de ancho se conectará a un drenaje de capa gruesa de 1 m de espesor en ambas presas secundarias. La cresta de las presas a El. 85 serán de 8 m de ancho y se colocará un revestimiento de talud procesado de material volcánico de las canteras en las pendientes aguas arriba.

Tratamiento de la cimentación

Los programas de tratamiento propuestos para la cimentación del dique incluirán tratamiento de superficie, inyecciones de cimentación (consolidación) poco profundo, inyecciones de cortina y drenaje.

Para la excavación de la losa de subbase en la base de la presa y debajo de las obras de cabecera del vertedero, se utilizará excavación de detalle “dental” y hormigón para tratar la roca de cimentación altamente meteorizada, compartida o de otro modo inaceptable en los cimientos. El tratamiento de detalle requerido deberá ser nominal y sólo local. Se incluyen cantidades de hormigón de relleno para reflejar el potencial en condiciones imprevistas.

No se anticipa el uso de inyecciones de consolidación salvo en áreas limitadas (por ejemplo zonas de fallas o fracturas) en caso que quedaran expuestas durante la excavación para las losas de subbase y debajo de las obras de cabecera del vertedero. Se utilizarán inyecciones de cemento de baja presión en dichas zonas limitadas para llenar juntas o grietas abiertas en la zona de la roca inmediatamente por debajo de la cimentación de la presa. En general, las porciones de inyecciones deberían ser bajas.

Las inyecciones de cortina se realizarán desde las losas de la base del revestimiento de hormigón y a través del hormigón del vertedero (o desde una losa de inyección previa a la colocación del hormigón de la primera etapa del vertedero). Las porciones de inyección deberían ser de bajas a moderadas a través de la mayor parte de la cortina. El consumo promedio de inyección se supone, con fines de realizar una estimación, en alrededor de 30 kg/m.

Se proporcionará drenaje a la cimentación para que el vertedero controle la filtración a fin de reducir las presiones en los poros de la masa de roca y en consecuencia el levantamiento. Para fines de estimación, se supone un espaciado en el orificio de drenaje de 5 m con profundidades que se extienden hasta alrededor de la mitad de la profundidad de la cortina de inyección. Los orificios tendrán una inclinación apropiada para maximizar el número de intercepciones de juntas/fracturas.

Vertedero

Se ubicará el vertedero sin compuertas en el estribo derecho. El vertedero se diseñó para resistir la descarga máxima probable (PMF) de 4345 m³/s y un volumen total de descarga de 243 MMC en 5 días. Los detalles de este diseño se encuentran en la referencia⁽⁶⁵⁾ [Secciones 3.6.1 y 4.1.3, Figuras 4-5 y 4-6]. La descarga desde el vertedero hacia el cauce del río Indio aguas abajo en condiciones pico será de 950 m³/s (utilizando una elevación del nivel de agua en el embalse de 84 m), de acuerdo a las simulaciones hidráulicas llevadas a cabo con el programa HEC1, y documentadas en la referencia⁽⁶⁵⁾ [Apéndice A, Figura 47]. Este valor es 23 por ciento mayor que el máximo valor de caudal histórico medido en la estación de Boca de Uracillo, 772 m³/s (1991), e indica un período de recurrencia mayor a 100 años.

El vertedero constará de un canal de acceso, una sección de control en ojiva, una chuta de sección variable, un deflector, y de un canal excavado para dirigir el agua nuevamente al canal natural del río. Se presenta una vista en plano y cortes del vertedero en la referencia⁽⁶⁵⁾.

El canal de acceso tendrá 52 m de ancho y se excavará a El. 75. El canal será recto y de aproximadamente 150 m de longitud. La sección en ojiva sin control constará de tres entrantes (bahías) con una abertura total de 50 m. Dos pilotes sostendrán un puente de 8 m de ancho para conectar la cresta de la presa con el camino de acceso al estribo derecho.

La chuta tendrá 180 m de largo desde el extremo aguas abajo de la estructura de control al comienzo del deflector. El ancho de la chuta será variable desde 52 m a 12 m en el extremo aguas arriba del deflector. Se instalará una rampa de aireación alrededor de dos tercios bajo el saetín. La chuta tendrá una pendiente de alrededor de 33% para facilitar la cimentación de toda la estructura en roca competente. En esta pendiente, la descarga será supercrítica. La profundidad máxima del agua variará de 4 m en la cresta a 1 m en el extremo aguas arriba de la chuta hasta 1.7 m en el extremo aguas arriba del deflector. Se seleccionó una altura constante de pared de 3 m.

El deflector está ubicado de modo que la zona de caída no impacte sobre ninguna de las estructuras propuestas del proyecto. El borde del deflector tendrá 14 m de ancho y estará a El. 14

alrededor de 1 m sobre la elevación anticipada del agua de descarga en condiciones de caudal pico máximo. La zona de caída se formará en una roca competente excavada. Una loseta de hormigón reforzado de alrededor de 8 m de largo se extenderá aguas abajo desde el deflector para dar protección de cimentación a pequeñas descargas.

Derivación durante la construcción

Las instalaciones de derivación del Río Indio durante la construcción constan de ataguías aguas arriba y aguas abajo del sitio de la represa y un túnel en el estribo derecho. El plano, perfiles, cortes y detalles de las instalaciones de derivación del río se presentan en⁽⁶⁵⁾. El túnel servirá para:

- Dar paso a un nivel de inundación en un período de retorno de 50 años;
- Controlar el caudal de llenado inicial del embalse y
- Asistir en la evacuación del embalse.

El túnel de derivación tendrá 4 m de diámetro, en forma de herradura modificada con lados verticales y una solera horizontal de 635 m de largo. En caso de un evento de inundación con un período de retorno de 50 años, el túnel descargará alrededor de 113 m³/s, estando la superficie agua aguas arriba a El. 21.6 y la superficie aguas abajo a El. 7.8.

Un canal de acceso de 250 m de largo liderará al portal de toma. El canal de acceso será horizontal y estará a una El. 5 m aproximadamente. El portal aguas arriba se excavará en la cara de la roca para brindar una cobertura de alrededor de 10 m en el comienzo del túnel. La excavación tendrá una pendiente de 1H:5V en la roca y 2H:1V en la sobrecarga. Se aplicarán pernos de roca y torcreto según sea necesario. Un canal de descarga de 120 m de largo se extenderá desde el portal aguas abajo hasta el canal del río. Se formará como parte del canal de descarga.

Se excavará el túnel de derivación en arenisca tobácea, que debería tener una resistencia moderada y no estar meteorizada en la mayor parte de la longitud del túnel. Se utilizarán métodos de barrenado y voladura para la excavación del túnel y el soporte del túnel variará de nervaduras de acero en los portales a torcreto en las mejores secciones.

Las ataguías aguas arriba y aguas abajo tendrán una altura de 18 m y 3 m respectivamente. Las pendientes aguas arriba y aguas abajo de las ataguías serán de 2.5H:1V y 2H:1V respectivamente (la pendiente aguas arriba de la ataguía aguas abajo está en el lado aguas abajo). Aunque aún no se ha diseñado, se anticipa que la sección aguas arriba será de material impermeable

relativamente fino y el cuerpo aguas abajo será de material más grueso. Se proveerá de un filtro de capa gruesa y chimenea. El volumen total que comprenden ambas ataguías será de alrededor de 107500 m³ de material.

Se construirá una estructura de toma de fondo en el portal de toma y se construirá un pozo de acceso en aproximadamente el punto medio del túnel para facilitar su uso como desagüe de bajo nivel para la evacuación del embalse. La estructura de toma se construirá a El. 12 para permitir la operación continua durante la vida útil del proyecto sin interferencia de la acumulación de sedimento. El pozo de acceso albergará una compuerta de ruedas de 4 m de ancho por 4 m de alto y una compuerta de contención de tamaño similar. La abertura del túnel de derivación en la toma de fondo estará tapada cuando se complete el pozo de acceso. El agua puede elevarse a El.12 y fluir a través de la toma de fondo y ser controlada en el pozo de acceso.

Instalaciones de descarga mínima

Se necesita una instalación de descarga mínima para mantener el caudal en el Río Indio aguas abajo del proyecto. Se supone que la descarga mínima es igual al 10% del caudal promedio o alrededor de 2.6 m³/s. Se han realizado estudios de simulación computacional de la calidad de agua anticipada en el Embalse de Río Indio⁽⁷⁹⁾. Si bien los estudios en general indican que la calidad del agua en o liberada del Embalse de Río Indio no debería presentar ningún problema que necesite mitigación, el modelo predijo bajos niveles de oxígeno disuelto bajo algunos escenarios de operación con menores elevaciones del embalse. No hay puntos de preocupación en relación con la calidad del agua que se descarga a través del túnel de transferencia hacia el Lago Gatún. Cuando se realicen descargas mínimas aguas abajo de la represa del Río Indio, es muy probable que la aireación suba los niveles de oxígeno disuelto sobre los niveles mínimos aceptables. Sin embargo, para evitar cualquier posibilidad de descargar agua del embalse con bajos niveles de oxígeno disuelto, la toma de la instalación de descarga mínima estará ubicada en una elevación por encima del agua de bajo contenido de oxígeno anticipada o por encima de una El. 30.

Se ubicará una estructura de toma en el frente de la presa CFRD justo debajo de la El. 40, el nivel mínimo de operación del embalse. La toma de 1 m de ancho x 2 m de alto estará equipada con una reja contra basura y compuerta de deslizamiento albergada en una estructura inclinada ubicada en el revestimiento de hormigón de la presa. Ambos serán operados desde la cresta de la presa CFRD. La toma se conectará a través del revestimiento de la presa a una compuerta de esclusa, con tamaño nominal de 1 m para brindar más que la capacidad suficiente para la descarga mínima supuesta. La compuerta de esclusa transferirá el caudal mínimo de descarga a través de 150 m del dique, luego 100 m por el estribo derecho aguas abajo de vuelta al Río Indio.

La compuerta de esclusa será ubicada en una zanja excavada en roca. La zanja será rellena con hormigón debajo de la presa y con relleno granular convencional aguas debajo de la presa. La compuerta de esclusa terminará en una válvula/usina que contenga una unidad de turbina/generador y una válvula reguladora de flujo Howell-Bunger. Las descargas irán a un canal que dirige el flujo de nuevo al Río Indio inmediatamente aguas abajo del dique. Se proporcionará una válvula de protección aguas arriba de la válvula de control.

Se realizaron estudios de utilización de la descarga mínima para la generación de energía hidroeléctrica. Los estudios muestran que la inclusión de energía hidroeléctrica no está actualmente garantizada. Sin embargo, se decidió incluir una unidad de turbina adjunta a la instalación de descarga mínima para suministrar electricidad al área de reasentamiento y como fuente primaria de energía para la operación del proyecto. La unidad constará de una turbina Francis de eje horizontal conectada a un generador sincrónico. La unidad tendrá una capacidad de 1,6 MW y se diseñará para pasar la descarga mínima en el nivel mínimo de operación del embalse (El. 40).

Túnel de transferencia de agua

El túnel de transferencia de agua constará de un canal de acceso, una estructura de toma, el túnel y una estructura de descarga. Los cortes transversales típicos, perfil y plano están indicados en [MWH, 2003]. El canal de acceso tendrá 100 m de largo y una solera a El. 30. El canal estará excavado como sección trapezoidal con un ancho en el fondo de 20 m y pendientes laterales de 2H:1V. La estructura de toma es una estructura de hormigón armado con una abertura de 5 m por 10 m. Rejas contra basura protegen las aberturas. Las velocidades del flujo de entrada con descarga máxima se limitan a 1.5 m/s. La parte interior de la toma está a El. 32 para permitir condiciones hidráulicas apropiadas con una operación mínima del depósito. La estructura de toma se extiende hasta El. 85, 1 m por encima de la elevación de diseño de inundaciones para brindar acceso a las rejas contra basura.

La estructura de toma trasciende al túnel, el cual, es con forma de herradura modificada de 8350 m de largo con lados verticales y solera horizontal. El diámetro terminado del túnel es de 4.5 m y la capacidad es de 94 m³/s y 43 m³/s con nivel de embalse lleno, El. 80 y nivel mínimo de depósito, El. 40, respectivamente.

Se supuso que la construcción del túnel utilizaría técnicas de barrenado y voladura de múltiples avances. Para el alineado seleccionado, la distribución proporcional estimada de las distintas clases de soporte de roca se indican a continuación:

Longitud del túnel (%)	Longitud aprox. (m)	Clase de soporte de roca	
25	2100	Excelente	I
40	3400	Buena a regular	II
30	2500	Regular a mala	III
5	400	Mala	IV

Se supone que el túnel estará totalmente revestido. El revestimiento se incluye para evitar la erosión y el deterioro de las rocas en áreas de roca blanda o altamente fracturada. El revestimiento será hormigón moldeado in situ con un espesor mínimo de 0.25 m. Se incluirá refuerzo, hormigón más grueso y revestimiento de acero según se requiera. Para la estimación del costo, se supone que el revestimiento de hormigón se incrementará a 0.5 m y se brindará un refuerzo nominal donde la cubierta de la roca sea relativamente baja para brindar contención.

Se proveerá un pozo de acceso y compuerta en el extremo aguas arriba del túnel para desagüe. Este se ubica a 50 m de la estructura de toma. La compuerta será de 3.8 m de ancho por 4.5 m de alto. La compuerta se elevará y bajará por medio de un elevador cilíndrico hidráulico que estará impulsado y operado desde una estructura de control de superficie.

En el extremo aguas abajo del túnel, una estructura de desagüe albergará dos compuertas de protección protegidas con metal y compuertas de control protegidas con metal en serie. Esto brindará redundancia para una operación y mantenimiento confiables y control adicional de flujo. La estructura de desagüe estará cimentada en roca sólida. El equipo de impulsión y control estará albergado en una estructura pequeña adyacente a las compuertas. Se provee un camino para una grúa móvil para tener acceso a las compuertas cuando necesiten mantenimiento.

El desagüe descargará a El. 27, levemente por encima de la elevación máxima de la superficie de agua del Lago Gatún, en un fondo de hormigón de alrededor de 35 m de largo. El fondo termina a la El. 20, levemente por debajo del nivel mínimo del Lago Gatún. El fondo se ensancha de 9 m de ancho en la estructura de desagüe a 19 m de ancho en el canal aguas abajo.

La estructura de descarga drena en un canal de 240 m de largo. El canal se excava en forma de sección trapezoidal con un ancho de fondo de 20 m y pendientes de lado de 2H:1V. Dirige el flujo desde el túnel de transferencia de Río Indio al Lago Gatún adyacente a la Isla Pablón.

Instalaciones de operación

Se necesitarán instalaciones de operación para la Opción de Suministro de Agua de Río Indio. Sin la inclusión de energía hidroeléctrica y considerando que sólo las compuertas del túnel de transferencia de Indio a Gatún necesitan ajustes diarios, el proyecto se presta para su operación en forma remota. Las instalaciones de operación incluirán un sistema SCADA para el monitoreo y operación del proyecto en forma remota. El sistema monitoreará los niveles de agua, mediciones de flujo, operación de compuertas e instrumentación de seguridad del proyecto. El nuevo sistema SCADA incluirá un paquete de comunicaciones. Será monitoreado y operado por la División de Meteorología e Hidrología de la ACP como extensión del sistema existente.

Las instalaciones adicionales del proyecto incluirán seguridad e iluminación en la presa y descarga y toma y salida del túnel de transferencia. También se realizarán tareas de paisajismo y drenaje en estos lugares del proyecto. Se mantendrán instalaciones mínimas de mantenimiento sobre la base de las instalaciones de construcción temporales.

2.4.3 Estimación de Costos de Inversión

A continuación se presenta la estimación de costos para la construcción del proyecto para la Opción 1, la más cara de estas dos opciones⁽⁶⁵⁾:

Se estima que la opción necesitará alrededor de 8 años para su implementación y 5 años (58 meses) para la construcción. Los primeros 16 meses del período de construcción de 5 años son necesarios para movilización, completar la mayoría de los caminos de acceso y establecer el campamento de construcción. La construcción de la presa y obras auxiliares y túnel de transferencia de agua necesitarán alrededor de 42 meses [MWH, 2003]. La energía para la construcción será provista a través de un pequeño generador diesel. La energía eléctrica necesaria para la construcción se estima en aproximadamente 1.5 MW.

Ítem	Costo estimado
Adquisición de tierras y reasentamiento	\$26,100,000
Costos generales, incluye Construcción y Acceso permanente	\$23,839,000
Derivación	\$3,603,000
Presa principal	\$52,704,000
Vertedero	\$6,043,000
Desagüe de bajo nivel	\$3,049,000
Diques laterales	\$7,427,000
Túnel de transferencia entre cuencas	\$46,765,000
Instalación de descarga mínima	\$837,000
Instalaciones de operación	\$1,139,000
Subtotal costo directo	\$171,506,000
Eventualidades	\$28,868,000
Costo directo	\$200,374,000
Ingeniería y Administración	\$30,056,000
Costo de construcción (nivel de precios mediados 2001)	\$230,430,000

Fuente: MWH, 2003.

2.4.4 Descripción de la Etapa de Construcción

Se anticipa que las obras de construcción para las opciones necesitarán de entre 5 y 8 años. A continuación se brinda una breve descripción de las tareas principales:

Adquisición de tierras (5000 ha). La implementación del proyecto comenzaría con la adquisición de tierras. Inicialmente, se adquirirían las tierras para el alojamiento e instalaciones del proyecto, que incluyen caminos de acceso. Luego se adquirirán las tierras para la represa, área de andamiaje, área de disposición, líneas de transmisión y embalse.

Mejora y construcción de caminos de acceso (45 Km de mejoras y 15 Km de nuevos caminos). Los caminos de acceso se construirían hacia el sitio de represa y los sitios de la toma y desagüe del túnel de transferencia inter-cuencas.

Construcción del campamento (8 ha). Una vez que se establezcan los accesos por carretera a los sitios, se construiría un campamento para alojar los trabajadores durante la construcción, y oficinas y talleres.

Programas de reasentamiento (2300 personas). El programa socio-económico comenzará poco antes de la construcción de la represa. Se reubicarían pueblos, pequeños asentamientos y estructuras aisladas. La implementación de programas socio-económicos para asistir a las

personas que sufran el impacto de la construcción del proyecto propuesto continuará durante toda la fase de construcción. Los detalles del plan de reasentamiento han sido revisados por el equipo de URS y se incluyen como parte del plan de manejo ambiental.

Desmonte y deshierbe (5000 ha). La construcción del dique comenzaría con el desmonte y deshierbe de los sitios de construcción y la limpieza del área del embalse. Se anticipa que se necesitará un mínimo de dos años y comenzaría desde el nivel inferior trabajando hacia los sitios más elevados.

Actividades de excavación (1.5 MMC de material). Luego seguiría la excavación para el túnel de transferencia inter-cuencas, la estructura de toma, el túnel de derivación y la descarga en forma simultánea.

Disposición del Material. Las rocas, tierra y materiales de relleno removidos como resultado de la excavación necesaria para las estructuras, túneles o caminos que no sean satisfactorios, se encuentren en exceso o resulten poco prácticos de usar en el trabajo terminado, se apilarán en áreas designadas y se les dará una pendiente para que drenen y provean una masa estable y además serán debidamente reforestados o revegetados, según el caso.

Extracción de material de canteras (1.2 MMC de material). Los materiales se extraerán de dos canteras, Cerro La Jota y Cerro Las Ollas, ubicados a 6.5 Km y 3 Km del sitio de la presa respectivamente.

Construcción de la presa y accesorios (2 MMC excavados; 3 MMC de volumen de llenado). Una vez que la estructura de toma y el túnel de derivación se completen, se aislará el sitio de construcción de la represa utilizando terraplenes aguas arriba y aguas abajo, lo que eventualmente sería parte de la presa principal y el cauce sería desviado a través del túnel. Después se excavaría y se inyectaría la lechada para la cimentación del dique y se construiría la represa.

Llenado del Embalse. Al completar el dique y el túnel de transferencia entre cuencas y estructuras de apoyo, se detendría la derivación y comenzaría el llenado del embalse. Al completarlo, todas las instalaciones serían sometidas a pruebas y después se realizaría la puesta a punto para su entrada en servicio.

2.5 Descripción de opciones en las Cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré

Seis de las opciones bajo consideración incluyen algún tipo de transferencia de agua de las cuencas de los ríos Caño Sucio y Toabré a Río Indio y de éste al Lago Gatún. Las siguientes secciones describen dichas opciones.

2.5.1 Opciones 5 y 6: Caño Sucio 100-90 / Río Indio

Estas opciones comprenden la provisión de almacenamiento adicional en un embalse dentro de la cuenca de Caño Sucio a las Opciones 1 y 2 de la cuenca de Río Indio. La Opción 5 consta de un embalse en Caño Sucio combinado con la Opción 1 (Indio 80-40), la Opción 6 consta del mismo embalse en Caño Sucio combinado con la Opción 2 (Indio 45-40). Los mapas con las ubicaciones de las Opciones 5 y 6 se encuentran en la Figura 2-5 y Figura 2-6.

El sitio de la presa en el Río Caño Sucio cruzará el canal principal del río alrededor de las coordenadas 987340N, 576015E (Sistema de coordenadas UTM).

2.5.1.1 Justificación del proyecto

La producción de agua derivada de esta Opción se empleará para aumentar el suministro de agua existente hacia el Canal, y para cubrir el aumento en la demanda de agua municipal e industrial en la Cuenca del Canal y sus alrededores. Las siguientes referencias brindan información detallada sobre esta opción:

- [MWH, 2003b]: *Río Caño Sucio Water Supply Project, Feasibility Study, Volume 1*, preparado por MWH en asociación con Tams Consultants, Inc., Ingeniería Avanzada, S.A. y Tecnilab, S.A, Abril 2003.
- [USACE, 1999]: *Panama Canal Reconnaissance Study: Identification, Definition and Evaluation of Water Supply Projects, Volume 1*, preparado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EEUU, Diciembre 1999.

2.5.1.2 Identificación de las Partes y Obras de Diseño

Los elementos principales que estas opciones de suministro de agua comprenden:

- Para la Opción 5, todos los componentes de la Opción 1,
- Para la Opción 6, todos los componentes de la Opción 2, y:

- Una presa de hormigón compactada con aplanadora con cresta a El. 103.3 en la caída de agua o cascada del río
- Un canal de 8150 metros de largo desde el embalse de Caño Sucio a la toma del túnel de transferencia
- Un túnel de transferencia de 1300 metros de largo, 5.5 metros de diámetro desde el canal al Embalse de Indio.

La Figura 2-5 y la Figura 2-6 muestran un plan general de desarrollo, que muestra la ubicación de la presa, el límite del embalse y el alineamiento del túnel de transferencia de agua para estas opciones.

La presa en Caño Sucio creará un embalse con una capacidad bruta de almacenamiento de aproximadamente 73 MMC a El. 100, nivel de embalse lleno. El embalse útil entre El. 100 y El. 90 será de 68.5 MMC. Estas dimensiones físicas se resumen en la Figura 2-7.

Presa en el Río Caño Sucio

La represa del Río Caño Sucio propuesta será una presa de hormigón compactada con aplanadora "Roller compacted concrete dam" (RCC). Las pendientes de la presa aguas arriba serán verticales y aguas abajo serán fijadas en forma conservadora a 0.75H:1.0V sobre la base de los precedentes para este tipo de represa, cimentación y sismicidad del sitio. El cuerpo principal de la presa estará compuesto de materiales con poco cemento con áridos mínimamente procesados.

La cresta de la presa estará a El. 103.3 y el ancho de la cresta será de 8.0 m. Un muro de parapeto de 5 metros de alto se extenderá 2 metros sobre la cresta hasta El. 105.3. La presa tendrá alrededor de 22 metros de alto desde la excavación más profunda de la cimentación a la parte superior del muro de parapeto (Figura 2-8).

Tratamiento de la cimentación

Los programas de tratamiento propuestos para la cimentación de la presa incluirán tratamiento de superficie, inyecciones de cimentación (consolidación) poco profundo, inyecciones de cortina y drenaje.

Para la excavación de la losa de sub-base en las fundaciones de la presa y debajo de las obras de cabecera del vertedero, se utilizará excavación de detalle "dental" y hormigón para tratar las zonas locales de roca de cimentación altamente meteorizada, compartida o de otro modo inaceptable en los cimientos. El tratamiento de detalle requerido deberá ser nominal y sólo local. Se incluyen cantidades de hormigón de relleno para reflejar el potencial en condiciones imprevistas.

No se anticipa el uso de inyecciones de consolidación salvo en áreas limitadas (por ejemplo zonas de fallas o fracturas) en caso que quedaran expuestas durante la excavación para las losas de sub-base y debajo de las obras de cabecera del vertedero. Se utilizarán inyecciones de cemento de baja presión en dichas zonas limitadas para llenar juntas o grietas abiertas en la zona de la roca inmediatamente por debajo de la cimentación de la presa. En general, las porciones de inyecciones deberían ser bajas.

Las inyecciones de cortina se realizarán desde las losas de la base del revestimiento de hormigón y a través del hormigón del vertedero (o desde una losa de inyección previa a la colocación del hormigón de la primera etapa del vertedero). Las porciones de inyección deberían ser de bajas a moderadas a través de la mayor parte de la cortina. El consumo promedio de inyección se supone, con fines de realizar una estimación, en alrededor de 30 Kg/m.

Se proporcionará drenaje a la cimentación para que el vertedero controle la filtración a fin de reducir las presiones en los poros de la masa de roca y en consecuencia el levantamiento. Para fines de estimación, se supone un espaciado en el orificio de drenaje de 5 metros con profundidades que se extienden hasta alrededor de la mitad de la profundidad de la cortina de inyección. Los orificios tendrán una inclinación apropiada para maximizar el número de intercepciones de juntas/fracturas.

Vertedero

Se ubicará un vertedero sin compuertas en el estribo derecho. El vertedero está diseñado para pasar el caudal pico máximo sin rebasar la presa. La descarga en condiciones de caudal pico máximo será de 434 m³/s usando una sobrecarga de 4.3 metros por encima del nivel de embalse lleno. Los detalles del diseño del vertedero se presentan en⁽⁶⁶⁾.

Derivación durante al construcción

Las instalaciones para la derivación del Río Caño Sucio durante la construcción constan de una ataguía aguas arriba y un conducto en el canal del río. El túnel servirá para pasar un evento de inundación de estación seca con un retorno de 50 años.

Instalación de descarga mínima

Se necesita una instalación de descarga mínima para mantener el caudal en el Río Caño Sucio aguas abajo del proyecto. Se supuso una descarga mínima igual al 10% del caudal promedio de alrededor de 0.75 m³/s.

Se ubicará una pequeña estructura de toma en el frente de la presa, adyacente a la alcantarilla de derivación de inundación. La toma de 1 metros de ancho x 1 metros de alto estará equipada con una reja contra basura y una compuerta de deslizamiento alojada en una estructura inclinada

ubicada en el revestimiento de hormigón de la presa. Ambas se operarán desde la cresta de la presa. La toma se conectará a través del frente de la presa a una compuerta de esclusa de acero, de tamaño nominal a 0.5 metros para brindar más que la capacidad suficiente para la descarga mínima supuesta. Se proporcionará una válvula de protección en el extremo aguas arriba de la compuerta de esclusa.

Túnel de transferencia de agua

Las instalaciones de transferencia de agua constarán de un canal de 8150 metros de largo y un túnel de 1300 metros de largo. Se excavará el canal en trapecoide y tendrá un ancho de base de 4.5 metros y pendientes de lado de 2H:1V. Se excavará una berma de 3 metros de ancho por cada 10 metros de sección vertical.

La toma del túnel consta de una transición desde el extremo del canal que se ensancha para acomodar la estructura de toma. La toma es una estructura de hormigón reforzado con una entrada de 6 bahías (entrantes), cada bahía tiene 6 metros de alto por 5.1 metros de ancho para limitar la velocidad a través de las rejas contra basura a 1.5 m/s. El desagüe del túnel descargará a El. 81, levemente por encima de la elevación de la superficie de agua llena para el embalse de Río Indio. Se proporcionará un camino para una grúa móvil para tener acceso a las compuertas cuando se necesite mantenimiento.

Se supone que el túnel estará totalmente revestido. El revestimiento se incluye para evitar la erosión y el deterioro de las rocas en áreas de roca blanda o altamente fracturada. El revestimiento será hormigón moldeado in situ con un espesor mínimo de 0.25 m. Se incluirá refuerzo, hormigón más grueso y revestimiento de acero según se requiera. Para la estimación del costo, se supone que el revestimiento de hormigón se incrementará a 0.5 metros y se brindará un refuerzo nominal donde la cubierta de la roca sea relativamente baja para brindar contención.

Instalaciones de operación

Se necesitan instalaciones menores de operación para el Proyecto de Suministro de Agua de Río Caño Sucio. Sólo necesitan ajustes diarios las compuertas del túnel de transferencia de Sucio a Indio. Las instalaciones de operación incluirán un sistema SCADA para el monitoreo y operación del proyecto en forma remota. El sistema monitoreará los niveles de agua, mediciones de flujo, operación de compuertas e instrumentación de seguridad del proyecto. El nuevo sistema SCADA incluirá un paquete de comunicaciones. Será monitoreado y operado por la División de Meteorología e Hidrología de la ACP como extensión del sistema existente.

Las instalaciones adicionales del proyecto incluirán seguridad e iluminación en la presa y vertedero y toma y desagüe del túnel de transferencia. También se realizarán tareas de

paisajismo y drenaje en estos lugares del proyecto. Se retendrán instalaciones mínimas de mantenimiento sobre la base de las instalaciones de construcción temporales.

2.5.1.3 Estimación de Costos de Inversión

A continuación se presenta la estimación del costo para la opción propuesta. Estos necesitan agregarse a los costos de las Opciones 1 y 2 para obtener el costo total de las Opciones 5 y 6.

Ítem	Costo estimado
Adquisición de tierras y reasentamiento	\$7,200,000
Costos generales, incluye Construcción y Acceso permanente	\$13,070,000
Derivación.	\$300,000
Represa principal	\$3,580,000
Vertedero	\$440,000
Desagüe de bajo nivel	\$270,000
Canales de transferencia de agua	\$20,340,000
Túnel de transferencia entre cuencas	\$13,280,000
Instalaciones de operación	\$900,000
Subtotal costo directo	\$59,380,000
Eventualidades	\$9,600,000
Costo directo	\$68,980,000
Ingeniería y Administración	\$10,350,000
Costo de construcción (nivel de precios de enero 2003)	\$79,330,000

Fuente: MWH, 2003b; USACE, 1999.

2.5.1.4 Descripción de la Etapa de Construcción

Las obras de construcción son de naturaleza similar a las de las opciones anteriormente descritas y se anticipa que se necesitarán para su ejecución entre 5 y 8 años. Las tareas principales incluyen:

- Adquisición de tierras;
- Mejora y construcción de caminos de acceso;
- Construcción de campamento;
- Programas de reasentamiento;
- Desmonte y deshierbe;
- Actividades de excavación;
- Disposición del material;
- Extracción de material de canteras;
- Construcción del dique y accesorios y
- Llenado del lago.

2.5.2 Opciones 7 y 8: Toabré 95-50 / Río Indio

Estas opciones comprenden la provisión de almacenamiento adicional en el embalse dentro de la cuenca del Río Toabré a las Opciones 1 y 2 en la cuenca del Río Indio. La Opción 7 consta de un embalse en Toabré combinado con la Opción 1 (Indio 80-40); la Opción 8 consta del mismo embalse en Toabré combinado con la Opción 2 (Indio 45-40). Los mapas de ubicación de las Opciones 7 y 8 se encuentran en la Figura 2-9 y Figura 2-10.

El sitio de la presa en el Río Toabré será ligeramente cóncavo aguas abajo y cruzará el canal principal del río alrededor de las coordenadas 981500N, 566000E (Sistema de coordenadas UTM).

2.5.2.1 Justificación del proyecto

La producción de agua derivada de esta Opción se empleará para aumentar el suministro de agua existente hacia el Canal, y para cubrir el aumento en la demanda de agua municipal e industrial en la Cuenca del Canal y sus alrededores. Se puede encontrar información detallada sobre esta opción en la siguiente referencia:

- [COB, 2003]: *Río Toabré Water Transfer Project, Feasibility Study*, preparado por Coyne Et Bellier, Junio 2003.

2.5.2.2 Identificación de las Partes y Diseño de Obras

Los elementos principales que comprenden estas opciones de suministro de agua son:

- Para la Opción 7, todos los componentes de la Opción 1,
- Para la Opción 8, todos los componentes de la Opción 2, y:
- Una presa de hormigón compactada con aplanadora con cresta a El. 99.5 en el sitio de caída de agua o cascada del río
- Un túnel de transferencia de 16000 metros de largo y 5 metros de diámetro hasta el Embalse de Indio.

La Figura 2-9 y la Figura 2-10 presenta un plan general de desarrollo, que muestra la ubicación de la presa, límite del embalse y alineamiento del túnel de transferencia de agua para estas opciones.

La represa captará un embalse con una capacidad bruta de almacenamiento de aproximadamente 900 MMC a El. 95, nivel de embalse lleno. El embalse útil entre El. 95 y El. 50 será de 820 MMC. Estas dimensiones físicas están resumidas en la Figura 2-11.

Presa en el Río Toabré

La represa del Río Toabré propuesta será una presa de hormigón compactada con aplanadora (RCC). La pendiente de la presa aguas arriba será de 0.2H:1V y aguas abajo de 0.7H:1.0V sobre la base de los precedentes para este tipo de represa, cimentación y sismicidad del sitio. El cuerpo principal de la presa estará compuesto de materiales con poco cemento con áridos sometidos a un proceso mínimo.

La cresta del dique estará en El. 99.5 y el ancho de la cresta será de 8 m. Un muro de parapeto de 5 metros de alto se extenderá 2 metros sobre la cresta a El. 101.5. La presa tendrá una altura de alrededor de 10 a 15 metros desde la excavación más profunda de la cimentación a la parte superior del muro de parapeto (Figura 2-12).

Tratamiento de la cimentación

Los programas de tratamiento propuestos para la cimentación del dique incluirán tratamiento de superficie, inyecciones de cimentación (consolidación) poco profundo, inyecciones de cortina y drenaje.

Para la excavación de la losa de sub-base en las fundaciones de la presa y debajo de las obras de cabecera del vertedero, se utilizará excavación de detalle "dental" y hormigón para tratar la roca de cimentación altamente meteorizada, compartida o de otro modo inaceptable en los cimientos. El tratamiento de detalle requerido deberá ser nominal y sólo local. Se incluyen cantidades de hormigón de relleno para reflejar el potencial en condiciones imprevistas.

No se anticipa el uso de inyecciones de consolidación salvo en áreas limitadas (por ejemplo zonas de fallas o fracturas) en caso que quedaran expuestas durante la excavación para las losas de sub-base y debajo de las obras de cabecera del vertedero. Se utilizarán inyecciones de cemento de baja presión en dichas zonas limitadas para llenar juntas o grietas abiertas en la zona de la roca inmediatamente por debajo de la cimentación de la presa. En general, las porciones de inyecciones deberían ser bajas.

Las inyecciones de cortina se realizarán desde las losas de la base del revestimiento de hormigón y a través del hormigón del vertedero (o desde una losa de inyección previa a la colocación del hormigón de la primera etapa del vertedero). Las porciones de inyección deberían ser de bajas a

moderadas a través de la mayor parte de la cortina. El consumo promedio de inyección se supone, con fines de realizar una estimación, en alrededor de 30 kg/m.

Se proporcionará drenaje a la cimentación para que el vertedero controle la filtración a fin de reducir las presiones en los poros de la masa de roca y en consecuencia el levantamiento. Para fines de estimación, se supone un espaciado en el orificio de drenaje de 5 metros con profundidades que se extienden hasta alrededor de la mitad de la profundidad de la cortina de inyección. Los orificios tendrán una inclinación apropiada para maximizar el número de intercepciones de juntas/fracturas.

Vertedero

Se ubicará un vertedero sin compuerta en el estribo derecho. El vertedero se ha diseñado para pasar el caudal pico máximo sin rebasar la presa. La descarga en condiciones de caudal pico máximo será de 9500 m³/s usando una sobrecarga de 2.2 metros sobre el nivel de embalse lleno. Los detalles del diseño del vertedero se presentan en⁽¹⁹⁾.

Derivación durante la construcción

Las instalaciones para la derivación del Río Toabré durante la construcción constan de ataguías aguas arriba y aguas abajo y paredes laterales de hormigón⁽¹⁹⁾. Durante la construcción de la presa, el río Toabré se encaminará a través de cuatro aberturas en una estructura de hormigón construida dentro de la cobertura de la presa, en el lecho del arroyo Resumidero en el banco izquierdo.

Instalación de descarga mínima

Se requiere una instalación de descarga mínima para mantener el caudal en el Río Toabré aguas abajo del proyecto. Se supuso una descarga mínima igual al 10% del caudal promedio o de alrededor de 4.0 m³/s.

Túnel de transferencia de agua

El túnel de transferencia de agua consta de un canal de acceso, una estructura de toma, el túnel y una estructura de desagüe. Los cortes transversales típicos y el plano y perfil se presentan en⁽¹⁹⁾. La estructura de toma es una estructura de hormigón armado con una solera a El. 35 m. Rejas contra basura protegen las aberturas. Las velocidades del flujo de la toma con descarga máxima se limitan a 1.5 m/s. La solera de la toma permite condiciones hidráulicas apropiadas con operación mínima de depósito.

La estructura de toma trasciende al túnel, el cual, es un túnel en forma de herradura modificada de 16000 metros de largo con lados verticales y solera horizontal. El diámetro terminado del

túnel es de 5 metros y la capacidad es de 42 m³/s. Se supuso que la construcción del túnel utilizaría técnicas de barrenado y voladura con múltiples avances.

Se supone que el túnel estará totalmente revestido. El revestimiento se incluye para evitar la erosión y el deterioro de las rocas en áreas de roca blanda o altamente fracturada. El revestimiento será hormigón moldeado in situ con un espesor mínimo de 0.25 m. Se incluirá refuerzo, hormigón más grueso y revestimiento de acero según se requiera. Para la estimación del costo, se supone que el revestimiento de hormigón se incrementará a 0.5 metros y se brindará un refuerzo nominal donde la cubierta de la roca sea relativamente baja para brindar contención.

Instalaciones de operación

Se necesitan instalaciones de operación para el proyecto de suministro de agua del Río Toabré. Sólo las compuertas del túnel de transferencia de Sucio a Indio necesitan ajustes diarios, por lo que el proyecto es adecuado para su operación a distancia. Las instalaciones de operación incluirán un sistema SCADA para el monitoreo y operación del proyecto en forma remota. El sistema monitoreará los niveles de agua, mediciones de flujo, operación de compuertas e instrumentación de seguridad del proyecto. El nuevo sistema SCADA incluirá un paquete de comunicaciones. Será monitoreado y operado por la División de Meteorología e Hidrología de la ACP como extensión del sistema existente.

Las instalaciones adicionales del proyecto incluirán seguridad e iluminación en la presa y vertedero y toma y desagüe del túnel de transferencia. También se realizarán tareas de paisajismo y drenaje en estos lugares del proyecto. Se retendrán instalaciones mínimas de mantenimiento sobre la base de las instalaciones de construcción temporales.

2.5.2.3 Estimación de Costos de Inversión

A continuación se presenta la estimación del costo para las opciones propuestas. Estos deben agregarse al costo de las Opciones 1 y 2 para obtener el costo total de las Opciones 7 y 8.

Ítem	Costo estimado
Adquisición de tierras y reasentamiento	
Costos generales, incluye Construcción y Acceso permanente	\$10,000,000
Dique principal, Derivación, Vertedero, Desagüe, Canales de transferencia de agua e Instalaciones de operación	\$146,000,000
Túnel de transferencia entre cuencas	\$103,000,000
Otros costos (ambientales)	\$27,000,000
Subtotal costo directo	\$286,000,000
Eventualidades	\$54,000,000
Costo directo	\$340,000,000
Ingeniería y Administración	\$51,000,000
Costo de construcción (nivel de precios de enero 2003)	\$391,000,000

Fuente: COB, 2003; MWH, 2003.

2.5.2.4 Descripción de la Etapa de Construcción

Los trabajos de construcción son de naturaleza similar a los de las opciones antes descritas y se anticipa que necesitará de entre 5 y 8 años. Las tareas principales incluyen:

- Adquisición de tierras;
- Mejora y construcción de caminos de acceso;
- Construcción de campamento;
- Programas de reasentamiento;
- Desmonte y deshierbe;
- Actividades de excavación;
- Disposición del material;
- Extracción de material de canteras;
- Construcción del dique y accesorios y
- Llenado del lago.

2.5.3 Opciones 9 y 10: Toabré 100-50 / Caño Sucio 100-90 / Río Indio

Estas opciones comprenden la provisión de almacenamiento adicional en un embalse dentro de la cuenca del Río Toabré a las Opciones 5 y 6 del sistema de cuencas Río Indio – Río Caño Sucio. La Opción 9 consta de un embalse en Toabré combinado con la Opción 5 (Río Caño Sucio 100-90 más Indio 80-40); la Opción 10 consta del mismo embalse en Toabré combinado con la Opción 6 (Río Caño Sucio 100-90 más Indio 45-40). Los mapas de ubicación de las Opciones 9 y 10 se encuentran en la Figura 2-13 y Figura 2-14.

El sitio de la presa en el Río Toabré será levemente cóncavo aguas abajo y cruzará el canal principal del río alrededor de las coordenadas 981500N, 566000E (Sistema de coordenadas UTM).

2.5.3.1 Justificación del proyecto

La producción de agua derivada de esta Opción se empleará para aumentar el suministro de agua existente hacia el Canal, para cubrir el aumento en la demanda de agua municipal e industrial en la Cuenca del Canal y sus alrededores, y posiblemente se utilizará como fuente de electricidad en el mercado local y regional. Se puede encontrar información detallada sobre esta opción en las siguientes referencias:

- [COB, 2003]: *Río Toabre Water Transfer Project, Feasibility Study*, preparado por Coyne Et Bellier, June 2003.
- [USACE, 1999]: *Panama Canal Reconnaissance Study: Identification, Definition and Evaluation of Water Supply Projects, Volume 1*, preparado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EEUU, Diciembre 1999.

2.5.3.2 Identificación de las Partes y Diseño de Obras

Los embalses de Toabré y Caño Sucio se conectarían mediante un canal y operarían como un lago. Se consideró una opción operativa en este estudio para los períodos cuando se transfiere agua del embalse de Toabré / Caño Sucio a la cuenca del Canal de Panamá para las operaciones del canal.

Las estructuras para la opción propuesta consistirían de presas de enrocamiento en el Río Toabré y Río Caño Sucio, vertederos en ojiva sin control en el Río Toabré y Río Caño Sucio, instalaciones de transferencia inter-cuenca, dos centrales hidroeléctricas y obras de desagüe. El diseño preliminar de esta opción está documentada⁽⁷⁹⁾ y fue realizado sólo en la medida necesaria para establecer, con exactitud razonable, las dimensiones, elevaciones principales y costos del proyecto propuesto.

La Figura 2-13 y la Figura 2-14 presentan un plan general del desarrollo que muestra la ubicación de la presa, límite del embalse y alineamiento del túnel de transferencia de agua para estas opciones.

La superficie de agua en el embalse Toabré / Caño Sucio fluctuaría de un nivel máximo de operación del lago a El. 100 metros hasta un nivel mínimo de operación del lago a El. 90 m, lo que provee un almacenamiento combinado utilizable de 468 MMC.

Presas del Río Toabré y Río Caño Sucio

La presa propuesta del Río Toabré sería un dique con la parte superior a la El. 105 metros y un ancho de cresta de 13 m. El estribo izquierdo del dique estaría ubicado en las coordenadas UTM 980907N, 565169E. El estribo derecho estaría en las coordenadas 981769N, 565612E. El dique se construiría con un núcleo de tierra impermeable y relleno de roca encamisada en escollera y las pendientes laterales finales serían de 2H:1V. El dique, tendría en su punto más alto aproximadamente 90 metros y la longitud general sería de 1130 m.

La presa propuesta para Río Caño Sucio sería un dique con la parte superior a una El. de 105 metros y un ancho de cresta de 13 m. El estribo izquierdo del dique estaría ubicado en las coordenadas UTM 987292N, 575960E. El estribo izquierdo estaría en las coordenadas 987399N, 576105E. Se construiría el terraplén con un núcleo de tierra impermeable y relleno de roca encamisada en escollera y las pendientes laterales finales serían de 2H:1V. El dique en su punto más alto tendría aproximadamente 20 metros de altura y una longitud general de 185 m.

Las pendientes laterales y la anchura de cresta reales se determinarían durante un estudio posterior y dependería de la necesidad de acceso vehicular a través del dique, el tamaño y calidad de la escollera y el diseño de detalle del dique.

Tratamiento de la cimentación

Los programas de tratamiento propuestos para la cimentación del dique incluirán tratamiento de superficie, inyecciones de cimentación (consolidación) poco profundo, inyecciones de cortina y drenaje.

Para la excavación de la losa de sub-base en las fundaciones de la presa y debajo de las obras de cabecera del vertedero, se utilizará excavación de detalle "dental" y hormigón para tratar la roca de cimentación altamente meteorizada, compartida o de otro modo inaceptable en los cimientos. El tratamiento de detalle requerido deberá ser nominal y sólo local. Se incluyen cantidades de hormigón de relleno para reflejar el potencial en condiciones imprevistas.

No se anticipa el uso de inyecciones de consolidación salvo en áreas limitadas (por ejemplo zonas de fallas o fracturas) en caso que quedaran expuestas durante la excavación para las losas de sub-base y debajo de las obras de cabecera del vertedero. Se utilizarán inyecciones de cemento de baja presión en dichas zonas limitadas para llenar juntas o grietas abiertas en la zona de la roca

inmediatamente por debajo de la cimentación de la presa. En general, las porciones de inyecciones deberían ser bajas.

Las inyecciones de cortina se realizarán desde las losas de la base del revestimiento de hormigón y a través del hormigón del vertedero (o desde una losa de inyección previa a la colocación del hormigón de la primera etapa del vertedero). Las porciones de inyección deberían ser de bajas a moderadas a través de la mayor parte de la cortina. El consumo promedio de inyección se supone, con fines de realizar una estimación, en alrededor de 30 kg/m.

Se proporcionará drenaje a la cimentación para que el vertedero controle la filtración a fin de reducir las presiones en los poros de la masa de roca y en consecuencia el levantamiento. Para fines de estimación, se supone un espaciado en el orificio de drenaje de 5 metros con profundidades que se extienden hasta alrededor de la mitad de la profundidad de la cortina de inyección. Los orificios tendrán una inclinación apropiada para maximizar el número de intercepciones de juntas/fracturas.

Vertedero

En la presa propuesta en el Río Toabré, se necesitaría un vertedero en forma de ojiva sin control con una longitud de 219 metros y una cresta de El. 100 m. La cresta del vertedero estaría 5 metros debajo de la elevación de la parte superior de la presa. La descarga máxima del vertedero sería de 3,391 CMS en el nivel de almacenamiento de inundación máxima en la El. 104 m. La descarga de diseño del vertedero fue equivalente a una frecuencia de caudal no regulado de 1 en 1,000 en el sitio de la presa. El vertedero estaría ubicado dentro del estribo adyacente al extremo derecho de la presa y constaría de una sección de fondo de hormigón en masa embebido en la roca natural. Un canal de descarga cortado en la roca natural con pendiente y/o escalonado retornaría el flujo a la corriente existente. El canal de descarga se extendería desde la sección del fondo hasta la confluencia con el arroyo natural a cierta distancia aguas abajo del fondo del dique. Se excavaría un estanque de amortiguación en la roca adyacente al canal natural en el extremo aguas abajo del canal de descarga para la disipación de energía.

En la presa propuesta en Caño Sucio, se necesitaría un vertedero en forma de ojiva sin control con una longitud de 74 metros y una cresta de El. 100 m. La cresta del vertedero estaría 5 metros debajo de la elevación de la parte superior de la presa. La descarga máxima del vertedero sería de 1141 metros cúbicos por segundo (MCS) en el nivel de almacenamiento de inundación máxima en la El. 104 m. La descarga de diseño del vertedero fue equivalente a una frecuencia de caudal no regulado de 1 en 1000 en el sitio de la presa. El vertedero estaría ubicado dentro del estribo adyacente al extremo derecho de la presa y constaría de una sección de fondo de hormigón en masa embebido en la roca natural. Un canal de descarga cortado en la roca natural

con pendiente y / o escalonado retornaría el flujo a la corriente existente. El canal de descarga se extendería desde la sección del fondo hasta la confluencia con el arroyo natural a cierta distancia aguas abajo del fondo del dique. Se excavaría un estanque de amortiguación en la roca adyacente al canal natural en el extremo aguas abajo del canal de descarga para la disipación de energía.

Derivación durante la construcción

Las instalaciones para la derivación del Río Toabré durante la construcción constan de ataguías aguas arriba y aguas abajo y paredes de hormigón laterales⁽⁷⁹⁾⁽¹⁹⁾. Durante la construcción de la presa, el río Toabré será encaminado a través de cuatro aberturas en una estructura de hormigón construida dentro de la cobertura de la presa, en el lecho del arroyo Resumidero en el banco izquierdo. Ese sistema servirá posteriormente de desagüe en la presa Toabré y después de completar la construcción, se utilizaría para suministrar agua para la producción de energía hidroeléctrica, permitir la extracción de emergencia del agua del lago después de elevarlo y colocarlo en servicio y permitiría que pase un flujo mínimo por la presa.

Estas instalaciones para el manejo de agua durante la construcción y operación constarían de dos túneles en forma de herradura de 8 metros por 8 metros que pasan a través del estribo de la presa, una estructura de toma ubicada en el lago, un canal de desagüe aguas abajo y varias estructuras de compuertas. El túnel de derivación tendría una longitud aproximada de 1100 m. Tendría una elevación de solera de admisión a 17 metros y una elevación de solera de desagüe a 15 m. El túnel de derivación serviría en combinación con una ataguía para proteger el área de construcción contra las inundaciones con una frecuencia de hasta un 10 por ciento. Una inundación con una frecuencia de 10 por ciento entregaría un caudal pico de aproximadamente 1789 m³/s en el sitio sin regulación de la presa. La ataguía mediría 15.5 metros sobre la solera aguas arriba del túnel. Se instalaría un conducto separado de 0.9 metros de diámetro, necesario para el flujo mínimo, debajo del piso del túnel. El conducto de flujo mínimo tendría aproximadamente 1100 metros de longitud y tendría una elevación de solera de 15 m. La toma para el flujo mínimo sería a través de puertos de toma de calidad de agua con compuertas individuales ubicadas en distintos niveles de la estructura de toma. Las elevaciones de esta toma se establecerían durante las investigaciones de calidad de agua ambientales realizadas durante las fases subsiguientes del estudio. La capacidad del conducto de caudal mínimo sería de 4.0 m³/s. La toma hidroeléctrica también estaría elevada para evitar que el limo ingrese a las unidades de motor. En el extremo aguas abajo del túnel, se instalaría una estructura de compuerta para cerrar la derivación de la construcción y para derivar el agua del embalse a la compuerta de esclusa hidroeléctrica. El cierre se configuraría de modo que pudiera ser removido en caso que se

tuviera que extraer el lago Río Toabré. La estructura de toma sería similar a la descrita para el sitio en Río Indio.

La derivación del Río Caño Sucio durante la construcción se haría inicialmente mediante la instalación del túnel Sucio-Indio y descargas de inundación a través de la divisoria entre las cuencas del Río Caño Sucio y del Río Toabré al oeste. El túnel Sucio-Indio y el canal que conecta Río Caño Sucio con Río Toabré también permitirían la extracción de agua en casos de emergencia.

Instalación de descarga mínima

Se necesita una instalación de descarga mínima en el Río Toabré y Río Caño Sucio aguas abajo del proyecto. Se supuso que la descarga mínima es igual al 10% del caudal promedio alrededor de $4.0 \text{ m}^3/\text{s}$ y $0.75 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente.

Túnel de transferencia de agua

Se profundizaría el conector natural entre el Embalse Toabré y el Embalse Caño Sucio para brindar una elevación de aproximadamente 86 m. Los embalses de Caño Sucio, Lago Indio y Gatún se conectarían a través de túneles a través de las divisorias comunes de la cuenca.

El túnel final que conecta el extremo más oriental del embalse de Caño Sucio con el tramo más occidental del embalse de Indio sería de 3 metros de diámetro y aproximadamente 2 Km de longitud. Este túnel tendría una elevación de solera de toma de 85 metros y una elevación de solera de desembocadura de 74 m. El caudal máximo a través de este túnel sería de aproximadamente $27.8 \text{ m}^3/\text{s}$.

Necesitaría agrandarse el túnel de transferencia incluido en el la Opción 1 de Río Indio entre el Embalse Indio y el Lago Gatún hasta un diámetro neto de 6 metros para pasar los flujos combinados del Embalse Indio y Embalse Toabré a una elevación de 80 m. La capacidad máxima de este túnel sería de $216 \text{ m}^3/\text{s}$ y tendría elevaciones de soleras en sus extremos de toma y desagüe de 40 metros y 38 metros respectivamente. Esto daría como resultado un leve alargamiento del túnel sobre lo indicado en la alternativa del embalse de Río Indio. El costo adicional de este túnel como resultado de los cambios de diámetro y longitud sería atribuible directamente al proyecto Río Toabré.

Los túneles estarían continuamente bajo presión dado que el flujo a través de los túneles sería controlado en el extremo aguas abajo de cada uno. Este control sería en la forma de una estructura de control de compuertas y / o central hidroeléctrica. Para permitir el mantenimiento del túnel y permitir un rápido cierre del túnel cuando sea necesario, se construiría una estructura

de compuerta / travesaños corredizos en la toma. En el proceso para detener el flujo a través del túnel se generaría un efecto de martillo de agua. En consecuencia, se construirían suficientes ejes de protección contra sobrecargas. Estos ejes necesitarían superficies relativamente menores para proteger las aberturas y brindar seguridad personal.

Se supone que los túneles serían de hormigón revestido y que se necesitaría pernos de roca en gran parte de la longitud del túnel para estabilizar la roca.

Instalaciones de operación

Las instalaciones de operación necesarias para esta opción son las mismas descritas anteriormente. Dado que sólo las compuertas del túnel de transferencia de Sucio a Indio necesitan ajustes diarios, el proyecto se presta a operación a distancia. Las instalaciones de operación incluirán un sistema SCADA para el monitoreo y operación del proyecto en forma remota. El sistema monitoreará los niveles de agua, mediciones de flujo, operación de compuertas e instrumentación de seguridad del proyecto. El nuevo sistema SCADA incluirá un paquete de comunicaciones. Será monitoreado y operado por la División de Meteorología e Hidrología de la ACP como extensión del sistema existente.

Las instalaciones adicionales del proyecto incluirán seguridad e iluminación en la presa y vertedero y toma y desagüe del túnel de transferencia. También se realizarán tareas de paisajismo y drenaje en estos lugares del proyecto. Se retendrán instalaciones mínimas de mantenimiento sobre la base de las instalaciones de construcción temporales.

2.5.3.3 Estimación de Costos de Inversión

A continuación se presenta la estimación de los costos para la construcción del proyecto. Deben agregarse a los costos de las Opciones 1 y 2 para obtener el costo total de las Opciones 9 y 10.

2.5.3.4 Descripción de la Etapa de Construcción

Los trabajos de construcción son de naturaleza similar a las opciones previamente descritas y se anticipa que necesitarán de 5 a 8 años. Las tareas principales incluyen:

- Adquisición de tierras;
- Mejora y construcción de caminos de acceso;
- Construcción de campamento;
- Programas de reasentamiento;
- Desmonte y deshierbe;

- Actividades de excavación;
- Disposición del material;
- Extracción de material de canteras;
- Construcción del dique y accesorios y
- Llenado del lago.

Costo Adicional de las Opciones 9 y 10

Ítem	Costo estimado
Tierras y Reasentamientos	\$24,250,000
Caminos de acceso	\$8,157,000
Desmante o deshierbe	\$3,123,750
Túnel de derivación	\$38,111,483
Túneles de transferencia entre cuencas ^{I/}	\$41,421,960
Tomas de túnel de transferencia ^{I/}	\$3,621,523
Ataguías	\$11,307,624
Presa	\$61,183,781
Vertedero	\$52,931,320
Tomas	\$3,204,371
Centrales hidroeléctricas	\$16,051,134
Líneas de transmisión	\$1,980,000
Subtotal	\$265,343,946
Gastos generales de campo, I y D, S y A,	\$53,068,789
Eventualidades	\$79,603,184
Total Costo Proyecto (nivel de costo mediados de 1999)	\$398,016,000
^{I/} Se incluye la diferencia en los costos para agrandar el túnel de transferencia entre cuencas que conecta el reservorio de Río Indio y el Canal de Panamá desde un diámetro de túnel de 3 metros terminado a un diámetro de 6 metros terminado. Fuente: COB, 2003; MWH, 2003.	

2.6 Resumen de Opciones de Recursos Hídricos

Los recursos hídricos necesarios para la operación futura y posibles ampliaciones actualmente planificadas por la ACP necesitan de la creación de embalses dentro de las cuencas respectivas a fin de permitir un aumento de la capacidad de almacenamiento. La información más actualizada sobre las distintas opciones de recursos hídricos que se consideran se presenta en los estudios de factibilidad recientemente terminados. Además, se proponen dos opciones adicionales sobre la base de un análisis de las capacidades de generación de escorrentías de superficie y topográficas de las cuencas dentro de la ROCC. Las características clave de estos proyectos se resumen en los Cuadro 2-1 a 2-8.

Cuadro 2-1: Opción 1
DATOS SIGNIFICATIVOS DEL PROYECTO INDIO 80-40

Escenario del proyecto		Cuenca Río Indio; NO de la Ciudad de Panamá y SO de Colón	
Hidrología			
Precipitación anual promedio	3078	mm	
Caudal anual promedio	25.8	m ³ /s	
Instalaciones de almacenamiento de agua			
<i>Embalse</i>			
Cuenca de drenaje	381	Km ²	
Nivel máximo de agua	El. 80	msnm	
Volumen	1577	MMC	
Superficie	45.6	Km ²	
Nivel mínimo de agua	El. 40	msnm	
Volumen	283	MMC	
Superficie	17.7	Km ²	
Instalaciones de transferencia de agua			
<i>Túnel</i>			
Longitud	8350	m	
Diámetro	4.5	m	
Costo estimado del proyecto			
Costo de construcción	\$230,430,000		
Costo anual	\$1,940,000		
Rendimiento estimado del proyecto			
Confiability volumétrica	99.6	%	
Rendimiento Esclusajes/día	15.5	E/d	
Rendimiento MMC/año	1,200	MMC/a	

Fuente: MWH, 2003; USACE, 1999.

Cuadro 2-2: Opción 2
DATOS SIGNIFICATIVOS DEL PROYECTO INDIO 45-40

Escenario del proyecto	Cuenca Río Indio; NO de Ciudad de Panamá y SO de Colón	
Hidrología		
Precipitación anual promedio	3078	mm
Caudal anual promedio	25.8	m ³ /s
Instalaciones de almacenamiento de agua		
<i>Embalse</i>		
Cuenca de drenaje	381	Km ²
Nivel máximo de agua	El. 45	msnm
Volumen	400	MMC
Superficie	22.5	Km ²
Nivel mínimo de agua	El. 40	msnm
Volumen	283	MMC
Superficie	17.7	Km ²
Instalaciones de transferencia de agua		
<i>Túnel</i>		
Longitud	8,350	m
Diámetro	4.5	m
Costo estimado del proyecto		
Costo de construcción	\$185,000,000	
Costo anual	\$ 1,390,000	
Rendimiento estimado del proyecto		
Confiabledad volumétrica	99.6	%
Rendimiento Esclusajes/día	1.4	E/d
Rendimiento MMC/año	106	MMC/a

Fuente: MWH, 2003; USACE, 1999.

Cuadro 2-3: Opción 5
DATOS SIGNIFICATIVOS CAÑO SUCIO 100-90 e INDIO 80-40

Escenario del proyecto	Caño Sucio El. 100-90	Río Indio El. 80-40	
Hidrología			
Precipitación anual promedio	3500	3078	mm
Caudal anual promedio	7.5	25.8	m ³ /s
Instalaciones de almacenamiento de agua			
<i>Embalse</i>			
Cuenca de drenaje	111	381	Km ²
Nivel máximo de agua	El. 100	El. 80	msnm
Volumen	72.7	1577	MMC
Superficie	12.41	45.6	Km ²
Nivel mínimo de agua	El. 90	El. 40	msnm
Volumen	4.2	283	MMC
Superficie	2.54	17.7	Km ²
Instalaciones de transferencia de agua			
<i>Canal</i>			
Longitud	8415	Ninguno necesario	m
Ancho de base	4.5		m
Pendientes laterales	2H:1V		
<i>Túnel</i>			
	Caño Sucio a Indio	Indio a Gatún	
Longitud	2700	8350	m
Diámetro	5.5	4.5	m
Costo estimado del proyecto			
Costo de construcción	\$79,330,000	\$230,430,000	\$309,760,000
Costo anual	\$1,190,000	\$1,940,000	\$ 3,130,000
Rendimiento estimado del proyecto			
Confiabilidad volumétrica	99.6	99.6	%
Rendimiento Esclusajes/día		18.0	E/d
Rendimiento MMC/año		1367	MMC/a

Fuente: MWH, 2003b; USACE, 1999.

Cuadro 2-4: Opción 6
DATOS SIGNIFICATIVOS CAÑO SUCIO 100-90 e INDIO 45-40

Escenario del proyecto	Caño Sucio El. 100-90	Río Indio El. 45-40	
Hidrología			
Precipitación anual promedio	3500	3078	mm
Caudal anual promedio	7.5	25.8	m ³ /s
Instalaciones de almacenamiento de agua			
<i>Embalse</i>			
Cuenca de drenaje	111	381	Km ²
Nivel máximo de agua	El. 100	El. 45	msnm
Volumen	72.7	400	MMC
Superficie	12.41	22.5	Km ²
Nivel mínimo de agua	El. 90	El. 40	msnm
Volumen	4.2	283	MMC
Superficie	2.54	17.7	Km ²
Instalaciones de transferencia de agua			
<i>Canal</i>			
Longitud	8415	Ninguno necesario	m
Ancho de base	4.5		m
Pendientes laterales	2H:1V		
<i>Túnel</i>			
	Caño Sucio a Indio	Indio a Gatún	
Longitud	2700	8350	m
Diámetro	5.5	4.5	m
Costo estimado del proyecto			
Costo de construcción	\$79,330,000	\$185,000,000	\$264,330,000
Costo anual	\$ 1,190,000	\$ 1,390,000	\$ 2,580,000
Rendimiento estimado del proyecto			
Confiabilidad volumétrica	99.6	99.6	%
Rendimiento Esclusajes/día		3.9	E/d
Rendimiento MMC/año		296	MMC/a

ND. Información No Disponible. Fuente: MWH, 2003; USACE, 1999.

Cuadro 2-5: Opción 7
DATOS SIGNIFICATIVOS TOABRE 95-50 e INDIO 80-40

Escenario del proyecto	Río Toabré El. 95-50	Río Indio El. 80-40	
Hidrología			
Precipitación anual promedio	2800	3078	mm
Caudal anual promedio	41	25.8	m ³ /s
Instalaciones de almacenamiento de agua			
<i>Embalse</i>			
Cuenca de drenaje	727	381	Km ²
Nivel máximo de agua	El. 95	El. 80	msnm
Volumen	918	1577	MMC
Superficie	39	45.6	Km ²
Nivel mínimo de agua	El. 50	El. 40	msnm
Volumen	90	283	MMC
Superficie	6	17.7	Km ²
Instalaciones de transferencia de agua			
<i>Túnel</i>			
	Toabré a Indio	Indio a Gatún	
Longitud	16000	8350	m
Diámetro	5	4.5	m
Costo estimado del proyecto			
Costo de construcción	\$391,000,000	\$230,430,000	\$621,430,000
Costo anual	\$2,340,000	\$ 1,940,000	\$ 4,280,000
Rendimiento estimado del proyecto			
Confiabilidad volumétrica		99.6	%
Rendimiento Esclusajes/día		31.6	E/d
Rendimiento MMC/año		2406	MMC/a

Fuente: COB, 2003; MWH, 2003; USACE, 1999.

Cuadro 2-6: Opción 8
DATOS SIGNIFICATIVOS TOABRE 95-50 e INDIO 45-40

Escenario del proyecto	Río Toabré El. 95-50	Río Indio El. 45-40	
Hidrología			
Precipitación anual promedio	2800	3078	mm
Caudal anual promedio	41	25.8	m ³ /s
Instalaciones de almacenamiento de agua			
<i>Embalse</i>			
Cuenca de drenaje	727	381	Km ²
Nivel máximo de agua	El. 95	El. 45	msnm
Volumen	918	400	MMC
Superficie	39	22.5	Km ²
Nivel mínimo de agua	El. 50	El. 40	msnm
Volumen	90	283	MMC
Superficie	6	17.7	Km ²
Instalaciones de transferencia de agua			
<i>Túnel</i>			
	Toabré a Indio	Indio a Gatún	
Longitud	16000	8350	m
Diámetro	5	4.5	m
Costo estimado del proyecto			
Costo de construcción	\$391,000,000	\$185,000,000	\$576,000,000
Costo anual	\$2,340,000	\$ 1,390,000	\$ 3,730,000
Rendimiento estimado del proyecto			
Confiablez volumétrica	99.6		%
Rendimiento Esclusajes/día	17.02		E/d
Rendimiento MMC/año	1307		MMC/a

ND. Información No Disponible. Fuente: COB, 2003; MWH, 2003; USACE, 1999.

Cuadro 2-7: OPCIÓN 9
DATOS SIGNIFICATIVOS TOABRE 100-90, CAÑO SUCIO 100-90 E INDIO 80-40

Escenario del proyecto	Río Toabré El. 100-90	Caño Sucio El. 100-90	Río Indio El. 80-40	
Hidrología				
Precipitación anual promedio	2800	3500	3078	mm
Caudal anual promedio	41	7.5	25.8	m ³ /s
Instalaciones de almacenamiento de agua				
<i>Embalse</i>				
Cuenca de drenaje	727	111	381	Km ²
Nivel máximo de agua	El. 100	El. 100	El. 80	msnm
Volumen	1130	72.7	1577	MMC
Superficie	46	12.41	45.6	Km ²
Nivel mínimo de agua	El. 90	El. 90	El. 40	msnm
Volumen	---	4.2	283	MMC
Superficie	---	2.54	17.7	Km ²
Instalaciones de transferencia de agua				
<i>Canal</i>				
Longitud	Ninguna necesaria	8415	Ninguna necesaria	m
Ancho de base		4.5		m
Pendientes laterales		2H:1V		
<i>Túnel</i>				
Longitud	Toabré a Sucio (canal)	Caño Sucio a Indio	Indio a Gatún	m
Diámetro	3100	2700	8350	m
	---	5.5	4.5	m
Costo estimado del proyecto				
Costo de construcción	\$419,000,000	\$79,330,000	\$230,430,000	\$728,760,000
Costo anual	\$ 2,340,000	\$ 1,190,000	\$ 1,940,000	\$ 5,470,000
Rendimiento estimado del proyecto				
Confiabilidad volumétrica		99.6		%
Rendimiento Esclusajes/día		26.2		E/d
Rendimiento MMC/año		1989		MMC/a

Fuente: COB, 2003; MWH, 2003; USACE, 1999.

Cuadro 2-8: OPCIÓN 10
DATOS SIGNIFICATIVOS TOABRE 100-90, CAÑO SUCIO 100-90 E INDIO 45-40

Escenario del proyecto	Río Toabré El. 100-90	C. Sucio El. 100-90	Río Indio El. 45-40	
Hidrología				
Precipitación anual promedio	2800	3500	3078	mm
Caudal anual promedio	41	7.5	25.8	m ³ /s
Instalaciones de almacenamiento de agua				
<i>Embalse</i>				
Cuenca de drenaje	727	111	381	Km ²
Nivel máximo de agua	El. 100	El. 100	El. 45	msnm
Volumen	1130	72.7	400	MMC
Superficie	46	12.41	22.5	Km ²
Nivel mínimo de agua	El. 90	El. 90	El. 40	msnm
Volumen	---	4.2	283	MMC
Superficie	---	2.54	17.7	Km ²
Instalaciones de transferencia de agua				
<i>Canal</i>				
Longitud	Ninguna necesaria	8415	Ninguna necesaria	m
Ancho de base		4.5		m
Pendientes laterales		2H:1V		
<i>Túnel</i>				
Longitud	Toabré a Sucio (canal)	Caño Sucio a Indio	Indio a Gatún	m
Diámetro	---	5.5	4.5	m
Costo estimado del proyecto				
Costo de construcción	\$419,000,000	\$79,330,000	\$185,000,000	\$683,330,000
Costo anual	\$ 2,340,000	\$ 1,190,000	\$ 1,390,000	\$ 4,920,000
Rendimiento estimado del proyecto				
Confiabilidad volumétrica		99.6		%
Rendimiento Esclusajes/día		12.1		E/d
Rendimiento MMC/año		989		MMC/a

ND. Información No Disponible. Fuente: COB, 2003; MWH, 2003; USACE, 1999.

2.7 Marco de Referencia Legal

Las leyes, regulaciones y lineamientos ambientales aplicables a la Evaluación Ambiental de Opciones de Agua en la ROCC, incluyen la legislación y reglamentación de las agencias pertinentes del Estado Panameño, los lineamientos y requerimientos del Banco Mundial y el Manual de Evaluación Ambiental de ACP. En esta sección se describen estas leyes, regulaciones y/o lineamientos que pudieran ser aplicables para las opciones de agua. La información pertinente para este proyecto ha sido agrupada de acuerdo a los siguientes temas:

- Constitución Política de la República de Panamá
- Gestión Ambiental
- Recursos Naturales
- Agua
- Aire
- Ruido
- Desechos y Desechos Peligrosos
- Seguridad

Es importante señalar que los lineamientos pertinentes del Banco Mundial y el Manual de Evaluación Ambiental de ACP han sido incluidos dentro de Gestión Ambiental.

2.7.1 Constitución Política de la República de Panamá de 1972, reformada en 1978 y 1983

En el Título III, denominado Derechos y Deberes Individuales y Sociales, Capítulo VII, se consagra adecuadamente el Régimen Ecológico, dándole al Estado y a todos sus habitantes del Territorio Nacional funciones específicas de conservación y aprovechamiento de los recursos naturales.

El referido Capítulo consta de cuatro artículos, los cuales establecen lo siguiente: el Artículo 114 garantiza que es deber del Estado que la población viva en un ambiente sano y libre de contaminación, en donde el aire, el agua y los alimentos satisfagan los requerimientos del desarrollo adecuado de la vida humana. El Artículo 115 establece que el Estado y todos los habitantes del territorio nacional tienen el deber de propiciar un desarrollo social y económico que prevenga la contaminación del ambiente, mantenga el equilibrio ecológico y evite la destrucción de los ecosistemas. El Artículo 116 dispone que el Estado reglamentará, fiscalizará y aplicará las medidas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna terrestre, fluvial y marina, así como de los bosques, tierras y aguas, se lleven a cabo

racionalmente, de manera que se evite su depredación y se asegure su preservación, renovación y permanencia. Y por último, el Artículo 117 establece que mediante Ley se reglamentará el aprovechamiento de los recursos naturales no renovables, a fin de evitar que del mismo se deriven perjuicios sociales, económicos y ambientales.

Lo contenido en los artículos anteriores indica que el Estado panameño, en materia ambiental, contempla el criterio de desarrollo sustentable de los recursos siempre y cuando se garantice su sostenibilidad y se evite su extinción.

2.7.2 Gestión Ambiental

Ley 41, de 1 de junio de 1998, Ley General de Ambiente. ANAM

La Ley 41 de 1 de junio de 1998, facultó a la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) para que a través del Organismo Ejecutivo reglamente el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. La Ley General del Ambiente, en su Título IV, Capítulo II señala lo relacionado con el proceso de evaluación de Impacto Ambiental y establece que aquellas actividades, obras o proyectos, públicos o privados, que por su naturaleza, características, efectos, ubicación o recursos puedan generar riesgo ambiental, requerirán de un Estudio de Impacto Ambiental previo al inicio de la obra o proyecto. Además, indica las diferentes etapas que comprende el proceso de evaluación.

Ley 30, de 30 de diciembre de 1994, Reforma al Artículo 7 de la Ley 1. ANAM

Esta Ley exige un estudio de impacto ambiental a todo proyecto o actividad humana que deteriore o afecte el medio natural. Además, el Artículo 1 de esta Ley reforma el Artículo 7 de la Ley Forestal, el cual indicaba, en términos generales, que los EIA deberían ser elaborados por profesionales idóneos en ciencias forestales. Sin embargo, con la modificación realizada en la Ley 30, los EIA podrán ser elaborados por profesionales idóneos en ciencias afines al régimen ecológico.

Decreto Ejecutivo N.º 59, de 16 de marzo de 2000, Reglamento del proceso de evaluación de impacto ambiental. ANAM

Dicho reglamento establece las disposiciones por las cuales se regirá el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental de acuerdo a lo previsto en la Ley N.º 41, de 1 de junio de 1998, Ley General de Ambiente de la República de Panamá. En dicho reglamento, se incluyen las funciones y

responsabilidades de la ANAM con respecto al proceso de evaluación de impacto ambiental, además hace mención acerca de la responsabilidad de los promotores con respecto a los EIA.

El Artículo 14 del Título II, presenta un listado de proyectos que deben ingresar al proceso de evaluación de impacto ambiental, tales como el proyecto de construcción de carreteras, además el Capítulo I del Título III señala en sus Artículos 17 y 18 aquellos criterios de protección ambiental que deben ser tomados en cuenta para determinar la categoría del Estudio de Impacto Ambiental y en el Artículo 19 se describen las tres categorías de EIA determinadas por la ANAM. Los contenidos mínimos y términos de referencia generales requeridos para los EIA se encuentran contemplados en los Artículos 22, 23, 24 y 25 del referido Reglamento y los Artículos 26, 27, 28, 29 y 30 se ocupan de lo relacionado a la participación ciudadana.

Decreto Ejecutivo No. 57, de 16 de marzo de 2000, “por el cual se reglamenta la conformación y funcionamiento de las Comisiones Consultivas Ambientales” ANAM

Este reglamento desarrolla lo previsto en la Ley N° 41 de 1 de julio de 1998, en las materias de Comisiones Consultivas, Mecanismos de consulta pública y Procedimiento para formular denuncias. El proceso de participación ciudadana tiene por finalidad de: incorporar a los ciudadanos en la Gestión Ambiental del Estado, en su calidad de actores y partícipes activos de ella; reforzar el sistema democrático de gobierno a partir del ejercicio de derechos no políticos; facilitar las instancias de información y negociación entre los actores privados y/o públicos tendientes a disminuir o resolver adecuadamente su ocurrencia; incrementar la credibilidad institucional del Estado; facilitar el proceso de planificación y una más acertada toma de decisiones en materia ambiental por parte de los agentes gubernamentales, reduciendo los espacios para la equivocación en la gestión pública; fortalecer el proceso de educación cívica-ambiental de la ciudadanía en su conjunto, e; introducir la transparencia administrativa en la gestión ambiental.

Decreto Ejecutivo No. 58, de 16 de marzo de 2000, “por el cual se reglamenta el procedimiento de elaboración de normas de calidad ambiental y límites máximos permisibles”. ANAM

Este Decreto establece el procedimiento para la elaboración de normas de calidad ambiental y límites máximos permisibles a que se refieren las disposiciones del Capítulo III del Título IV de la Ley N° 41, General de Ambiente, así como el procedimiento y criterios para revisar dichas normas, las cuales son de cumplimiento obligatorio en todo el territorio nacional, y participarán en su ejecución las autoridades competentes, las comarcas, los municipios y la comunidad organizada. El Órgano Ejecutivo a través de un decreto ejecutivo podrá emitir normas de calidad

ambiental y establecer límites máximos permisibles de carácter transitorio, sin sujeción al procedimiento previsto en este reglamento, con la finalidad de recuperar zonas ambientalmente críticas o superar situaciones de contingencia en caso de desastres, de acuerdo a lo señalado en el Capítulo IV del Título III de este reglamento, sin que con esto se excluya la aprobación de otras normas técnicas, parámetros, guías o directrices, orientados a prevenir el deterioro ambiental.

Toda norma primaria deberá señalar los valores críticos que determinen situaciones de emergencia ambiental; el plazo para su entrada en vigencia; los organismos sectoriales a cargo de fiscalizar su cumplimiento; las metodologías de medición y control de la norma, las que corresponderán, en caso de existir, de no ser así señalarán las metodologías correspondientes a la norma en cuestión. Estos valores se aplicarán también a las normas secundarias de calidad ambiental y a los límites máximos permisibles. Una vez implementadas las acciones y superadas las circunstancias que dieron origen a la contingencia, dejarán de tener aplicación las normas transitorias de recuperación ambiental, rigiendo en plenitud las normas de calidad ambiental y límites máximos permisibles vigentes para situaciones de normalidad ambiental.

Resolución N.º AG-0292-01, de 10 de septiembre de 2001, Manual operativo de evaluación de impacto ambiental. ANAM

El objetivo central de este Manual es el de orientar en la aplicación del procedimiento preventivo de EIA, con el fin de incorporar la dimensión ambiental en los nuevos proyectos y modificaciones a los existentes que se ejecutan en la República de Panamá. El Manual contiene una estructura conformada por un *cuerpo central* el cual contiene los antecedentes y alcances del documento y que establece el procedimiento que debe llevarse a cabo, además de un conjunto de *instrumentos* destinados a dar un soporte con información calificada en relación a las aplicaciones específicas del procedimiento.

Manual de Evaluación Ambiental de ACP, Enero 1999

El Manual de Evaluación Ambiental de ACP es un documento preparado por el Cuerpo de Ingenieros de EE.UU. y en el mismo se identifican procedimientos para identificar y evaluar los posibles impactos asociados a las actividades que desarrolla la autoridad. El Manual está organizado en 25 capítulos dentro de los cuales se incluyen temas como: participación pública; evaluación de efectos sobre la calidad de agua; evaluación del potencial de crecimiento de plantas acuáticas en embalses; evaluación de impactos a pesquerías; evaluación de impactos en humedales; evaluación de efectos sobre especies en peligro; y evaluación de impactos socioeconómicos; entre otros.

Manual de Evaluación Ambiental del Banco Mundial – Volumen I, II y III

El manual de evaluación ambiental del Banco Mundial (*Environmental Assessment Sourcebook*), está dividido en tres volúmenes que incluyen: Volumen I - Políticas, Procedimientos y Temas Trans-Sectoriales; Volumen II - Lineamientos Sectoriales; y Volumen III - Lineamientos para Evaluaciones Ambientales de Proyectos Energéticos y de Industria. En cada uno de estos documentos existen aspectos que guían o ayudan a dirigir el proceso de evaluación ambiental desde los principios básicos hasta la elaboración, evaluación y aprobación de una evaluación ambiental. Sin embargo, en el Volumen II del Manual se describen lineamientos sectoriales dentro de los cuales se encuentran lineamientos para proyectos de Represas y Embalses. Los lineamientos han sido agrupados en las siguientes categorías:

Impactos Potenciales. Se identifican los impactos típicos que pudieran generarse como parte de un proyecto de esta naturaleza y a su vez los mismos son agrupados en: efectos hidrológicos y limnológicos; temas sociales; pesquerías y vida salvaje; amenazas sísmicas; y manejo de cuencas. Para cada uno de los posibles impactos se presenta los aspectos más importantes que deben ser tomados en consideración durante la evaluación ambiental.

Alternativas de Proyecto. Se describe una serie de alternativas que debieran o pudieran ser consideradas antes de construir un proyecto de represa o embalse. Dentro de estas alternativas se describe la postergación de la obra mediante la aplicación de ahorros en el consumo de agua; estudiar la posibilidad de ubicar el proyecto en un río que ya está represado; ubicar y ajustar la altura del proyecto para minimizar afectaciones; y construir varias represas pequeñas en vez de una grande.

Manejo y Entrenamiento. Se describen las responsabilidades que debiera asumir una agencia o autoridad durante el manejo de la obra una vez construida. Algunas de esas responsabilidades incluyen la recolección de datos de la cuenca; la construcción y manejo de la obra; la preparación de un plan maestro de uso del agua; la aprobación de permisos para la extracción de agua del embalse; la coordinación del control de vectores; y la planificación del abastecimiento municipal de agua e instalaciones de tratamiento.

Monitoreo. Se presentan una serie de factores que deben ser monitoreados. Estos incluyen: precipitación, volumen de agua almacenado; volumen de sedimentos transportados al embalse; calidad de agua del embalse; y generación de ácido sulfhídrico y metano detrás de la represa; entre otros.

Además del Manual de Evaluación, también existen Directrices Operativas (Operational Directives) para temas específicos como Reasentamientos Involuntarios (OD 4.30); Manejo de Plagas en la Agricultura (OD 4.03); y Poblaciones Indígenas (OD 4.20); entre otros. Las Directrices Operativas pertinentes serán consideradas durante la evaluación ambiental.

2.7.3 Recursos Naturales

Ley 1, de 3 de febrero de 1994, Ley Forestal. ANAM

Se presenta esta ley como un estamento legal positivo para el desarrollo forestal sostenible de la nación. La misma, tiene como finalidad la protección, conservación, mejoramiento, acrecentamiento, educación, investigación, manejo y aprovechamiento racional de los recursos forestales de la República.

La Ley Forestal se distingue como la primera norma jurídica que considera, en su Artículo 7, a los Estudios de Impacto Ambiental como requisitos previos a la realización de actividades, obras o proyectos que pudieran ocasionar deterioro al ambiente.

Resolución N.º AG-0235-2003, de 12 de junio de 2003, Se establece la tarifa para el pago en concepto de indemnización ecológica, para la expedición de los permisos de tala rasa y eliminación de sotobosques o formaciones de gramíneas. ANAM

Dicha resolución establece una tarifa de cobro para toda obra de desarrollo, infraestructuras y edificaciones que involucren la tala de cualquier tipo de vegetación, lo cual representará un resarcimiento económico del daño o perjuicio causado al ambiente. Según se categorice el área, el cobro será de la siguiente manera:

- Bosques naturales primarios, intervenidos o secundarios maduros = B/. 5000/hectárea.
- Humedales (manglares, oreysales y actívalos) = B/. 10000/hectárea.
- Bosques secundarios con desarrollo intermedio = B/. 3000/hectárea.
- Bosques secundarios jóvenes = B/. 1000/hectárea.
- Sotobosque = 50% de las cifras anteriores, según el grado de evolución ecológica del bosque.
- Formaciones de gramíneas (pajonales) = B/. 500/hectárea.
- Cuando la tala o eliminación de vegetación se realice sobre áreas protegidas, el monto a cobra será el doble de las cifras antes indicadas.

Finalmente, dicha Resolución indica que en los casos que se trate de una fracción de unidad, entendiéndose por unidad una hectárea, se cobrará las sumas establecidas en proporción a la superficie afectada.

Ley No.44 de 30 de agosto de 1999, por lo cual se aprueban los límites de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá. ACP

Esta ley establece los nuevos límites de la Cuenca hidrográfica anexando las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio/Miguel de la Borda y Coclé del Norte, los cuales tienen un área de drenaje hacia el mar Caribe. Con esta nueva delimitación la Cuenca del Canal se ha dividido en dos regiones, la Región Oriental que comprende las áreas ubicadas en la cuenca tradicional y la Región Occidental que comprende las cuencas antes descritas y que están distribuidas entre las provincias de Panamá, Coclé y Colon. Ambas regiones comprenden un área total de 552761 Has.

2.7.4 Agua

Ley No. 35, de 22 de septiembre de 1966, Ley de Uso de Aguas. MIDA

La presente Ley establece que las aguas pertenecen al Estado y son de uso público. La misma, reglamenta la explotación de las aguas del Estado para su aprovechamiento conforme al interés y bienestar público y social, en cuanto a utilización, conservación y administración respecta. La misma, señala que todas las aguas fluviales, lacustres marítimas, subterráneas y atmosféricas, comprendidas dentro del territorio nacional, continental e insular, el subsuelo, la plataforma continental submarina, el mar territorial y el espacio aéreo de la República constituyen bienes de dominio del Estado y por tanto son de aprovechamiento libre y común. De aquí, que estas aguas no pueden ser otorgadas en propiedad a particulares puesto que son de uso público.

De acuerdo a lo estipulado en esta ley, el uso de las aguas para propósitos o fines de carácter público o social, tienen prioridad sobre los intereses particulares, puesto que el mayor provecho para el interés público y social es el que atañe a la salud pública. El régimen de usos sobre las mismas contiene disposiciones sobre salubridad e higiene y, para los cuales se fijan las respectivas sanciones. La Dirección Nacional de Cuencas Hidrográficas recomienda el establecimiento de reservas forestales, la preservación de la cobertura vegetal o medidas de lucha contra la erosión en tierras estatales o de propiedad privada, en los márgenes de ríos y arroyos, y en cualquier otra zona que se considere conveniente para la protección de las cuencas hidrográficas. Esta Dirección puede, obligar a los propietarios a preservar la cobertura vegetal o

adoptar medidas de lucha contra la erosión, y prohibir instalaciones y explotaciones que puedan crear peligros, como consecuencia de modificaciones provocadas por ellas en el movimiento natural de las aguas.

Ley No. 2, de enero de 1997, marco regulatorio e institucional para la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario. IDAAN

Esta ley fija el marco regulatorio para las actividades relacionadas con la prestación de los servicios públicos de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario, considerados servicios de utilidad pública, bajo las condiciones de calidad y precios económicos, y utilizando de forma sostenible los recursos naturales y protegiendo el medio ambiente.

Los prestadores de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario que en el ejercicio de sus actividades alteren el medio ambiente, tienen la obligación de mitigar los efectos negativos mediante la presentación de estudios y propuestas ambientales previo el desarrollo de nuevo proyectos. La calidad de las aguas potables y de alcantarillado deben cumplir con los límites establecidos por las normas vigentes.

Ley 21 del 9 de julio de 1980, por la cual se dictan normas sobre la contaminación del mar y aguas navegables. MICI

Prohíbe la descarga de cualquier sustancia contaminante en las aguas navegables y mar territorial de la República de Panamá provenientes de buques, aeronaves e instalaciones marítimas y terrestres que estén conectadas o vinculadas con dichas aguas, incluyendo los buques con registros panameño que transiten en aguas internacionales. Se excluye, aquellas descargas que se produzcan en conformidad con las situaciones de excepción previstas en las convenciones internacionales en la que Panamá forma parte, exención que se extiende a las aeronaves e instalaciones terrestres y marítimas. *Todo buque de más de trescientas toneladas de registro bruto que transporte sustancias contaminantes dentro de las aguas de la República de Panamá o de dos mil (2000) toneladas de hidrocarburos a granel como cargamento, debe suscribir un seguro o garantía financiera que cubra el importe a que se asciende su límite de responsabilidad.*

El Ministerio de Comercio e Industrias, por medio de la dirección que corresponda y la colaboración de otras dependencias del Estado, evaluará mediante estudios técnicos periódicos las condiciones ecológicas de las aguas navegables, mar territorial y litoral del país, los cuales le permitirá evaluar los daños causados por las descargas contaminantes.

Ley 16 del 23 de octubre de 1975, por medio de la cual se aprueba el Convenio Internacional relativo a la Intervención en Alta Mar en casos de accidentes que causen contaminación por hidrocarburos. MICI

Las Partes de este Convenio, pueden tomar en alta mar las medidas necesarias para prevenir, mitigar o eliminar todo peligro grave e inminente contra su litoral o intereses conexos debido a la contaminación o amenaza de contaminación de las aguas por hidrocarburos, como producto de un accidente marítimo u otros actos relacionados con este accidente a los que se les atribuya consecuencias de gran magnitud, excluyendo de lo anterior los barcos de guerra u otros barcos cuya propiedad o explotación corresponda a un Estado y destinado exclusivamente, en el momento considerado a servicios no comerciales del Gobierno.

Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000 y 39-2000, Agua. Descarga de efluentes líquidos directamente a cuerpos y masas de aguas superficiales y subterráneas. MICI

Estos dos reglamentos técnicos establecen como uno de sus objetivos prevenir la contaminación de cuerpos y masas de agua superficiales y subterráneas en la República de Panamá, mediante el control de los efluentes líquidos provenientes de actividades domésticas, comerciales e industriales que se descargan a cuerpos receptores y a alcantarillados manteniendo una condición de aguas libres de contaminación, preservando de esta manera la salud de la población. Además, se incluyen en estos Reglamentos algunos requisitos generales sobre las descargas de efluentes líquidos a cuerpos receptores (35-2000) y alcantarillados (39-2000) tales como; prohibir las descargas de líquidos explosivos o inflamables; sustancias químicas como plaguicidas; elementos radiactivos; residuos provenientes de establecimientos médicos/salud que no posean el tratamiento adecuado; asimismo se prohíbe el vertido de efluentes líquidos provenientes de actividades domésticas, comerciales e industriales a cuerpos receptores, si no se cumple con los valores máximos permisibles. Cabe señalar, que en estos Reglamentos se establecen los límites máximos permisibles que deben cumplir los vertidos de efluentes líquidos provenientes de actividades domésticas, comerciales e industriales.

Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 24-99, reutilización de las aguas residuales tratadas. MICI

Este reglamento técnico busca salvaguardar la salud de los habitantes, resguardar el medio ambiente, propender a un uso racional de los recursos y establecer regulaciones para los distintos usos que pueda darse a las aguas residuales tratadas en las distintas plantas de tratamiento de aguas residuales de Panamá. Las Normas Técnicas señalan, que las plantas de tratamiento deben

llevar su propio control de los parámetros señalados en este reglamento, de acuerdo con el tipo de uso que se quiera dar a las aguas tratadas, sin afectar los controles que realice la autoridad competente. La toma de muestras debe ser efectuada por personal idóneo de un laboratorio acreditado y se realizará en cada uno de los puntos de evacuación o descarga de las plantas de tratamiento de aguas residuales, siendo responsabilidad de los operadores de la planta. Los controles de la autoridad competente serán llevados a cabo sin previo aviso, efectuando los muestreos y determinando las características de los efluentes de la planta de tratamiento.

Resolución AG-0026/2002 ANAM.. Caracterización y adecuación a los reglamentos técnicos para descargas de aguas residuales DGNTI-COPANIT 35-2000 y DGNTI-COPANIT 39-2000.

Las descargas de aguas residuales provenientes de actividades comerciales, domésticas e industriales, establecidas después del 10 de agosto de 2000, deben cumplir con los Reglamentos Técnicos DGNTI-COPANIT 35-2000 y DGNTI-COPANIT 39-2000, una vez entren en operación. Aquellas establecidas antes del 10 de agosto de 2000 y que viertan sus efluentes líquidos directamente a cuerpos y masas de aguas superficiales y subterráneas, o a sistemas de recolección de aguas residuales deben cumplir con los Reglamentos Técnicos DGNTI-COPANIT 35-2000 y DGNTI-COPANIT 39-2000 de acuerdo con el cronograma de cumplimiento establecido en este reglamento. Aquellas personas naturales o jurídicas que realicen descargas de aguas residuales quedan obligados a efectuar la caracterización de sus descargas para determinar el promedio diario y mensual, según lo establecido en los Reglamentos Técnicos DGNTI – COPANIT 35-2000 Y DGNTI – COPANIT 39-2000. Todo establecimiento emisor, que descargue sus efluentes líquidos directamente a cuerpos y masas de aguas superficiales y subterráneas, deberá entregar a la Autoridad Nacional del Ambiente, un reporte trimestral con los análisis realizados.

Resolución AG-0466-2002, por la cual se establecen los requisitos para las solicitudes de permisos concesiones para descargas de aguas usadas o residuales. ANAM

Los establecimientos emisores que realicen descargas de aguas residuales/usadas deberán caracterizar sus efluentes de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000, y presentar los resultados de la caracterización de acuerdo a lo especificado en el Registro para la Caracterización de Descargas de Efluentes Líquidos, el cual estará disponible en la Dirección Nacional de Protección de la Calidad Ambiental de la Autoridad Nacional del Ambiente.

***Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 22-394-99 Toma de muestra para análisis biológico.
MICI***

Este Reglamento tiene como objetivo el de establecer la metodología para obtener una muestra representativa del agua, para determinar a partir de ella la calidad biológica de interés sanitario en los abastecimientos de agua potable. La toma de muestra deberá respetar la composición microbiana del agua captada. Esta norma se aplicará a todos los tipos de aguas, cualquiera que sea su procedencia, ya sean de grifos, pozos, depósitos, lagos, ríos, manantiales y otros. Dicho reglamento establece el tipo de la muestra, los materiales necesarios, las técnicas de muestreo, el volumen de la muestra, identificación y rotulado, así como el acondicionamiento y conservación de la muestra.

2.7.5 Aire

Ley 36, de 17 de mayo de 1996, Controles de contaminación del aire. MICI

Mediante esta Ley se establecen los controles de contaminación del aire ocasionados por combustible y plomo, especialmente provenientes del uso de vehículos de combustión interna. Establece la prohibición a partir de 1 de enero de 1997, de la fabricación e importación de pinturas, barnices, tintes y derivados con un contenido mayor que el máximo permitido por el Ministerio de Salud. Asimismo se indica que “a partir de 1 de enero de 1998 los vehículos de motor de gasolina importados a la República de Panamá deberán poseer sistemas de control de emisión, a fin de que cumplan con los niveles permisibles establecidos por el Ministerio de Salud para reducir de esta manera la contaminación.”

Con respecto al uso de gasolina con plomo, se especifica que a partir del año 2002, únicamente se permitirá la venta de gasolina sin plomo. Para realizar el monitoreo de los niveles de contaminación del aire, se instituye mediante esta ley la red de medición y análisis nacional, asignado al Instituto Especializado de Análisis de la Universidad de Panamá los recursos para instalar y mantener la red de monitoreo.

Capa de Ozono

Ley No. 46 del 05 de julio de 1996, por la cual se aprueba la Enmienda al Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, adoptada en la Cuarta reunión de estados partes, celebradas en Copenhague el 25 noviembre 1992. ANAM

Ley No. 25 del 10 de diciembre de 1990, por lo cual se aprueba la enmienda al Protocolo Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, adoptada el 29 de junio de 1990. (Enmienda de Londres) ANAM

Corresponden a una enmienda que se le realiza a la Ley No.7 del 3 de enero de 1989, por medio de la cual se aprueba el Protocolo de Montreal referente a las sustancias agotadoras de la capa de ozono. En ambas leyes, las enmiendas consisten en la incorporación de sustancias y medidas de control para la utilización de las sustancias agotadoras. Dichos cambios a estas leyes fueron adoptadas y/o incluidas en el Decreto Ejecutivo No. 225 de 16 de noviembre de 1998, mediante el cual se reglamenta la Ley 7 del 3 de enero de 1989 relativa a la protección de la Capa de Ozono. En conclusión el Decreto Ejecutivo No. 225 presenta todos los cambios e incorporaciones que se le efectuaron a las leyes No. 46 y No.25.

Ley No. 7 del 03 de enero de 1989, por medio de la cual se aprueba el Protocolo de Montreal referente a las sustancias agotadoras de la capa de ozono. ANAM

La Asamblea Legislativa aprueba: “decidida a proteger la capa de ozono mediante la adopción de medidas preventivas para controlar equitativamente las emisiones mundiales totales que la agotan, con el objetivo final de eliminarlas, con base en los adelantos registrados en la esfera de los conocimientos científicos y teniendo en cuenta consideraciones de índole económico y técnico”, de acuerdo a lo señalado en el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono por las Partes en el presente Protocolo. Las Partes presentes en el Protocolo “velarán que su nivel calculado de consumo de las sustancias controladas que figuran en Grupo I del Anexo A no supere su nivel calculado de consumo de 1986. Cada Parte que produzca una o más sustancias se asegurará de que su nivel calculado de producción de estas sustancias no supere su nivel de producción de 1986, con la salvedad de que dicho nivel no puede haber aumentado más del 10% respecto del nivel de 1986. Dicho aumento sólo se permitirá a efectos de satisfacer las necesidades básicas internas de las Partes presentes en el Protocolo que operen al amparo del Artículo 5 y a fines de racionalización industrial entre las partes”.

Decreto Ejecutivo No. 225 de 16 de noviembre de 1998, mediante el cual se reglamenta la Ley 7 del 3 de enero de 1989 relativa a la protección de la Capa de Ozono. ANAM

Se prohíbe la fabricación y emisión deliberada a la atmósfera de sustancias agotadoras de la Capa de Ozono en forma pura o mezclada de acuerdo a las sustancias listadas en los Anexos A,

B, C y E. Por consecuencia, toda persona natural o jurídica responsable de importar, reciclar y destruir las sustancias citadas, deben realizar dichas operaciones de manera segura y ambientalmente aceptable, además de consignar ante el Ministerio de Salud, cada seis meses, los datos pertinentes a las cantidades importadas, recicladas y destruidas.

Ley No. 2 del 03 de enero de 1989, por medio de la cual se aprueba el Convenio de Viena para la protección de la Capa de Ozono. ANAM

El Estado (denominado “Parte”) se compromete a tomar las medidas necesarias para “proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos adversos resultantes o que puedan resultar de las actividades humanas que modifiquen o puedan modificar la capa de ozono”. Con este propósito, las Partes cooperarán con la formulación de medidas, procedimientos y normas, además de cooperar con los órganos internacionales competentes con el objetivo de cumplir con la ejecución de este Convenio. Se desarrollarán investigaciones y evaluaciones científicas que tomando en cuenta las legislaciones nacionales y las actividades pertinentes en curso, permitan establecer o fomentar programas conjuntos o complementarios para las observaciones sistemáticas del estado de la capa de ozono y de otros parámetros pertinentes.

Las Partes también se comprometen a colaborar con los organismos internacionales competentes a fin de garantizar la reunión, validación y transmisión de los datos de observación e investigación a través de los centros mundiales de datos adecuados.

2.7.6 Ruido

Decreto Ejecutivo N.º 306, de 4 de septiembre de 2002, Se establecen los límites máximos permisibles para ruido. ANAM

Este Decreto, en sus Artículos 1 y 2 prohíbe la producción de ruidos que por su naturaleza o inoportunidad perturben la salud, el reposo o la tranquilidad de los miembros de las comunidades, o les causen perjuicio material o psicológico. Por lo tanto, dicho Decreto considera que todo trabajo o actividad debe realizarse de forma tal que se reduzcan los ruidos generados por ellos, especialmente aquellos generados por maquinarias flojas, sueltas o excesivamente desgastadas, correas de transmisión en mal estado y escapes de vapor o aire comprimido, así como ruidos innecesarios y susceptibles de evitarse.

En sus Artículos 7, 12 y 14 el Decreto hace referencia a las normas y controles que deben aplicarse en cuanto a (1) Los ruidos producidos por las industrias y comercios vecinos a

residencias o habitaciones, (2) Los ruidos en áreas residenciales o de habitación, (3) Espacios públicos, (4) Ambientes laborales y (5) Ruidos generados por actividades temporales. Los niveles sonoros máximos permitidos, de carácter continuo, para las áreas mencionadas anteriormente se encuentran en un rango de 50 a 85 decibeles.

2.7.7 Desechos y Desechos Peligrosos

Decreto Ejecutivo No. 111, de 23 de junio de 1999, Reglamento APRA la gestión y manejo de los desechos procedentes de los establecimientos de salud. MINSA

Esta ley regula todo lo relacionado a la gestión y manejo de los desechos sólidos generados en establecimientos de salud humana o animal, públicos y privados, a fin de proteger la salud de las personas y de medio ambiente. Entre los establecimientos de salud se incluye hospitales, clínicas, dispensarios, centros médicos, odontológicos, centros de salud, policlínicas, clínicas y casas psiquiátricas, clínicas y casa geriátricas, y otras especialidades del sector público y privado; institutos autónomos relacionados con la salud; laboratorios clínicos, laboratorios bioquímicos y de biotecnología del sector público y privado; departamentos de anatomía patológica, morgues y funerales y casas de cremación; consultorios, clínicas, hospitales y laboratorios veterinarios; centros de investigación biomédicas, biotecnología y genética; empresas de recolección, transporte, tratamiento, disposición final de los desechos; y cualquier otro establecimiento que determine el Ministerio de Salud.

Ley No. 8 del 7 de junio de 1991, por la cual se prohíbe la importación de desechos tóxicos o contaminantes al territorio de la República de Panamá. MICI

Esta Ley prohíbe la importación de cualquier forma de desechos tóxicos o contaminantes al territorio Nacional. Se determina la aplicación de sanciones a quienes violen la presente ley e incurran en el tráfico ilícito definido en el Convenio de Basilea. Las violaciones a esta ley incluyen sanciones con pena de prisión de uno a tres años y multas de cinco mil a veinte mil balboas, sin perjuicio de las indemnizaciones que correspondan y la obligación de la devolución de los desechos tóxicos o contaminantes al país de origen. Se considera desechos tóxicos o contaminantes, toda sustancia radioactiva o no, o elementos de efecto inmediato o retardado, capaz de ocasionar trastornos a la salud de los seres humano, a cualquier tipo de vida animal o vegetal, o de producir efectos nocivos al balance ecológico del país.

Ley No. 2 del 20 de marzo de 1986, por la cual se establece el sistema nacional de medición de las características y componentes de los insumos agropecuarios. Prohíbe el uso de productos químicos en Panamá cuyo empleo haya sido prohibido en otros países por razones de su toxicidad a humanos. MIDA

La presente ley prohíbe en el territorio nacional, el uso de aquellos productos químicos utilizados en la producción agrícola, cuyo empleo haya sido prohibido en otros países por su toxicidad y previo análisis de la Dirección de Sanidad Vegetal y Cuarentena Agropecuaria, resulten perjudiciales para la salud humana. Son áreas especiales para el desarrollo de agroindustrias Bocas del Toro, Darién y los Distritos de Soná y Chepo, los cuales están amparados por los beneficios especiales otorgados a la industria nacional y a las exportaciones.

Ley 28 del 26 de diciembre de 1990, por la cual se modifica al artículo 9 de la ley 2 del 20 marzo de 1986, sobre la regulación del uso de los plaguicidas. MIDA

La modificación al Artículo 9 de la Ley 2 de 20 de marzo de 1986, determina que “el Ministerio de Desarrollo Agropecuario, salvo a lo dispuesto en la legislación sanitaria, por iniciativa propia o por recomendación de la Comisión Técnica Interinstitucional, la cual estará conformada por el Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Ministerio de Salud e Instituto de Investigación Agropecuaria sobre agroquímicos, prohibirá restringirá, limitará y reglamentará la importación manufactura, transporte, distribución, venta y uso de agroquímicos en la actividad agropecuaria en la República de Panamá”.

Resolución No. 50, del Ministerio de Salud, de 23 de julio de 1999, Reglamento Sanitario para el Manejo, Almacenamiento y Transporte de Asbesto en la República de Panamá.

Esta ley establece las directrices higiénico-sanitarias regulatorias de las actividades de manejo, transporte y almacenamiento del asbesto en todo el territorio nacional. Entendemos por asbesto como el grupo de mineral de silicatos, en general Magnesio, de características fibrosas, usados en la industria por su resistencia a la tracción, a los ácidos y al fuego, así como su flexibilidad. Prevenir el riesgo por exposición a esta sustancia en el ambiente laboral y sus efectos perjudiciales para la salud de los trabajadores. Prohíbe la utilización de cualquier variedad de asbesto en operaciones que usen métodos de proyección.

Decreto Ejecutivo No. 197 del 19 de agosto de 1996, por el cual se crea la red nacional de residuos sólidos. MINSA

Esta Ley crea la red nacional de residuos sólidos, conformada por las siguientes instituciones: El Ministerio de Salud (quien lo preside), el Ministerio de Educación, el Ministerio de Gobierno y Justicia, el Ministerio de Planificación y Política Económica, el Ministerio de Vivienda, la Dirección Metropolitana de Aseo, el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales, la Comisión Nacional de Medio Ambiente, el Instituto de Recursos Naturales Renovables, el Ministerio de Comercio e Industrias, la Universidad de Panamá, un representante por las Universidades Privadas, la Asociación de Municipalidades Panameñas, un representante por cada Organización No Gubernamental Ambientalista y de la Asociación de Empresa Privada, que expresamente manifiesten su interés en participar en la Red.

Las funciones de estas instituciones se resumen en lograr el intercambio, difusión y contribución permanente de conocimientos y experiencias en el manejo ambiental de residuos; estimular y contribuir al manejo ambiental de los residuos; coordinar los esfuerzos de acción conjunta entre el ente Controlador (Gobierno), los generadores de residuos (industrias, sector público y comunal) e instituciones relacionadas con el manejo de residuos; orientar investigaciones en relación con el manejo de residuos que promuevan la realización de proyectos; coordinar y promover los sistemas y servicios de información relacionados con el tema en especial; apoyar las acciones educativas formales e informales sobre el tema; formular un presupuesto anual para las actividades de la Red; aprobar su reglamento; otras funciones que el Ministerio de Salud expresamente ordene.

Ley No. 13 del 21 de abril de 1995, por medio de la cual se aprueba el acuerdo Regional sobre el Movimiento Transfronterizos de Desechos Peligrosos. MICI

Se definen Desechos Peligrosos como aquellas sustancias incluidas en cualquiera de las categorías del Anexo I o con las características del Anexo II, de este acuerdo así como las sustancias consideradas como tales según las leyes del Estado Exportador, Importador o de Tránsito y las sustancias peligrosas prohibidas o con registros de inscripción rechazados o cancelados por reglamentación gubernamental. Se entiende por Movimiento Transfronterizo como el movimiento de desechos peligrosos desde un área bajo jurisdicción nacional de cualquier Estado hacia o a través de un área bajo la jurisdicción nacional de otro estado, o hacia o a través de un área que no se encuentre bajo la jurisdicción nacional de otro Estado, siempre y cuando el movimiento comprenda por lo menos a dos Estados.

Esta Ley Prohíbe Importar Desechos Peligrosos, en función del Acuerdo firmado por los países Centroamericanos, los cuales tomarán las medidas legales, administrativas u otras, para prohibir dentro de las áreas bajo su jurisdicción, la importación y tránsito de desechos peligrosos hacia Centro América desde países que no forman parte de este Acuerdo. Las Partes en este Acuerdo, tampoco permitirán la exportación de estos desechos a Estados que hayan prohibido su importación, según sus legislaciones internas o acuerdos internacionales suscritos al respecto o si consideran que no se realizará un manejo ambientalmente saludable de dichos desechos, en función de lo establecido por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Ley No. 32 del 28 de mayo de 1998, por medio de la cual se aprueba la enmienda al Convenio de Basilea sobre control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos. MICI

Esta ley le inserta un nuevo párrafo que dice “reconociendo que los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos, especialmente hacia los países en desarrollo, encierran un alto riesgo de no constituir el manejo ambientalmente racional y eficiente de los desechos peligrosos que se preceptúa en el Convenio. También se señala que cada una de las partes enumeradas en el Anexo VII deberá prohibir todo movimiento transfronterizo de desechos peligrosos que estén destinados a las operaciones previstas en el Anexo IV A, hacia los Estados no enumerados en el Anexo VII. Cada una de las partes deberá interrumpir gradualmente hasta el 31 de diciembre de 1997 y prohibir desde esa fecha en adelante todos los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos contemplados en el apartado a) del inciso i) del artículo 1 del Convenio que estén destinados a las operaciones previstas en el Anexo IV B hacia los Estados sólo enumerados en el Anexo VII. Dicho movimiento transfronterizo sólo quedará prohibido si los desechos de que se trata han sido caracterizados como peligrosos con arreglo a lo dispuesto en el Convenio. Incluyen en el Anexo VII: Partes y otros Estados que sean miembros de la OCDE y de la CE y Liechtenstein.”

2.7.8 Seguridad

Ley 48, de 31 de enero de 1963, Reformada por la Ley 21, de 18 de octubre de 1982 Crea la oficina de Seguridad adscrita al Cuerpo de Bomberos de Panamá

Esta oficina tiene la tarea y obligación de velar y garantizar por que todo tipo de instalaciones y construcciones (habitationales, comerciales, industriales, portuarias, etc.) sean construidas bajo las normas de seguridad existentes. Corresponde a esta institución otorgar los permisos

pertinentes, una vez que el promotor haya cumplido a satisfacción con las normas de seguridad para que pueda proceder al desarrollo del proyecto en cuestión.

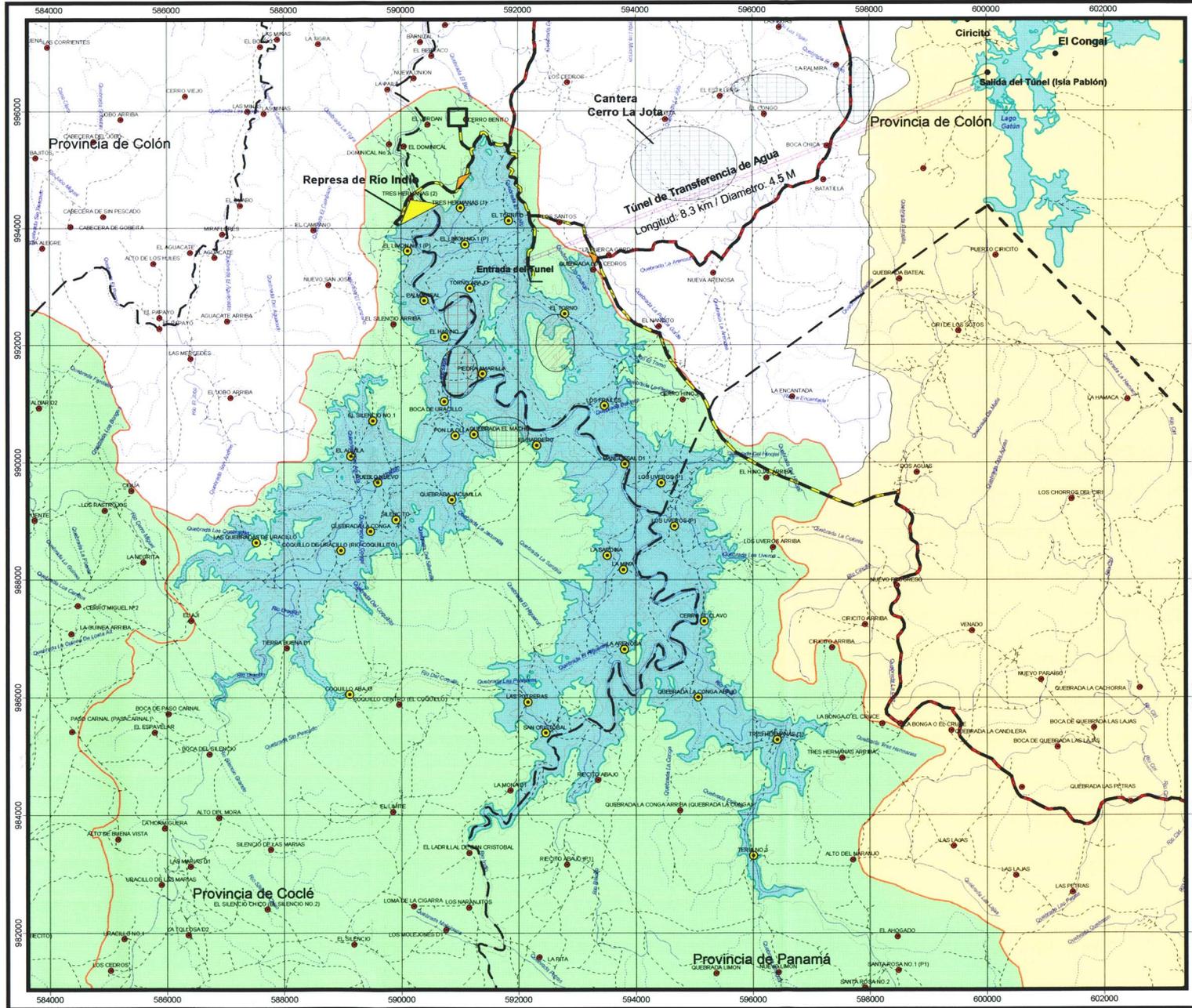
Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 44-2000, Higiene y Seguridad. Condiciones de higiene y seguridad en ambientes de trabajo donde se genere ruido. MICI

Dicho Reglamento establece, las medidas para mejorar las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido que por sus características, niveles y tiempo de exposición sean capaces de alterar la salud de los trabajadores; así como la correlación entre los niveles máximos permisibles de ruido y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo. Este Reglamento es aplicable a toda persona natural o jurídica, pública o privada que en cuyo centro de trabajo se generen o transmitan ruidos capaces de alterar la salud de los trabajadores.

En su Sección 3, se hace referencia a que los propietarios de los establecimientos deberán registrarse por las medidas fijadas por el Ministerio de Salud para evitar y corregir los efectos adversos y molestias ocasionadas por la exposición a ruidos. También hace mención que no se permitirá en ningún período de tiempo, exposiciones a ruidos que excedan los 130 decibeles, si no cuentan con equipo de protección. Por su parte, la Sección 4 se refiere a los deberes que debe tener el empleador con relación a los daños a la salud originados por ruido, a las características del ruido y sus componentes de frecuencia; además deben suministrar a sus trabajadores los equipos de protección personal sin costo alguno y mantener actualizado el expediente de registro de los niveles sonoros para ser mostrado a las autoridades del Ministerio de Salud si así lo requieren.

Reglamento técnico DGNTI-COPANIT 45-2000 “Higiene y seguridad Industrial Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se Genere Vibraciones”. MICI

Este reglamento establece las medidas para proteger la salud de los trabajadores y mejorar las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajos donde se generen o transmitan vibraciones que por su nivel de transmisión y tiempo de exposición sean capaces de alterar la salud de los trabajadores, así como establecer la correlación entre los niveles máximos permisibles de vibraciones y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo. Los propietarios de dichos establecimientos deben efectuar y adoptar, en los plazos fijados por el Ministerio de Salud y autoridades competentes, las medidas necesarias para corregir los efectos adversos y molestias ocasionadas por la exposición a vibraciones en los centros de trabajo. La construcción, instalación, importación y el mantenimiento de los equipos, herramientas y maquinarias de trabajo cumplirán con lo establecido en este reglamento.



EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIRIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC

OPCIÓN 1: RÍO INDIRIO 80-40

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

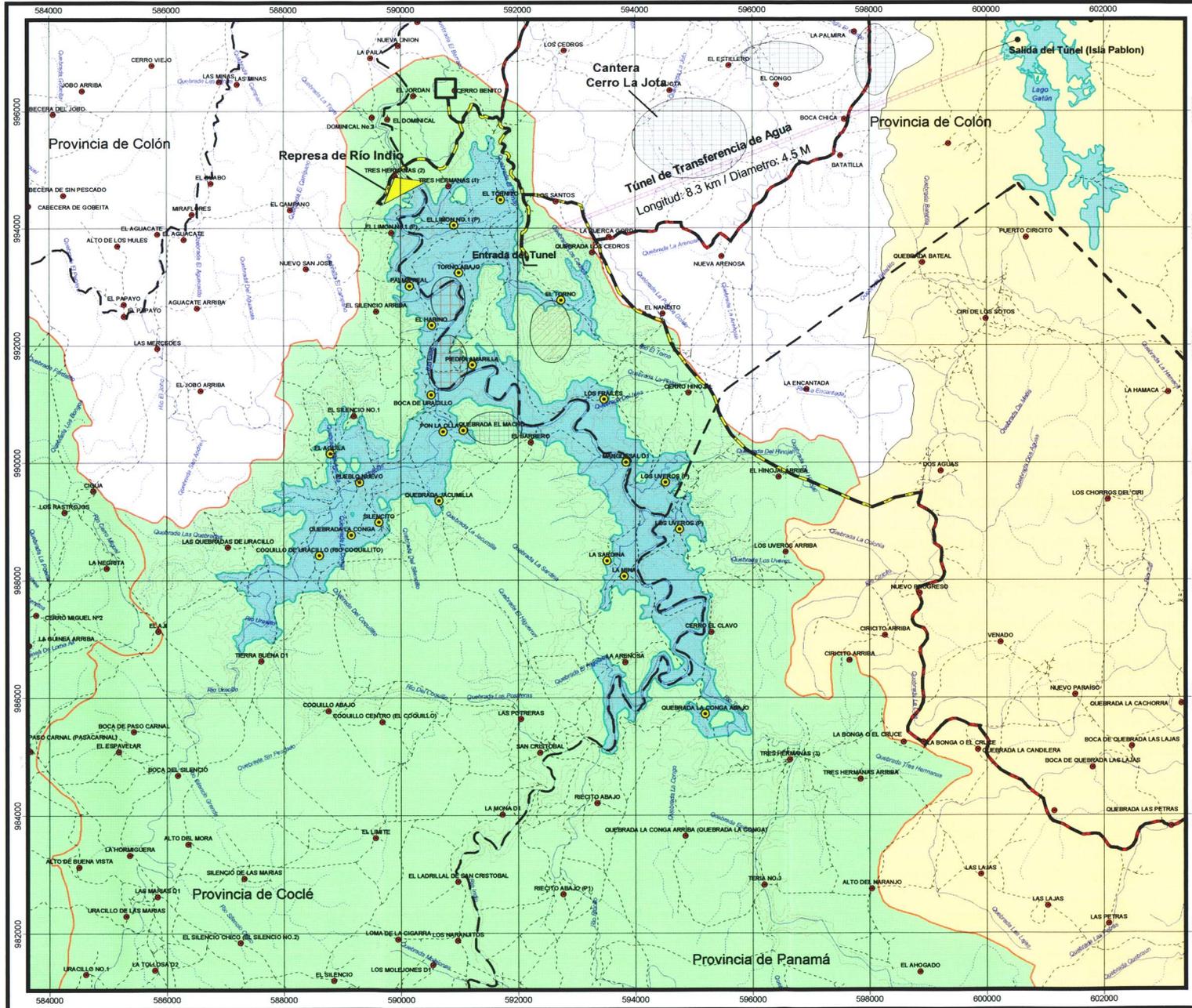
ACP AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

- LEYENDA**
- Represa
 - Diques Auxiliares
 - Campamento
 - Poblados dentro del Embalse
 - Poblados fuera del Embalse
 - Túnel de Transferencia Río Indio - Lago Gatún
 - Límite Provincial
 - Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
 - Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
 - Caminos Existentes
 - Ríos Principales y Secundarios
 - Quebradas
 - Curvas de Nivel
 - Límites de las Subcuencas de la ROCC
 - Embalse Indio 80-40 m
 - Depósitos Aluviales
 - Área de Préstamo de Material
 - Cantera de Piedra Arenisca
 - Cuenca Occidental
 - Cuenca Oriental

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.



ESC. 1:65,000 Figura N° 2-1



EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC

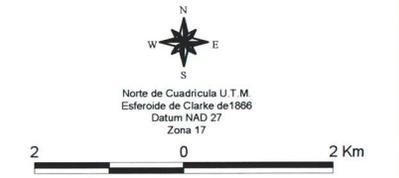
OPCIÓN 2: RÍO INDO 45-40

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

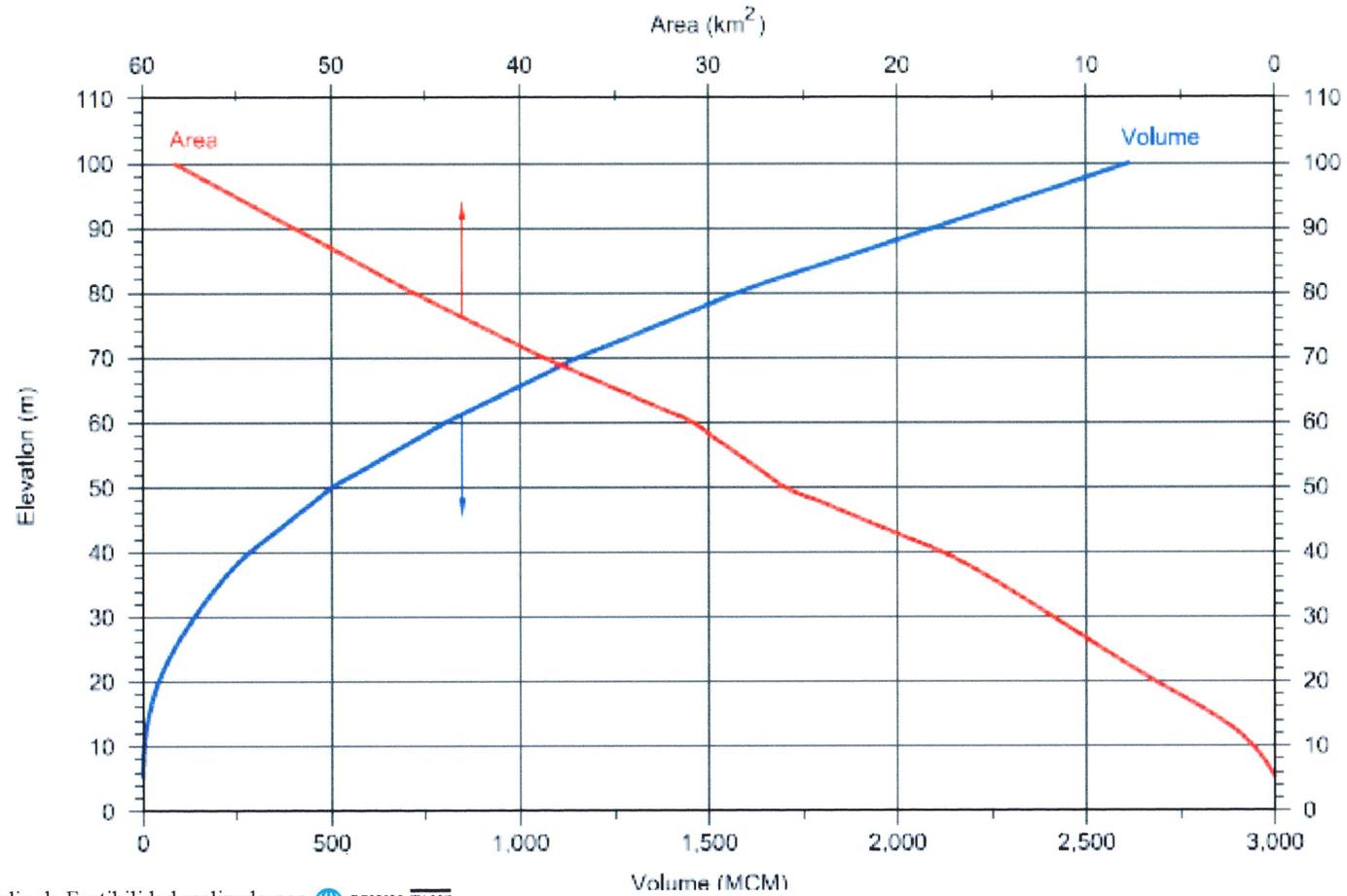
ACP AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

- LEYENDA**
- Represa
 - Campamento
 - Poblados dentro del Embalse
 - Poblados fuera del Embalse
 - Túnel de Transferencia Río Indio - Lago Gatún
 - Límite Provincial
 - Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
 - Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
 - Caminos Existentes
 - Ríos Principales y Secundarios
 - Quebradas
 - Curvas de Nivel
 - Límites de las Subcuencas de la ROCC
 - Embalse Indio 45-40 m
 - Depósitos Aluviales
 - Área de Préstamo de Material
 - Cantera de Piedra Arenisca
 - Cuenca Occidental
 - Cuenca Oriental

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.



RÍO INDIO RESERVOIR
ELEVATION-AREA-VOLUME CURVE

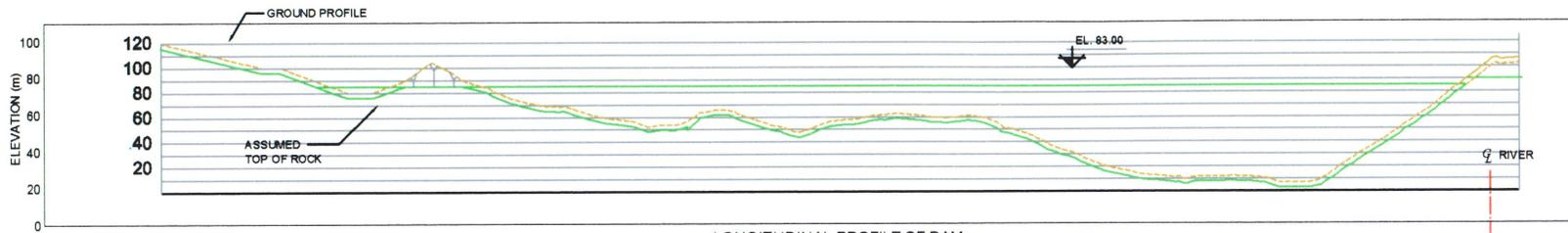


Fuente: Estudio de Factibilidad realizado por MWH TAMS

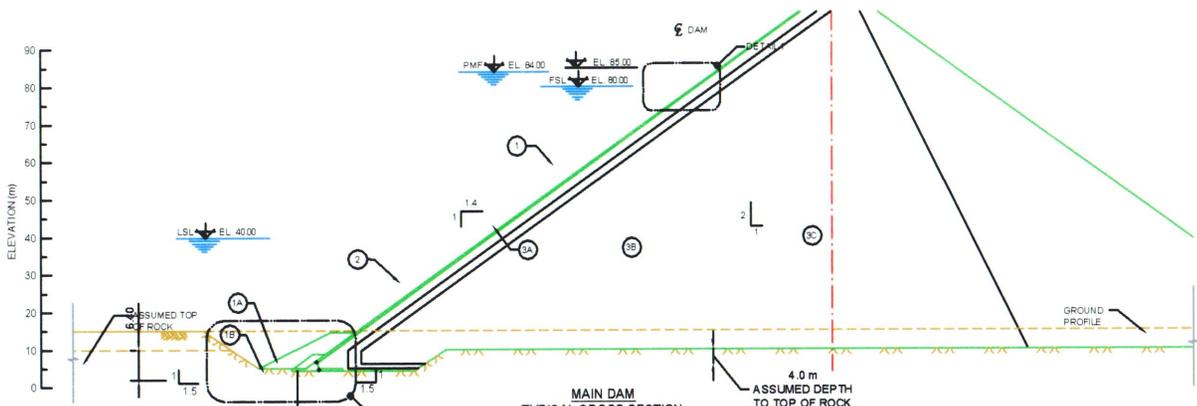
Evaluación Ambiental de las Opciones
de Agua en las Cuencas de los Ríos Indio,
Caño Sucio y Toabré



Figura 2-3
CURVA DE ÁREA, VOLUMEN Y ELEVACIÓN
EMBALSE RÍO INDIO



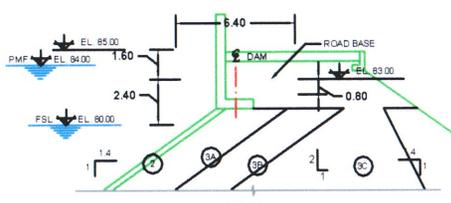
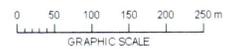
LONGITUDINAL PROFILE OF DAM
(LOOKING DOWNSTREAM)



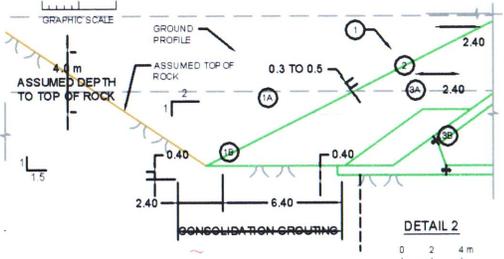
MAIN DAM
TYPICAL CROSS SECTION

LEGEND:

- ① CONCRETE FACE SLAB
- ①A MISCELLANEOUS FILL
- ①B SILTY SAND
- ② FILTER
- ③A FINE ROCKFILL
- ③B ROCKFILL
- ③C COARSE ROCKFILL



DETAIL 1
GRAPHIC SCALE



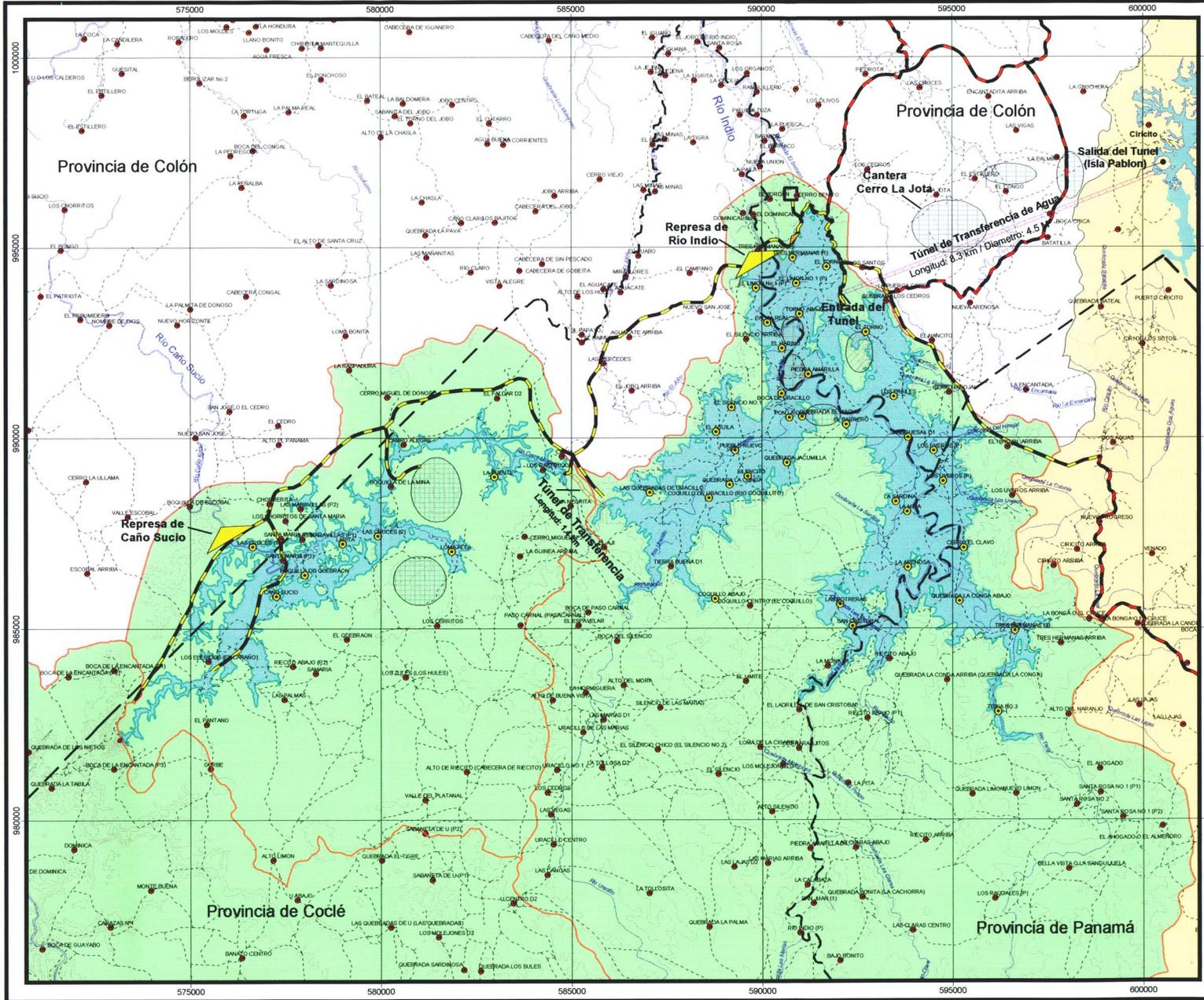
DETAIL 2
GRAPHIC SCALE

Fuente: Estudio de Factibilidad realizado por URS

Evaluación Ambiental de las Opciones
de Aguas en las Cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré



Figura 2-4
Perfil Longitudinal y Sección Transversal Típico
Presa de Río Indio



EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC

OPCIÓN 5: CAÑO SUCIO 100-90 - INDIO 80-40

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

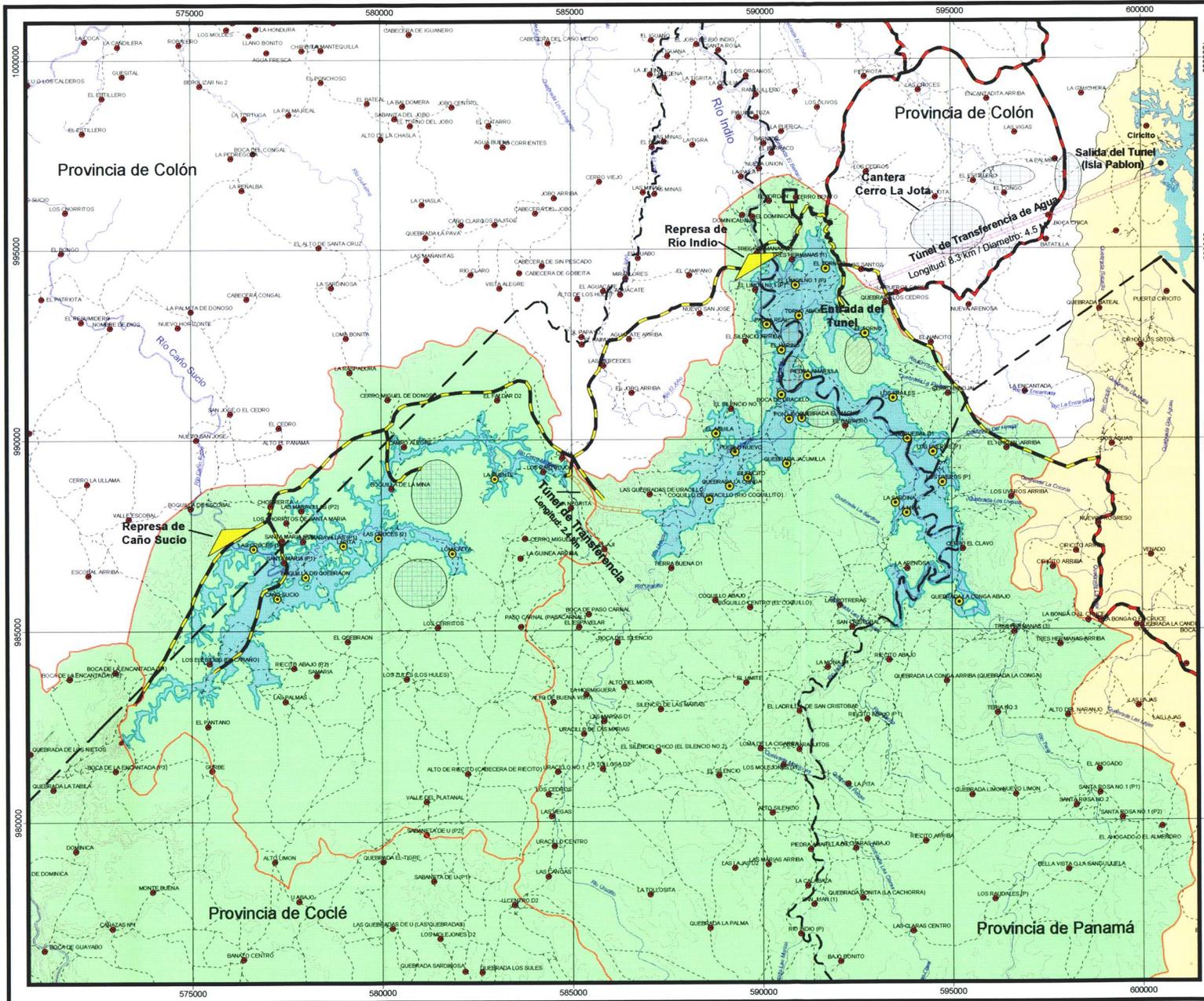
ACP AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

- LEYENDA**
- Represas
 - Diques Auxiliares
 - Campamento
 - Poblados dentro del Embalse
 - Poblados fuera del Embalse
 - Túnel de Transferencia Río Indio - Lago Gatún
 - Túnel de Transferencia Caño Sucio - Río Indio
 - Limite Provincial
 - Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
 - Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
 - Caminos Existentes
 - Ríos Principales y Secundarios
 - Curvas de Nivel
 - Límites de las Subcuencas de la ROCC
 - Embalses Caño Sucio 100-90, Indio 80-40
 - Depósitos Aluviales
 - Área de Préstamo de Material
 - Cantera de Piedra Arenisca
 - Cuenca Occidental
 - Cuenca Oriental

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.



ESC. 1:100,000 Figura N° 2-5



EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC
OPCIÓN 6: CAÑO SUCIO 100-90 - INDIO 45-40
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

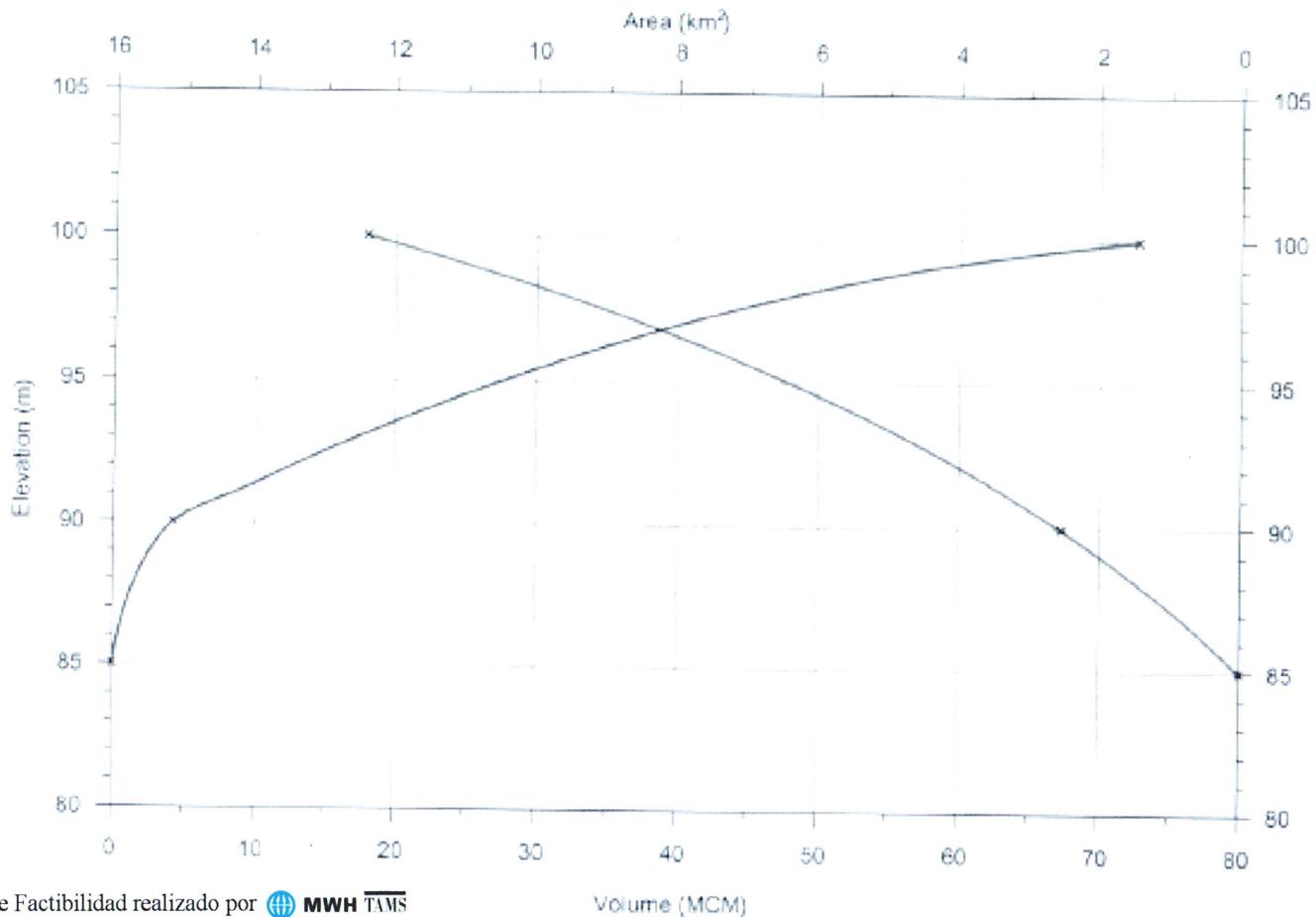


- LEYENDA**
- Represas
 - Campamento
 - Poblados dentro del Embalse
 - Poblados fuera del Embalse
 - Túnel de Transferencia Río Indio - Lago Gatún
 - Túnel de Transferencia Caño Sucio - Río Indio
 - Limite Provincial
 - Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
 - Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
 - Caminos Existentes
 - Ríos Principales y Secundarios
 - Curvas de Nivel
 - Límites de las Subcuencas de la ROCC
 - Embalses Caño Sucio 100-90, Indio 45-40
 - Depósitos Aluviales
 - Área de Préstamo de Material
 - Cantera de Piedra Arenisca
 - Cuenca Occidental
 - Cuenca Oriental

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.



Caño Sucio Reservoir Elevation-Area-Volume Curve

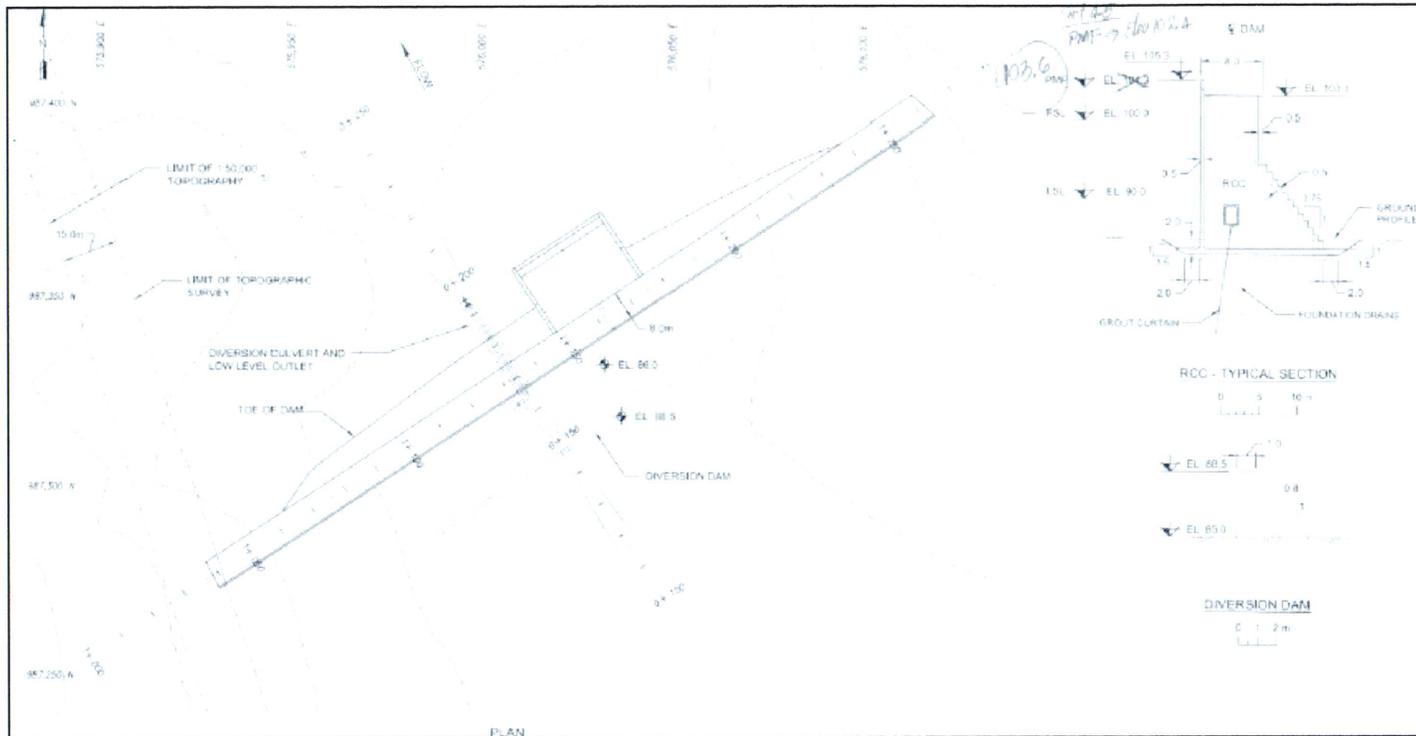


Fuente: Estudio de Factibilidad realizado por MWH TAMS

**Evaluación Ambiental de las Opciones
de Agua en las Cuencas de los Ríos Indio,
Caño Sucio y Toabré**



Figura 2-7
**CURVA DE ÁREA, VOLUMEN Y ELEVACIÓN
EMBALSE CAÑO SUCIO**

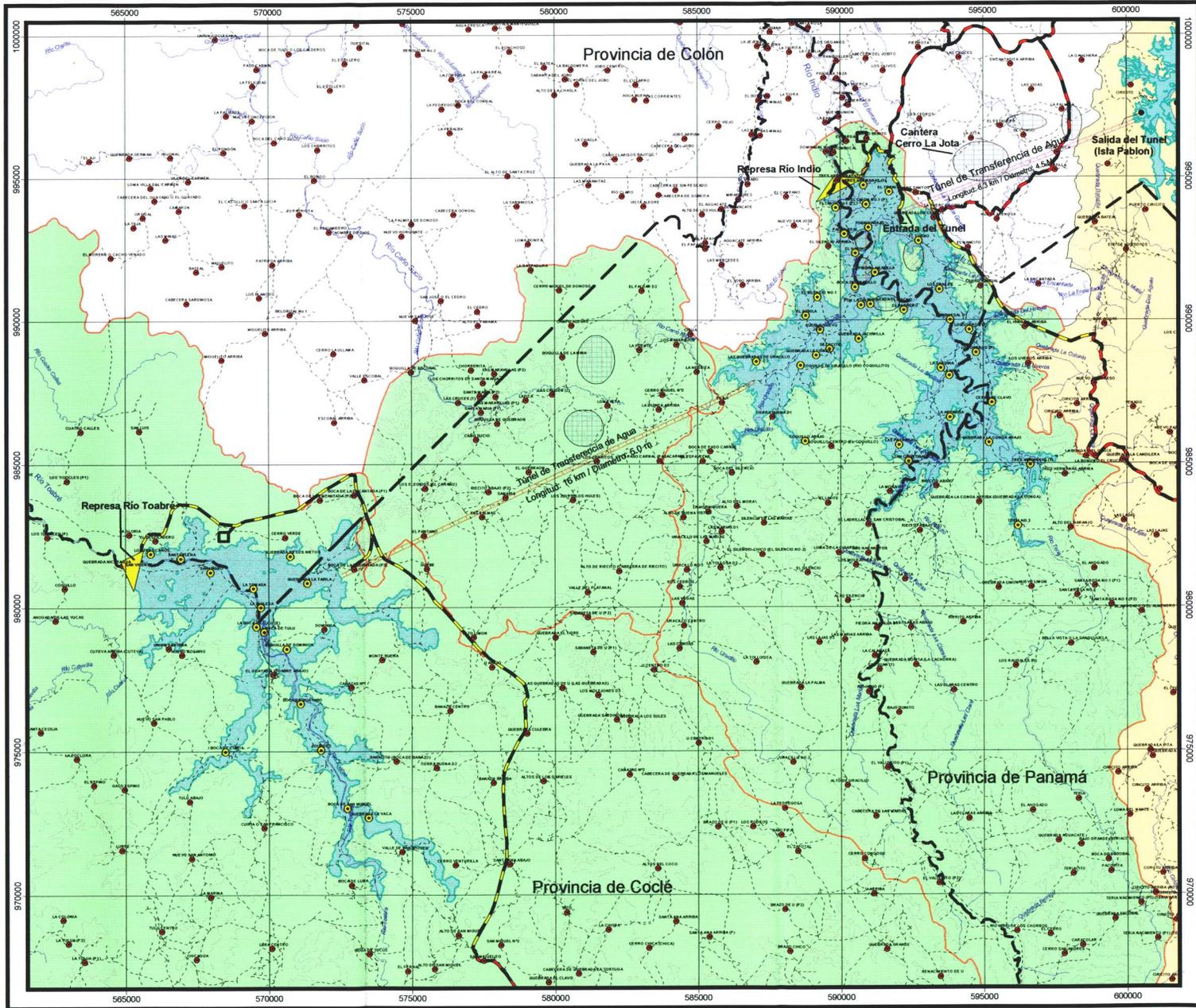


Fuente: Estudio de Factibilidad realizado por MWH TAMS

Evaluación Ambiental de las Opciones de Agua en las Cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré

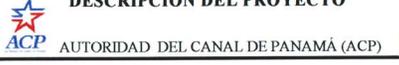


Figura 2-8
PERFIL Y SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA PRESA DEL RÍO CAÑO SUCIO



EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC

OPCIÓN 7: TOABRÉ 95-50 - INDIO 80-40
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO



LEYENDA

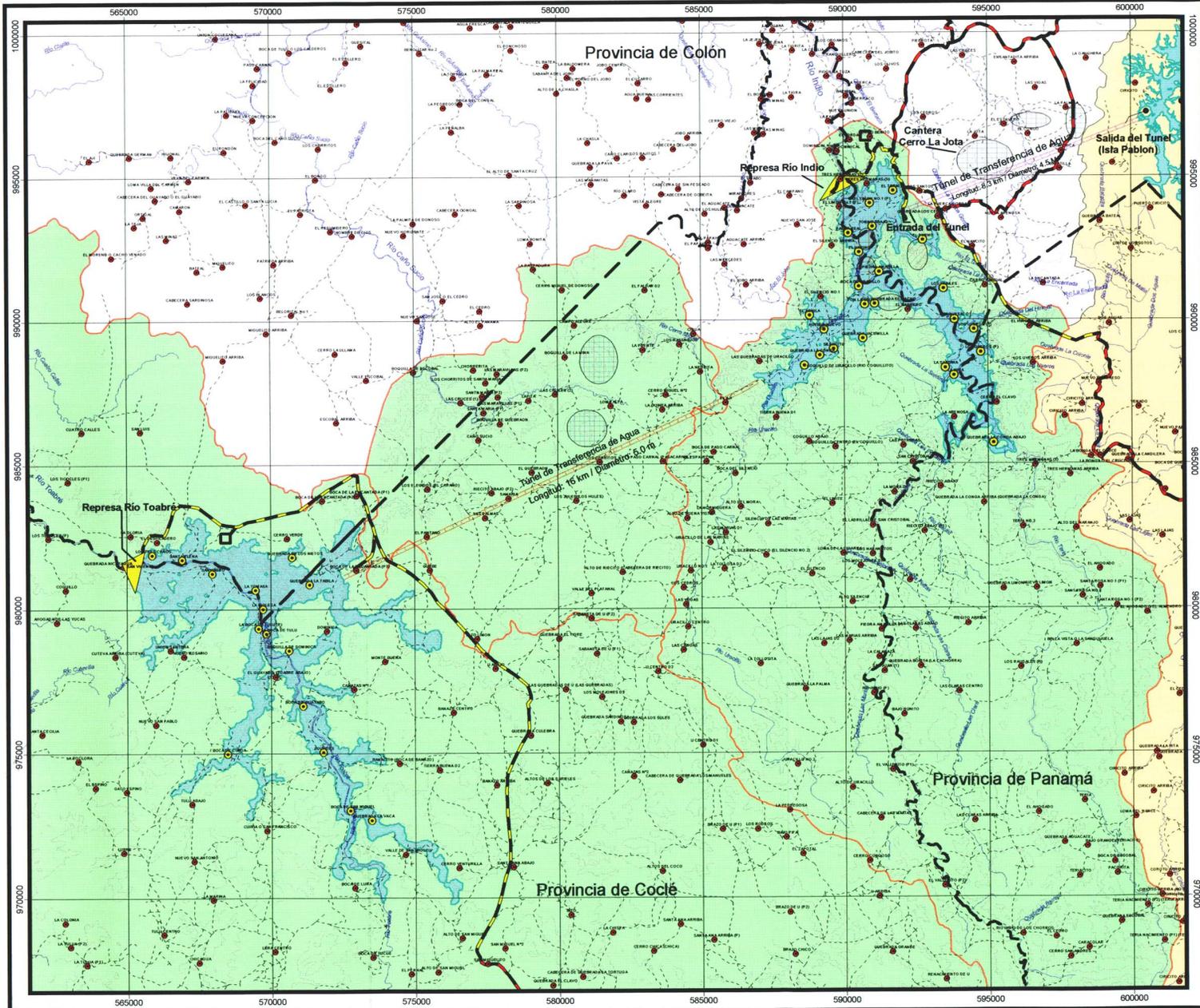
- Represas
- Diques Auxiliares
- Campamento
- Poblados dentro del Embalse
- Poblados fuera del Embalse
- Túnel de Transferencia Río Indio - Lago Gatún
- Túnel de Transferencia Toabré - Río Indio
- Límite Provincial
- Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
- Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
- Caminos Existentes
- Ríos Principales y Secundarios
- Curvas de Nivel
- Límites de las Subcuencas de la ROCC
- Embalses Toabré 95-50 e Indio 80-40
- Depósitos Aluviales
- Área de Préstamo de Material
- Cantera de Piedra Arenisca
- Cuenca Occidental
- Cuenca Oriental

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.



ESC. 1:135,000

Figura N° 2-9



EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC

OPCIÓN 8: TOABRÉ 95-50 - INDIO 45-40
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO



AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

LEYENDA

- Represas
- Campamento
- Poblados dentro del Embalse
- Poblados fuera del Embalse
- Túnel de Transferencia Río Indio - Lago Gatún
- Túnel de Transferencia Toabré - Río Indio
- Límite Provincial
- Caminos Existentes de acceso a los embalses
- Caminos Temporales durante la fase de Construcción
- Caminos Existentes
- Ríos Principales y Secundarios
- Curvas de Nivel
- Límites de las Subcuencas de la ROCC
- Embalses Toabré 95-50 e Indio 45-40
- Depósitos Aluviales
- Área de Préstamo de Material
- Cantera de Piedra Arenisca
- Cuenca Occidental
- Cuenca Oriental

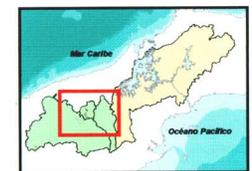
Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.



Norte de Cuadrícula U.T.M.
Esferoide de Clarke de 1866
Datum NAD 27
Zona 17

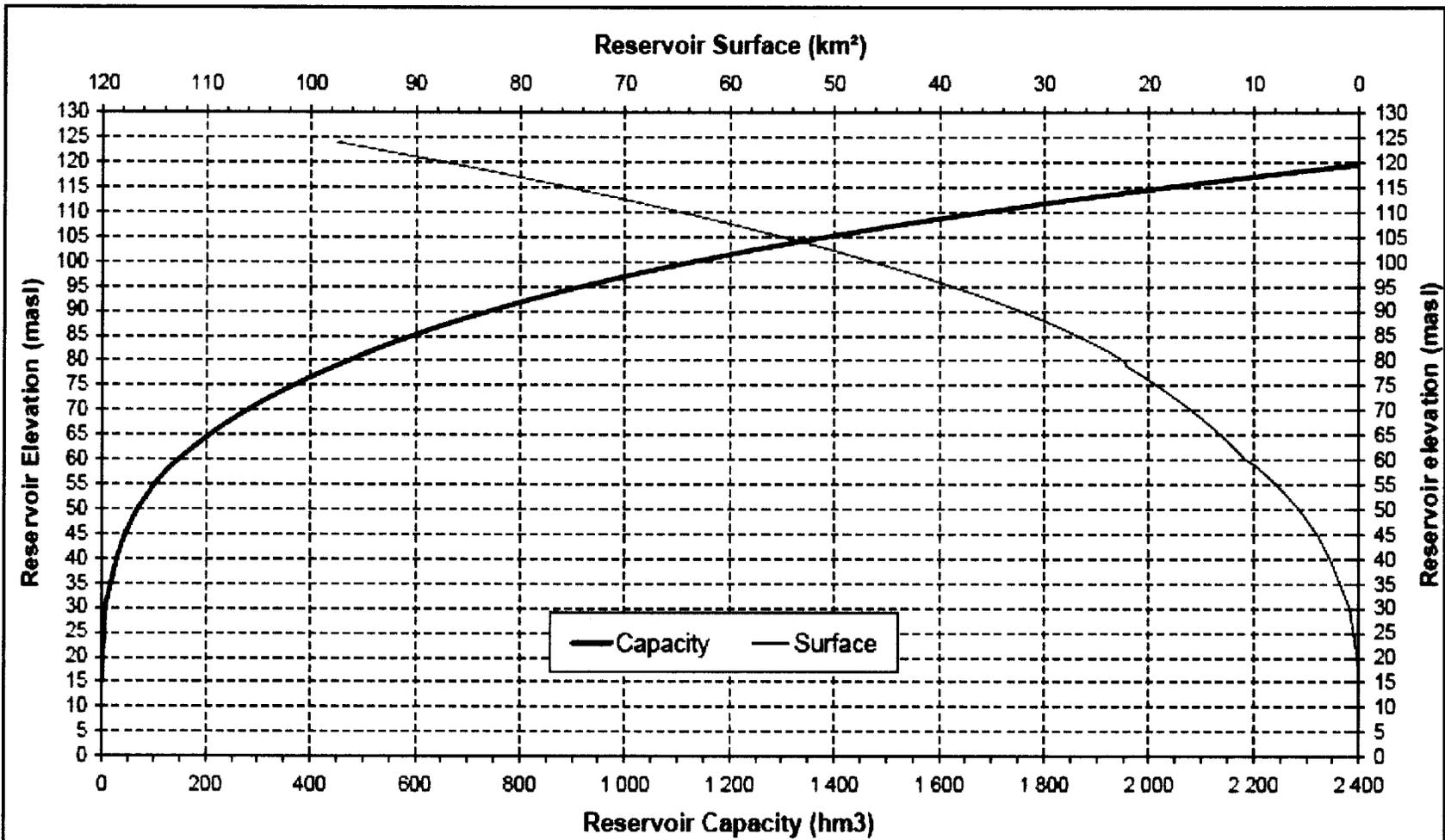


LOCALIZACIÓN REGIONAL



ESC. 1:135,000

Figura N° 2-10



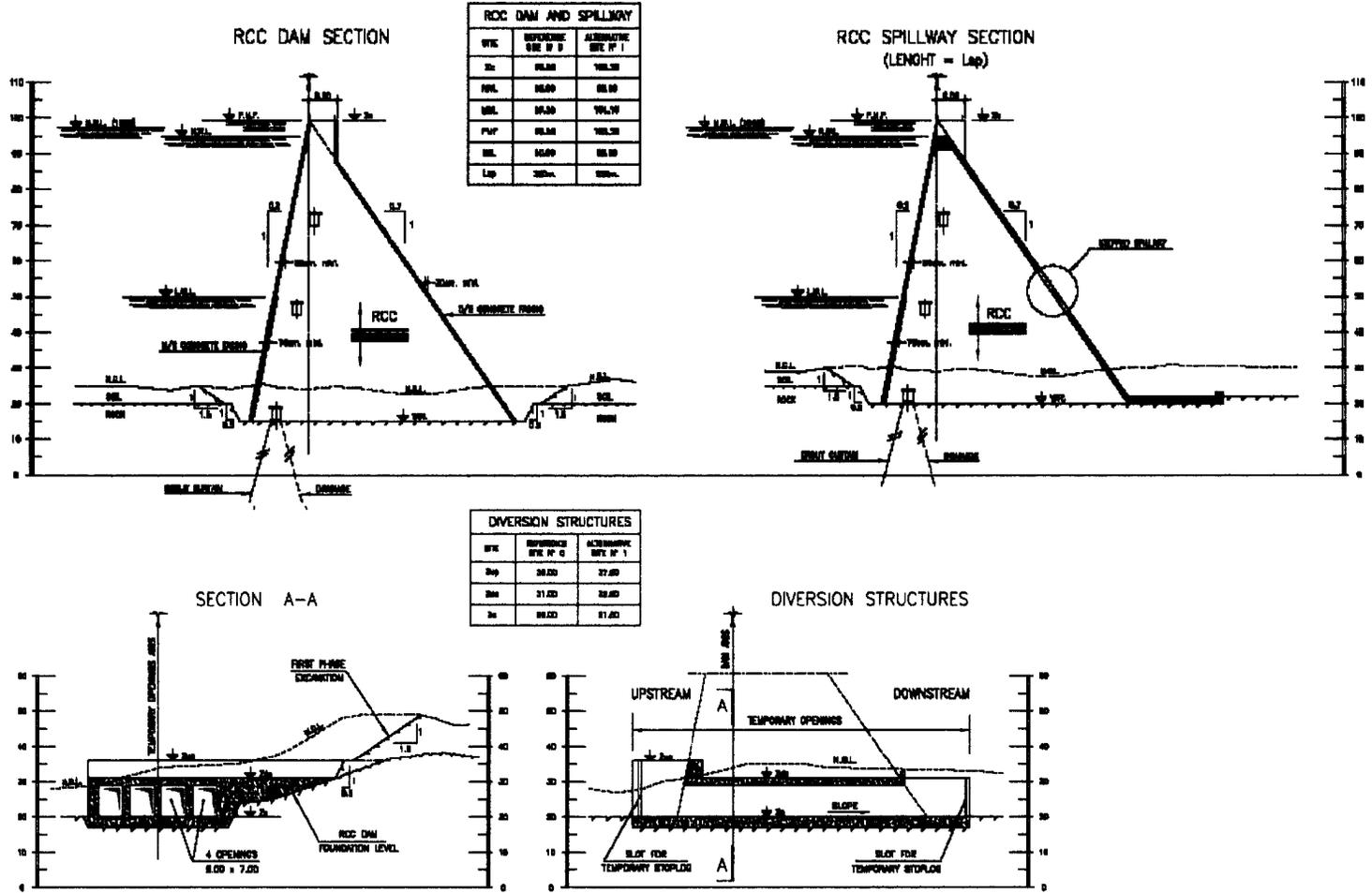
Fuente: Estudio de Factibilidad realizado por  COYNE ET BELLIER
Bureau d'Ingénierie Conjointe
BNAVALBAE - RWAO

Evaluación Ambiental de las Opciones
de Agua en las Cuencas de los Ríos Indio,
Caño Sucio y Toabré

URS

Figura 2-11

CURVA DE ELEVACIÓN/ SUPERFICIE/
CAPACIDAD DE LA CURVA
EMBALSE DE RÍO TOABRÉ

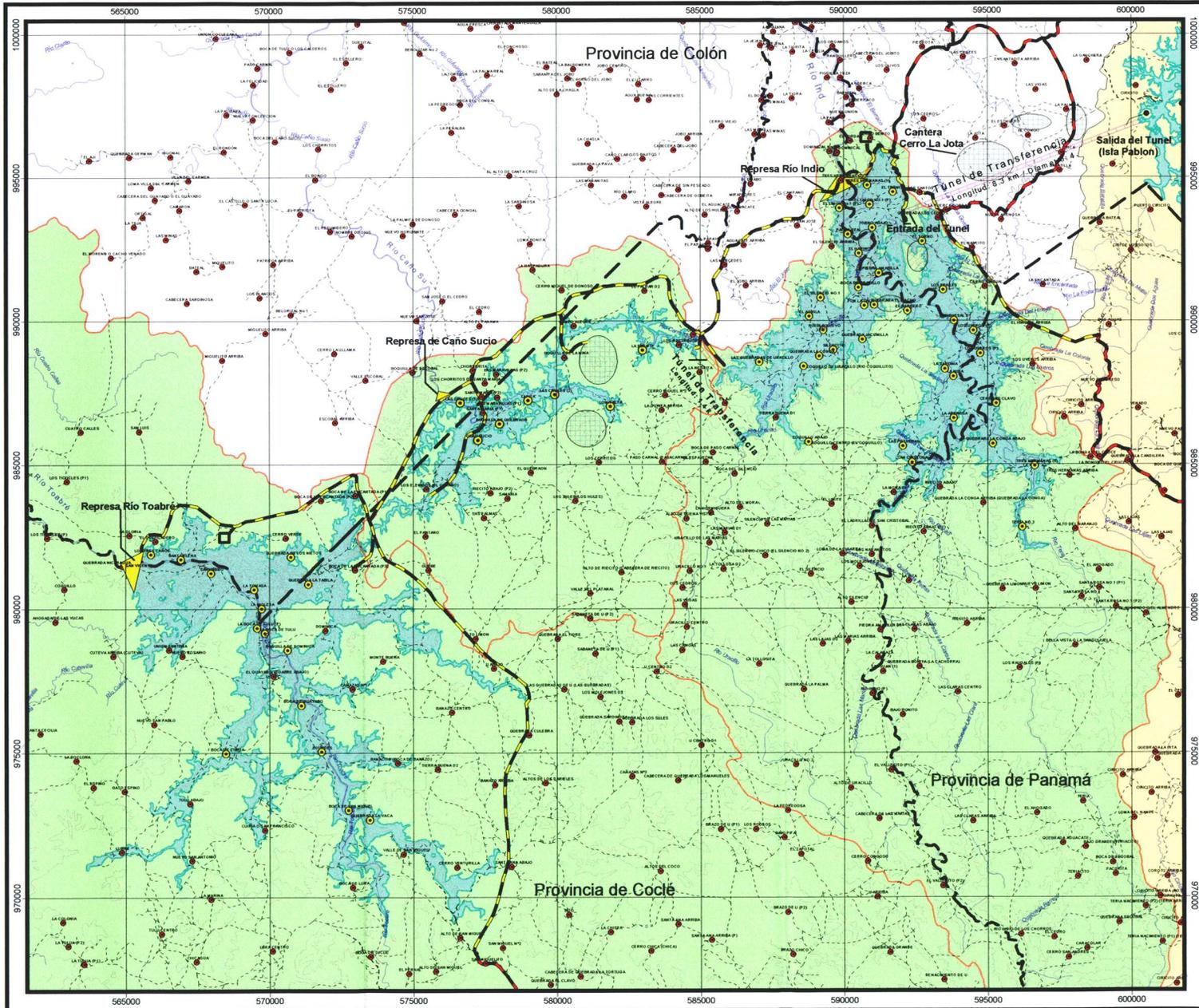


Fuente: Estudio de Factibilidad realizado por COYNE ET BELLIER
Bureau d'Ingenierie Civile
33-Avenue de France

Evaluación Ambiental de las Opciones
de Agua en las Cuencas de los Ríos Indio,
Caño Sucio y Toabré



Figura 2-12
SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA
PRESA DEL RÍO TOABRÉ



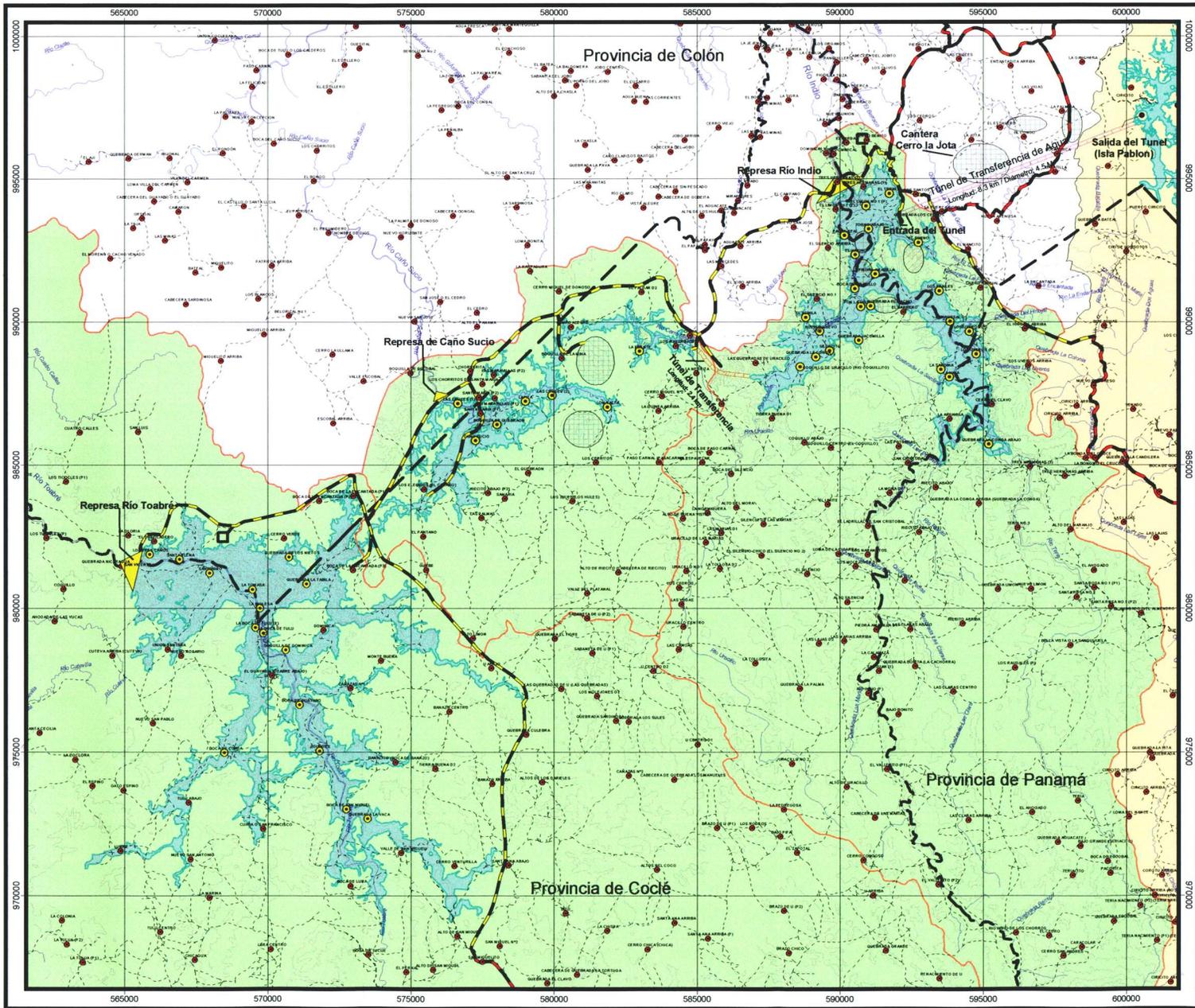
EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC
OPCIÓN 9: TOABRÉ Y CAÑO SUCIO A 100-90 INDIO 80-40

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
 AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

- LEYENDA**
- Represas
 - Diques Auxiliares
 - Campamento
 - Poblados dentro del Embalse
 - Poblados fuera del Embalse
 - Túnel de Transferecia Río Indio - Lago Gatún
 - Túnel de Transferecia Caño Sucio - Río Indio
 - Límite Provincial
 - Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
 - Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
 - Caminos Existentes
 - Ríos Principales y Secundarios
 - Curvas de Nivel
 - Límites de las Subcuencas de la ROCC
 - Embalses Toabré y Caño Sucio 100-90 e Indio 80-40
 - Depósitos Aluviales
 - Área de Préstamo de Material
 - Cantera de Piedra Arenisca
 - Cuenca Occidental
 - Cuenca Oriental

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.





EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC
OPCIÓN 10: TOABRÉ Y CAÑO SUCIO A 100-90 INDIO 45-40

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
 AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

- LEYENDA**
- Represas
 - Campamento
 - Poblados dentro del Embalse
 - Poblados fuera del Embalse
 - Túnel de Transferencia Río Indio - Lago Gatún
 - Túnel de Transferencia Caño Sucio - Río Indio
 - Límite Provincial
 - Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
 - Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
 - Caminos Existentes
 - Ríos Principales y Secundarios
 - Curvas de Nivel
 - Límites de las Subcuencas de la ROCC
 - Embalses Toabré y Caño Sucio 100 -90 e Indio 45-40
 - Depósitos Aluviales
 - Área de Préstamo de Material
 - Cantera de Piedra Arenisca
 - Cuenca Occidental
 - Cuenca Oriental

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.



3.0 CONDICIONES EXISTENTES EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS INDIO, TOABRÉ Y CAÑO SUCIO

La caracterización adecuada de las condiciones existentes de carácter ambiental, social, cultural y económico, así como de las tendencias de estas características son cruciales para el proceso de evaluación ambiental descrito en la introducción de este informe. Por lo tanto, en este capítulo se resume las condiciones existentes en las Subcuencas de los Ríos Indio, Toabré y Caño Sucio y áreas aledañas, que pueden ser influenciadas por el proceso de desarrollo de la opción u opciones que resulten seleccionadas, en caso de que la ACP efectivamente proceda a su ejecución. En esta caracterización se pone énfasis en la valoración de los bienes y servicios ambientales, (agua, suelo, diversidad biológica, aire, precipitación pluvial, topografía, escorrentía superficial, temperatura y basamento geológico, entre otros) y en las modalidades de interacción que las comunidades locales han tenido y tienen actualmente con los mismos dado que esas interacciones constituyen los agentes de cambio dentro del paisaje del área de estudio.

Es conveniente clarificar que en este estudio se realizó muy poco trabajo de campo y por lo tanto la caracterización que aquí se realiza está basada principalmente en la revisión, interpretación y análisis de datos provenientes de fuentes secundarias de información. Entre estas fuentes, la principal es el conjunto de estudios de recopilación de información ambiental, socioeconómica y cultural promovidos recientemente por la ACP, los cuales iniciaron a finales del año 2000 y culminaron en el año 2002.

3.1 Aspectos Generales

Las cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré, forman parte de los sistemas hidrográficos más importantes que se localizan hacia el oeste del Canal de Panamá y el Lago Gatún y forman parte de la ROCC (Figura 3-1). En el caso de Río Indio un 68% aproximadamente del área total del sistema hidrográfico se encuentra dentro de la ROCC. El área que drena Río Indio (cuena) tiene una superficie aproximada de 565 Km² y el área que forma parte de la ROCC es de solamente 386.6 Km². En el caso de Caño Sucio, este es un tributario del Río Miguel de la Borda. El sistema completo del Río Miguel de la Borda drena un área de aproximadamente 550 Km², pero la proporción de la misma dentro de la ROCC es aún más pequeña (18%).

Por el contrario, en el caso del Río Toabré el 100% de su área de drenaje está comprendida dentro de la ROCC. Toabré es en realidad un tributario del Río Coclé del Norte, que se une a este en el sitio conocido como Boca de Toabré. El Río Coclé del Norte el cual drena un área aproximada de 1,725 Km², de los cuales 1,643 Km², o sea el 95% de la misma se encuentra dentro de la ROCC. Por su parte, el Río Toabré drena un área aproximada de 788 Km², lo cual

representa el 48% de la cuenca del Río Coclé del Norte, comprendida dentro de la ROCC. El área del Río Toabré hasta el sitio posible de cierre es de 729 Km², lo cual representa el 93%, aproximadamente, del total.

En conjunto, tomando en cuenta la localización de los posibles puntos de cierre, los tres ríos drenan un área total de 1,235 Km² y tienen una producción media combinada de agua de 2,334 millones de metros cúbicos (MMC) por año. Esta descarga es equivalente a un caudal promedio de 74 metros cúbicos por segundo (MCS), lo cual representa el 40% aproximadamente de la descarga que estos sistemas hidrográficos descargan al Mar Caribe.

El área de mayor interés, que consiste en la sección de las cuenca aguas arriba de los sitios de presa propuestos en cada uno de los tres ríos, y las áreas adyacentes al cauce principal del río aguas debajo de los embalses que se formarían, incluye territorios de tres Provincias de la República de Panamá (Coclé, Colón y Panamá), seis Distritos (Antón, La Pintada, Penonomé, Chagres, Donoso y Capira) y 13 corregimientos.

Geológicamente la parte superior y media de la región se originó por la actividad volcánica durante el Terciario y las partes más bajas de la deposición de sedimentos derivados de estas en épocas más recientes. La topografía es mayoritariamente ondulada y quebrada con un basamento rocoso y afloraciones. La región es calida y lluviosa, especialmente en las partes más altas, lo cual ha dado origen a la lixiviación de los suelos, los cuales son pobres y con muchas restricciones para la agricultura y ganadería tradicional.

En su estado natural los ecosistemas nativos fueron principalmente bosques tropicales perennifolios de gran desarrollo vertical y biomasa. Estimaciones basadas en las condiciones climáticas y edáficas y observaciones puntuales sugieren que el dosel superior del bosque primario en esta región de Panamá debe haber alcanzado los 50-52 metros de altura con una estructura compleja de hasta cuatro niveles de árboles además, de la vegetación del sotobosque.

Sin embargo, se debe hacer notar que por las condiciones de alta pluviosidad y temperatura estos ecosistemas se deben considerar como muy frágiles debido a que el ciclo biogeoquímico de los nutrientes almacena mucho más en la biomasa que en el suelo y las aguas y consecuentemente al quemar o botar la biomasa o perder su calidad o diversidad, se pierden o remueven aceleradamente los nutrientes y la fertilidad natural baja abruptamente. Este es un ciclo muy cerrado de nutrientes con muy pocas entradas de nutrientes adicionales desde el exterior y muy poca exportación de nutrientes, en su estado de clímax. Dado que la alta precipitación y temperatura tienden a remover rápidamente los nutrientes que no están formando

parte de la materia viva, la estrategia evolutiva del sistema consiste en minimizar el período de tiempo que los nutrientes se encuentran en forma inorgánica soluble.

La fragilidad de los sistemas a la deforestación es muy alta porque al eliminarse la vegetación se elimina también la mayoría de los nutrientes. Bajo este escenario, la renovabilidad de algunos bienes y servicios naturales tales como la reposición de nutrientes, la estructura forestal y la diversidad de especies, tanto de flora como de fauna, es lenta. Por esa razón, es una región de vocación forestal y para fines de turismo natural, y de baja productividad para fines agrícolas y pecuarios, que se debería utilizar principalmente para proyectos y actividades relacionadas con la producción de agua de buena calidad para el beneficio nacional o regional, u otros fines productivos tales como conservación, turismo, recreación y el uso y manejo selectivo de la diversidad biológica, dentro de un esquema de protección natural y mejoramiento social.

Sin embargo, actualmente la situación es muy diferente y la mayor parte de los bosques (78%) han sido eliminados. La colonización espontánea, la fragilidad de los ecosistemas y los esquemas de agricultura itinerante por medio de la tumba-roza-quema han empobrecido los ecosistemas a tal grado, que se convierten en pastizales para el uso mayoritario de una ganadería extensiva, que a mediano plazo es también insostenible. Este proceso de empobrecimiento natural conlleva a un empobrecimiento socioeconómico y cultural que se acelera al incrementar la depredación de los bienes y servicios naturales, especialmente cuando en esta región hay gran incidencia de incendios forestales.

Es importante notar que junto con los ecosistemas en proceso de degradación, se empobrecen también los residentes de las comunidades locales. Esta situación ha sido típica de otras partes del trópico húmedo latinoamericano y panameño, cuando campesinos sin tierras se desplazan a zonas húmedas en busca de tierras para sus actividades agrícolas. Consecuentemente, la población de las tres cuencas de interés, al igual que el resto de la ROCC, es muy pobre, con un ingreso promedio menor que la tercera parte del promedio nacional y emigra hacia otras regiones del país en busca de oportunidades para una mejor condición de vida.

Como es de esperar en esta situación, la infraestructura de servicios básicos es muy limitada y el acceso mismo a la mayoría de las comunidades es difícil y costoso. La colonización del área no ha sido planificada sino desordenada y espontánea y se realizó de manera diferente desde el norte y el sur de la cuenca. Desde el norte el proceso dependió mayormente del acceso por el cauce principal de los ríos sus mayores tributarios principalmente durante la época de lluvias, mientras que desde el sur la colonización se realizó principalmente durante la época seca por caminos de penetración desde la carretera panamericana y otras vías secundarias.

En resumen, el proceso histórico de colonización espontánea, no planificada y depredadora de los bienes y servicios naturales de la región ha llevado a la ocupación desorganizada y desarticulada del territorio. Los paisajes existentes en la región muestran los efectos de ese proceso de colonización, ocurrido en parte por la falta de seguridad de la tenencia de la tierra y otros factores políticos y socio – económicos, que se manifiestan en una situación actual de alto empobrecimiento ambiental y social. La tendencia hacia una profundización del empobrecimiento ambiental y social en las cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré, constituye un riesgo para la estabilidad de las opciones de agua en caso de que una o más de estas se llegue a ejecutar.

3.2 Características del Medio Físico

Como se indicara anteriormente se pondrá énfasis en la descripción de las condiciones existentes para aquellos aspectos especialmente relevantes dentro del contexto del desarrollo de las opciones de agua y la evaluación ambiental de las mismas. En este sentido los aspectos geológicos, geomorfológicos y climáticos, la naturaleza y capacidad de uso de los suelos y la manera en que estos se utilizan son importantes porque determinan la cantidad y calidad de agua que se escurre y además porque determinan la estabilidad de las obras civiles necesarias para el aprovechamiento de los recursos hídricos, un bien natural, que interesa a la ACP. Las características más relevantes de estos aspectos se mencionan a continuación.

3.2.1 Geología y Geomorfología

Como se mencionó anteriormente, la parte más antigua de la región es el sector medio superior, que datan del período Terciario hace unos 15 millones de años por levantamientos y acumulación de material volcánico. Mientras que la parte baja (media inferior) es de origen cuaternario (aprox. 3 millones de años) y se formó como resultado de la erosión y sedimentación de partículas provenientes de la parte alta (Coates, 2002).

3.2.1.1 Formaciones Geológicas

La mayor parte de la ROCC, está emplazada sobre formaciones litológicas del Período Terciario Inferior - Superior e Indiferenciado, que se caracterizan por la presencia de rocas de origen sedimentario y volcánico. Tomando en consideración los diferentes niveles altitudinales se puede establecer en base al Mapa Geológico de Panamá, las siguientes formaciones:

- A. En el sector bajo más cerca del mar con alturas que oscilan entre 20 y 49 metros sobre el nivel medio del mar –msnm- se distinguen las formaciones sedimentarias Gatún y Chagres,

que se formaron principalmente durante el Terciario Inferior y Superior. Las rocas predominantes consisten en arenisca, arenisca tobácea, arenisca maciza, lutitas, tobas, conglomerados y arcillita arenosa.

- B. El sector medio, donde la elevación varía entre 50 y 200 msnm, está dominado la formación sedimentaria Gatún y las rocas típicas incluyen arenisca tobácea, lutita tobácea, toba y calizas foraminíferas.
- C. Finalmente, en el sector superior, con elevaciones que están por encima de los 200 msnm, se presentan dos formaciones de origen claramente volcánico:
- La formación Tucué del Grupo Cañazas compuesta por andesitas, basaltos, lavas, brechas, tobas y “plugo”; y
 - La formación Cerro Viejo compuesta por basaltos, andesita, amigdaloides vidriosos y basaltos post-ignimbríticos

De acuerdo a la información geológica disponible, fue posible determinar las formaciones geológicas en el área de las presas y embalses. En el Río Caño Sucio, la presa y el embalse caen en la sección media de la cuenca donde el terreno varía en elevación entre 100 y 200 msnm aproximadamente. De acuerdo a la información geológica existente, el lecho rocoso en el área del embalse consiste mayormente de rocas volcánicas (aproximadamente 85 por ciento) que incluyen andesita, basalto, lavas y otras pertenecientes a la formación Tucué. El resto del área a inundar incluye rocas sedimentarias de la formación Caimito tales como arenisca y lutita tobáceas. El Cuadro 3-1 presenta una distribución aproximada de las formaciones geológicas dentro de los límites de los embalses de Caño Sucio y Toabré, así como en las áreas combinadas de los embalses de Caño Sucio Toabré e Indio que conforman las Opciones 5-10.

De acuerdo al estudio de factibilidad del proyecto Caño Sucio, el lecho rocoso en el sitio de presa propuesto es una arenisca bastante dura y resistente a la erosión, como lo evidencia la formación de unas cascadas que existen aguas abajo del sitio de presa propuesto. Los suelos que cubren el lecho rocoso en el área consisten mayormente de materiales coluviales y suelos residuales, con cantidades mínimas de suelos aluviales. El espesor de suelo varía entre uno a dos metros cerca del nivel del río hasta varios metros en los bancos del río. Se anticipa que el túnel de aproximadamente 1.4 Km. de longitud y 5.5 metros de diámetro que conectaría los embalses de Caño Sucio e Indio atravesará rocas mayormente sedimentarias tales como arenisca, lutita, toba, etc., pertenecientes en su mayoría a la formación Caimito.

Por su parte, el sitio de presa propuesto sobre el Río Toabré está ubicado en la parte baja de la subcuenca a unos 16 Km. aguas arriba de Boca de Toabré, el punto donde el Toabré vierte sus aguas en el Río Coclé del Norte. Los niveles altitudinales en el área de la presa varían entre aproximadamente 20 msnm al nivel del río y 110-120 msnm en la parte superior de los bancos del río.

El lecho rocoso dentro de los límites del embalse de Toabré incluye una combinación de rocas volcánicas de la formación Tucué y rocas sedimentarias de las formaciones Caimito y Río Hato. Como se muestra en el cuadro 3-1, el mapa geológico del área indica una proporción mucho mayor de rocas volcánicas de la formación Tucue dentro de los límites del embalse Toabré. El cuadro también presenta la distribución aproximada de formaciones geológicas en las áreas combinadas de las Opciones 7 y 8, es decir, los embalses combinados de Toabré e Indio.

El estudio de factibilidad del proyecto Toabré reporta que las condiciones geológicas en el sitio de presa propuesto incluyen una secuencia de rocas sedimentarias (probablemente de la formación Caimito) que incluyen margas, calizas margosas, limolitas, areniscas de grano grueso y conglomerados. De acuerdo al mismo estudio, los suelos superficiales en el área consisten mayormente de materiales arcillosos y limosos con un espesor relativamente grande y muy pocos afloramientos de roca. También se observaron muchos indicios de inestabilidad en estos suelos, incluyendo deslizamientos de taludes relativamente grandes a lo largo de ambos bancos del río, así como evidencia de erosión activa.

La presa y el embalse del Río Toabré en las Opciones 9 y 10 son muy similares a las de las Opciones 7 y 8, excepto por los niveles de operación del embalse que variarían entre 100 y 90 msnm. Con un nivel de agua máximo más alto, el embalse Toabré 100-90 en las Opciones 9 y 10 inundará un área mayor que en las Opciones 7 y 8. Otras condiciones en las áreas de la presa y el embalse Toabré 100-90 son similares a las descritas previamente para el componente Toabré 95-50 de las Opciones 7 y 8.

Cuadro 3-1
Formaciones Geológicas en el Área de Influencia Directa de las Opciones de Agua en la Cuenca de Río Indio

FORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	EMBALSE					OPCIONES					
		INDIO 80-40	INDIO 45-40	CAÑO SUCIO 100-90	TOABRÉ 100-90	TOABRÉ 95-50	⁵ CAÑO SUCIO 100-90 / INDIO 80-40	⁶ CAÑO SUCIO 100-90 / INDIO 45-40	⁷ TOABRÉ 95-50 / INDIO 80-40	⁸ TOABRÉ 95-50 / INDIO 45-40	⁹ TOABRÉ 100-90 / CAÑO SUCIO 100-90 / INDIO 80-40	¹⁰ TOABRÉ 100-90 / CAÑO SUCIO 100-90 / INDIO 45-40
Caimito (Sedimentaria)	Arenisca tobácea, lutita tobácea, toba, caliza foraminífera. Miembro Quebrancha	2,846	1,523	209	855	784	3,055	1,732	3,631	2,308	3,909	2,586
Río Hato (Sedimentaria)	Conglomerado, areniscas, lutitas, tobas, areniscas no consolidadas, pómez.	810	349	0	94	38	810	349	849	387	905	443
Tucue (Volcánica)	Andesitas/basaltos, lavas, brechas, tobas y plugs.	754	219	1,146	3,986	2,602	1,900	1,365	3,356	2,821	5,886	5,351
C. El Encanto (Volcánica)	Dacitas, riocitas, ignimbritas, sub-intrusivos, tobas y lavas.	122	3	0	0	0	122	3	122	3	122	3
C. Picacho (Volcánica)	Basaltos/andesita, conglomerados, aluviones, coluviones, lodolitas.	6	0	0	0	0	6	0	6	0	6	0
Total de Hectáreas		4,538	2,094	1,355	4,935	3,425	5,893	3,449	7,964	5,519	10,828	8,383

3.2.1.2 Estructuras Geomorfológicas

De acuerdo al Atlas Nacional de la República de Panamá (edición de 1988), el proceso evolutivo de la corteza terrestre en las cuencas de los Ríos Indio, Toabré y Caño Sucio ha dado lugar a cinco estructuras geomorfológicas diferenciadas:

- **Planicies litorales y costeras bajas menores de 20 msnm.** La mayor parte de este sector se caracteriza por la presencia de sedimentos y rocas volcánicas del Mioceno de la Era Terciaria. Esta es la región más reciente de deposición en la que los procesos geomorfológicos han creado, playas, médanos, deltas, planicies costeras aluviales e inundables y algunos manglares, que demuestran procesos activos de erosión/sedimentación en la cuenca, los cuales pueden aumentarse como consecuencia de la deforestación.
- **Cerros y colinas bajas.** En la Región se distingue un vasto complejo de cerros y colinas bajas, con elevaciones que oscilan entre aproximadamente 20 y 200 msnm. La mayor parte de estos cerros y colinas se presentan con una topografía muy moldeada, con pendientes poco pronunciadas; se trata de terrenos del Terciario Inferior- Superior e Indiferenciado.
- **Montañas medias y bajas.** Conformada por montañas originadas durante el Terciario Indiferenciado, cuyas alturas que oscilan entre aproximadamente 200 y 400 msnm y cuyas pendientes varían entre medianas y fuertemente inclinadas
- **Montañas Altas.** Esta sección se formó durante el Terciario Indiferenciado, y se caracteriza por montañas cuyas alturas oscilan aproximadamente entre 400 m y 600 msnm.
- **Picos y cimas de montañas altas.** Son áreas con las rocas más resistentes a los procesos de erosión y meteorización, que también se formaron durante el Terciario Indiferenciado. La más notable elevación de este grupo es el cerro Gaital.

3.2.1.3 Sismicidad y Tectonismo

La actividad tectónica en la región sur de América Central está predominantemente determinada por la interacción de las placas de Nazca, Cocos y las Placas de Centro y Sur América. El vulcanismo y la sismicidad son fuertemente influenciados por el movimiento relativo de las

mismas. Aunque el país está localizado en el borde sureste de la Placa del Caribe, Panamá, en sí misma, está localizada sobre la microplaca denominada Bloque Panamá.

La región no es considerada sísmicamente activa, sin embargo, existen registros históricos de la sismicidad:

- 1882 en río Indio, se sintió un terremoto que produjo un tsunami en Miguel de la Borda y la destrucción de viviendas en Río Indio y Gobeá.
- 1935, se sintió un sismo que tuvo un bajo nivel de afectación en los corregimientos de Coclé del Norte y San José del General
- 1971, se sintió un sismo en los corregimientos de Donoso y Gobeá, del distrito de Donoso, de afectación alta.

De acuerdo con el Mapa Geológico de Panamá (edición de 1988), en la Región se distinguen dos estructuras tectónicas, tipo fallas, una con dirección E-O y la otra con dirección N-S.

3.2.2 Topografía y Relieve

En las cuencas de los Ríos Indio, Toabré y Caño Sucio se distinguen varios niveles altitudinales del terreno, cuyas características topográficas y edáficas se describen a continuación:

- Altitud relativa de < 20 msnm: son áreas formadas por planicies litorales y costas bajas en las cuales las pendientes varían de ligeramente inclinadas a planas. En los terrenos planos las limitaciones más severas están relacionadas con la a salinidad (esteros) y las inundaciones frecuentes (planicies aluviales). Los sectores con pendientes suaves muestran reducidas limitaciones de uso, mientras que los que poseen pendientes moderadas presentan severas limitaciones de uso.
- Altitud relativa de 20 a 49 msnm: en este sector se presentan colinas y llanuras con pendiente de ligera a medianamente inclinadas y suelos de bajo contenido en nutrientes.
- Altitud relativa de 50 a 99 m: en este nivel altitudinal se presentan cerros y colinas bajas con pendientes de medianas a fuertemente inclinadas, buen drenaje interno y baja capacidad agrológica.

- Altitud relativa de 100 a 199 msnm: estas áreas se caracterizan por la presencia de montañas bajas y cerros altos en los que el drenaje es de bueno a excelente y los suelos tienen baja capacidad agrológica.
- Altitud de 200 a 399 msnm: este sector se caracteriza por la presencia de montañas medias y bajas en las cuales la pendiente de la vertiente montañosa es muy fuerte. Además, poseen buen drenaje interno y la capacidad agrológica del suelo es de buena a excelente.
- Altitud de 400 a 599 msnm: Este nivel está representado por montañas altas en las que prevalecen las pendientes fuertes y los suelos son delgados y de baja capacidad agrológica.
- Altitud de 600 msnm y más: esta formado por picos y cimas de montañas altas caracterizadas por pendientes abruptas, suelos delgados con drenaje interno bueno a excesivo.

3.2.3 Suelos

Los suelos de las cuencas se han desarrollado bajo condiciones que favorecen un fuerte efecto de meteorización y lixiviación producto de las altas temperaturas y precipitación pluvial. Bajo estas condiciones los suelos tienden a ser pobres con diferentes tipos de limitaciones y generalmente de baja fertilidad natural. En los terrenos más antiguos los mismos se han originado a partir de formaciones volcánicas de dacitas, riódacitas, material sub – intrusivo, tobas y lavas.

3.2.3.1 Capacidad Agrológica

De acuerdo con el sistema de clasificación de capacidad agrológica de los suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, la mayoría de los suelos de la parte alta de la Región pertenecen a los suelos Clase VI, VII y VIII, que son suelos con severas limitaciones de uso, donde en algunos casos es posible el desarrollo de la ganadería y plantaciones permanentes productivas y protectoras del suelo (suelos VI), pero en casos de terrenos muy inclinados, éstos se deben destinar para recreación, reservas o para el abastecimiento de agua.

La parte media de la región se formó de andesitas, basalto, lavas y tobas. La mayor parte de los suelos que componen esta sección son clasificados como clase VI y VII, por lo que no se les considera arables y con severas limitaciones de uso. Se recomienda el uso de los suelos para

pastizales, en algunos casos y cobertura boscosa, con fines de protección o producción de madera. En este sector se encuentran pequeños sectores con suelos de clase II, III y IV. Estos suelos son arables y presentan limitaciones de diferente orden en la escogencia de las plantas que pueden ser utilizadas con fines de protección.

En la parte baja de la región, que se originó principalmente de material sedimentario de arenisca tobácea, lutita tobácea, toba y material calizo, los suelos son de clase III, IV, VI y VII, los cuales, tal como se mencionó en el párrafo precedente, presentan limitaciones de uso.

3.2.3.2 Uso Potencial de los Suelos

El uso potencial del suelo define la máxima utilización que se puede dar al mismo, normalmente bajo el esquema de manejo común en la zona, sin que este pierda su calidad como bien natural a largo plazo. En otras palabras define la máxima intensidad de uso que es sostenible. Para determinar el uso potencial de las varias áreas de las cuencas se procedió a combinar información de Zonas de Vida, Pendientes y Capacidad Agrológica, con las cuales se identificaron cinco (5) categorías de uso potencial en las que fueron clasificadas las tierras del área:

- **Agrícola:** Las tierras que presentan un potencial agrícola, en primera instancia se clasifican agrológicamente dentro de las Clases II y III de la clasificación del Servicio de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América y del Mapa del Dr. Reinmar Tejeira. Corresponden a aluviones próximos al curso medio y bajo del Río Toabré y hacia el curso de Río Indio. Su fertilidad varía entre moderada y alta.
- **Agrícola – Ganadero:** Comprenden distintas clases agrícolas II-III y IV. Los últimos se localizan en franjas hacia San José del General, La Pintada, Sonadora, Tambo, Cirí de Los Sotos – La Encantada, Cirí Grande y El Cacao. Esos suelos requieren un manejo cuidadoso debido a los peligros de la erosión. En consecuencia la ganadería a desarrollar debe caracterizarse por su baja intensidad y los cultivos serán permanentes y anuales, manejados con técnicas de conservación de suelos y aguas.
- **Ganadería:** Corresponde esta actividad a los suelos de Clase V, incluyen también un potencial para cultivos permanentes que pueden producir una cobertura similar a los bosques. Los suelos de clase V que si bien presentan riesgo de erosión, son apropiados principalmente para pastos y bosques. Son escasos en el área de estudio ya que sólo se

localizan en pequeños sectores: en el extremo Sur de La Pintada, en La Encantada, Pajonal y en el Litoral Caribe.

- **Bosques y Cultivos Forestales:** Son tierras con limitaciones muy severas cuyo uso primordial sería el de bosques y tierras de reserva. Corresponden principalmente a la clase VI y VII y los de mayor desarrollo, están al interior de la región. Se localizan principalmente en los corregimientos de El Cacao, Chiguirí Arriba, Cirí Grande, Río Indio, Gobeá, El Harino y Coclé del Norte.
- **Protección:** Corresponden a un potencial de áreas silvestres protegidas o a proteger, necesarias para la educación ambiental, el ecoturismo, la investigación científica y el paisajismo. Las limitaciones que presentan excluyen todo uso agropecuario e incluso para la producción de plantas comerciales. Ocupan áreas que se localizan en Salud, Toabré y en los distritos de la Pintada y Penonomé.

La importancia relativa de cada una de las categorías de uso potencial de los suelos para las cuencas en cuestión se incluyen en el cuadro a continuación.

Cuadro 3-2
Distribución del Uso Potencial de la Tierra en las Cuencas de los
Ríos Indio, Toabré y Caño Sucio (Has)

Categoría de Uso Potencial	Indio	C. Sucio	Toabré	Total	% Total
Agrícola	346.9	0.0	0.0	346.9	0.28
Agrícola y Ganadero	5.2	0.0	3,570.0	3,575.3	2.90
Ganadería	-	-	-	-	0.00
Bosques y Cultivos Forestales	38,170.6	9,263.0	46,665.3	94,098.9	76.28
Protección	137.6	2,575.9	22,628.1	25,341.6	20.54
TOTAL	38,660.00	11,838.9	72,863.4	123,362.6	100.00

Fuente: Sistema de Información Geográfica, URS Holdings, Inc.

Al contrastar el uso actual y el uso potencial de la tierra se puede observar que en el área existen tanto conflicto tierras de sobre-uso, en el cual las tierras están siendo utilizadas por encima de su capacidad sostenible con sub-uso en el cual las tierras podrían ser utilizadas con mayor intensidad siempre y cuando se utilicen las medidas de conservación adecuadas. El sobre uso más común de ganadería en áreas cuyo uso potencial es el de bosques – cultivos forestales.

3.2.4 Clima

El Clima en la ROCC, corresponde según la clasificación climática de Köppen, al clima Tropical Húmedo, el cual se caracteriza por tener:

- precipitación anual mayor de 2500 mm
- uno o más meses con precipitación menor de 60 mm
- temperatura media del mes más fresco > 18°C
- diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y el mes más fresco < 5°C

3.2.4.1 Precipitación

La información sobre precipitación procede tanto de registros de los promedios mensuales de lluvia en el período 1991 – 2000 en 11 estaciones pluviométricas (Cuadro 3-3) como de un mapa de isoyetas suministrado por la ACP para toda el área de la ROCC y sus alrededores. Ese mapa de isoyetas se convirtió en una imagen ráster con una resolución espacial de 10 x 10 m con la ayuda del módulo de análisis topográfico de ERDAS IMAGINE y la información de un modelo digital del terreno con píxeles de 10 x 10 m, creando una superficie tridimensional en base a las líneas de igual precipitación (Figura 3-2). Esta información sugiere que en el área de la ROCC, el promedio anual de lluvia fluctúa entre 1,400 y 4,700 mm/año.

Cuadro 3-3
Precipitación Media Mensual (mm) en la ROCC y Alrededores

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
La Pintada	37	19	17	39	169	190	127	170	262	199	146	74	1449
Toabré	53	26	27	48	214	204	159	221	279	234	184	123	1772
Boca de Toabré	309	217	197	363	465	365	403	372	327	416	519	652	4603
Tambo	49	29	32	39	226	207	195	237	311	266	197	124	1911
Chiguirí Arriba	135	66	64	151	537	528	445	548	506	459	509	337	4285
Boca de Uracillo	112	78	91	176	301	347	220	236	298	322	339	288	2807
Miguel de la Borda	223	116	109	272	367	410	398	423	275	349	553	367	3861
Llano Grande	54	34	39	64	206	208	126	203	316	225	185	111	1772
El Valle	51	20	27	62	338	421	283	391	478	469	316	73	2927
Antón	42	14	8	28	170	218	181	178	206	237	220	116	1616
El Copé	86	36	27	32	135	199	136	191	318	243	168	111	1682

Fuente: ETESA

Los promedios mensuales más altos se registraron entre los meses de noviembre y diciembre en las estaciones de Miguel de la Borda, Boca de Toabré y Chiguirí Arriba, mientras los promedios

más bajos se registraron en los meses de febrero y marzo en las estaciones de El Valle, Antón y La Pintada.

3.2.4.2 Temperatura

La información de temperatura proviene de los promedios mensuales multianuales de 6 estaciones climatológicas (Cuadro 3-4). Tal como se puede observar, las temperaturas medias mensuales en la ROCC y sus alrededores oscila entre 23.2°C y 27.4°C, correspondiéndole a las estaciones de Icacal y Boca de Uracillo la mayor temperatura media mensual (27.0 y 26.8 °C) y a El Valle la menor (23.2 °C). El promedio anual más alto se registró en la estación Icacal que se encuentra cerca de la costa y el promedio más bajo se registró en la estación El Valle (23.7 °C), registrándose un gradiente de temperatura hacia el norte, coincidiendo con lo descrito en el Plan Regional de la ARI (1996).

Cuadro 3-4
Temperaturas Medias Mensuales (°C) en la ROCC y Alrededores

Estación	Lat.	Long.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Chiguirí Arriba	8°40'	80°11'	25.4	25.9	26.5	26.6	26.3	25.8	25.9	25.9	25.7	25.6	25.6	25.6	25.9
El Copé	8° 38'	80° 35'	24.8	24.9	25.2	25.4	25.6	25.3	25.4	25.3	25.2	25.1	24.7	25.1	25.2
Icacal	9° 02'	80° 09'	26.9	27.2	27.3	27.6	27.5	27.1	27.2	26.9	26.8	26.8	26.3	26.6	27.0
Toabré	8° 55'	80° 33'	24.8	25.2	25.8	26.3	26.3	25.9	25.8	25.9	25.8	25.5	25.0	24.9	25.6
El Valle	8° 36'	80° 08'	23.2	23.5	24.2	24.3	24.1	23.8	23.8	23.8	23.5	23.4	23.4	23.3	23.7
Boca de Uracillo	8° 58'	80°11'	26.4	26.9	27.4	27.6	27.2	26.7	26.8	26.8	26.5	26.4	26.4	26.5	26.8

Fuente: ETESA; Consorcio TLBG/UP/STRI

Una imagen ráster, similar a la descrita para la precipitación, se preparó también para la temperatura con la ayuda de las capacidades del programa ERDAS IMAGINE y del modelo digital del terreno con píxeles 10x10 metros. El valor de la temperatura media anual (en grados Celsius, °C) del aire superficial fue calculada con la ayuda de las **ecuaciones altotérmicas**, desarrolladas por el antiguo departamento de Hidrometeorología del IRHE (Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación) ahora ETESA.

La fórmula altotérmica empleada para el cálculo de la temperatura fue:

$$(1) T = 26.9006 - 0.0055(H).$$

Donde **H** es la altura de la localidad expresada en metros sobre el nivel medio del mar. Los coeficientes utilizados (26.9006 y 0.0055) corresponden al valor medio de las fórmulas mensualizadas calculadas por el IRHE.

Al aplicar esta relación a cada uno de los píxeles de 10x10 metros se generó una imagen ráster de temperatura (Figura 3-3). La imagen de temperatura (T) se generó aplicando los coeficientes ya mencionados sobre la imagen del modelo digital del terreno (H), es por ello que la imagen resultante de temperatura mantiene las características geométricas de resolución espacial y proyección del modelo digital del terreno o sea un tamaño de píxel de 10 x 10 m y proporciona una excelente representación gráfica de la temperatura media anual en toda la ROCC.

3.2.4.3 Evapotranspiración y Escorrimento

Con los datos de precipitación y temperatura mensual se estimaron los balances hídricos anuales, utilizando las metodologías de Thornthwaite y Holdridge para el cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP) y escorrentía media anual para las mismas estaciones en la ROCC (Cuadro 3-5).

Cuadro 3-5
Evapotranspiración Potencial y Escorrentía ROCC

Estación	ETP Thornthwaite mm / año	ETP Holdridge mm / año	Escorrentía Thornthwaite mm / año	Escorrentía Holdridge mm / año
La Pintada	1022	1057	426	606
Toabré	1154	1166	618	392
Boca de Toabré	1533	1529	3070	3073
Tambo	1153	1162	759	750
Chiguirí Arriba	1403	1406	2882	2879
Boca de Uracillo	1567	1468	1240	1339
Miguel de la Borda	1659	1548	2202	2312
Llano Grande	1231	1203	541	569
El Valle	950	1049	1978	1878
Antón	1267	1150	349	466
El Copé	1175	1181	507	502

Fuente Consorcio TLB/UP/STRI

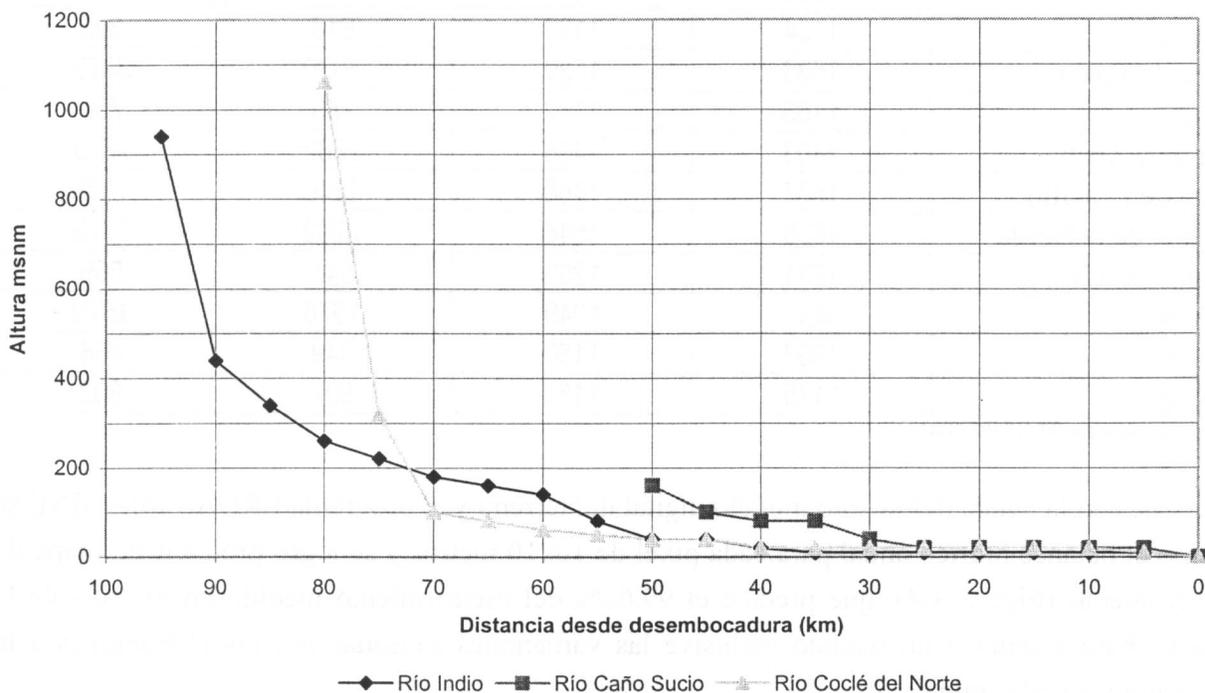
Además, con la ayuda del mismo modelo digital del terreno y el programa ERDAS IMAGINE se estimó el balance hídrico anual para cada píxel de 10x10 metros y se logró producir un mapa de escurrimiento (Figura 3-4), que predice el 99.64% del escurrimiento medido en los ríos de la ROCC, bajo estudio e incluyendo inclusive las variaciones causadas por las alteraciones a la cobertura vegetal original.

3.2.5 Hidrología e Hidrografía

La hidrografía es el resultado de la combinación de varios factores entre los que se cuentan la geología, el clima, la orografía y el suelo. Los ríos Indio, Toabré y Miguel de la Borda/Caño Sucio forman parte de la red de drenaje de la Región Occidental. Los dos primeros nacen en las elevaciones de la Cordillera Central mientras que el último se desarrolla como una red de drenaje intersticial entre las anteriores, desde menor altura; las tres desembocan en el Océano Atlántico. El desarrollo orográfico de los ríos de la Región Occidental es de sur a norte.

Tal como puede observarse en la Figura No. 3-5, en el caso de los ríos Indio y Coclé del Norte se presentan tres tramos de pendiente bien diferenciada. En el caso del río Miguel de la Borda/Caño Sucio, el primer tramo no existe, siendo evidentes sólo los dos últimos. Los quiebres en el perfil se han seleccionado como los niveles representativos antes aludidos. No obstante, debe tenerse presente que, además de las tres cuencas principales, existen alrededor de catorce subcuencas principales.

Figura No. 3-5
Perfil Longitudinal de las principales cuencas de la ROCC



Fuente: Informe elaborado por el Consorcio LBI/UP/STRI

3.2.5.1 Caudales

La descarga de agua superficial de las estaciones de la ROCC (caudales) ha sido medida por ETESA, a través del tiempo, para los ríos Indio y Toabré. Para el río Caño Sucio, los datos que se presentan fueron generados por la ACP empleando los datos de la estación Boca de Uracillo en río Indio. Estos se muestran en el Cuadro 3-6 a continuación.

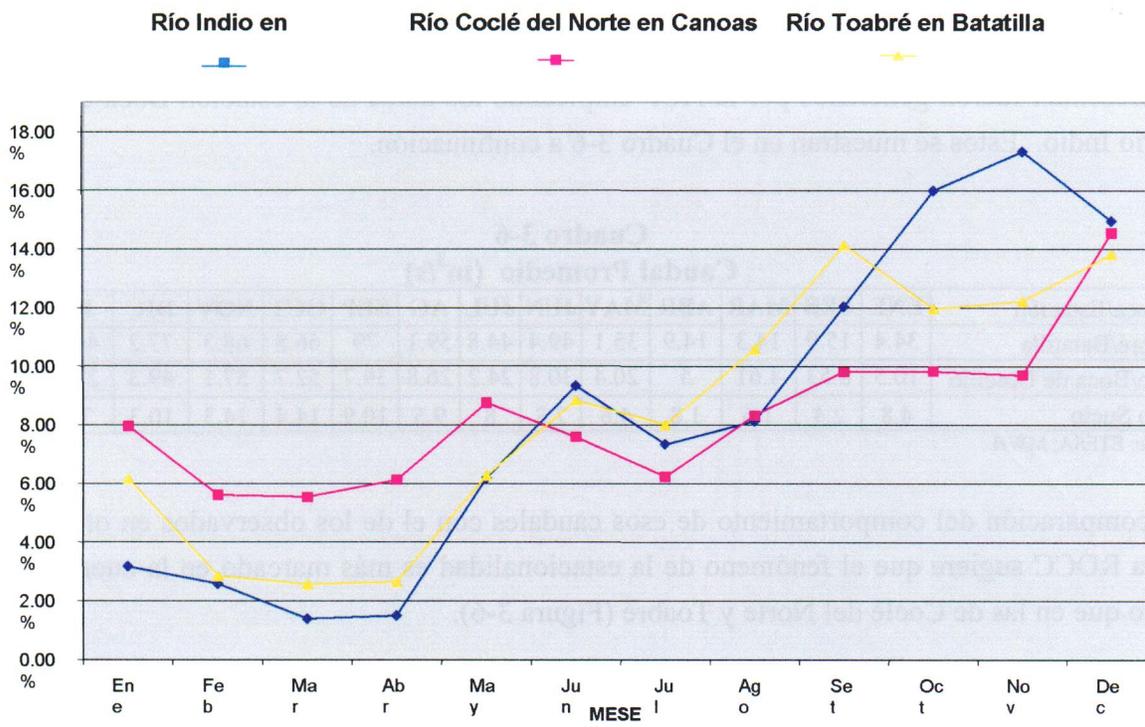
Cuadro 3-6
Caudal Promedio (m³/s)

Cuenca/Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AG	SEP	OCT	NOV	DIC	PR
Toabré/Batatilla	34.4	15.9	14.3	14.9	35.1	49.4	44.8	59.1	79	66.8	68.3	77.2	46.6
Indio/Boca de Uracillo	10.5	8.53	4.61	5	20.4	30.8	24.2	26.8	39.7	52.7	57.1	49.3	27.6
Caño Sucio	4.8	2,4	1.6	1.8	4.6	7.8	8	9.5	10.9	14.4	14.3	10.3	7.5

Fuente: ETESA; MWH.

La comparación del comportamiento de esos caudales con el de los observados en otros puntos de la ROCC sugiere que el fenómeno de la estacionalidad es más marcado en la cuenca de Río Indio que en las de Coclé del Norte y Toabré (Figura 3-6).

Figura 3 - 6: Estacionalidad de la Descarga en la ROCC



Descarga media mensual expresada como porcentaje de la media anual.

Aunque la estacionalidad de los caudales en la ROCC no es tan significativa como en otras áreas del país, es posible que en el caso de Río Indio la deforestación esté agudizando el impacto de la estación seca en el flujo del Río. Hay que hacer notar que la cuenca de Río Indio es la que tiene una menor cobertura vegetal en toda la ROCC con solamente un 26.2% de la misma con remanentes del bosque que una vez existió. En esa gráfica el promedio mensual de la descarga de los tres ríos se ha expresado en términos porcentuales para facilitar la visualización de su comportamiento. Es notorio el mayor porcentaje de la descarga de Río Indio en la época más húmeda de los meses de octubre y noviembre. Mientras que también son notorios los valores bajos de la descarga en la época seca, especialmente en los meses de enero, marzo y abril.

3.2.5.2 Aguas Subterráneas

La información sobre las aguas subterráneas en la región es escasa; ello se debe a la reducida oferta hídrica en este sentido, comparado con los enormes recursos superficiales disponibles. Como resultado de la recopilación realizada, puede concluirse que las aguas subterráneas no

constituyen un recurso explotable en forma masiva dado que su relativamente escasa presencia se reduce, principalmente, a los sistemas de grietas y fallas de la roca fracturada.

Dada la poca información sobre las aguas subterráneas la única información que se puede utilizar para determinar si existe algún efecto de intrusión salina en las áreas más cercanas del estuario se recurrió a buscar indicadores biológicos. Sin embargo, las observaciones del grupo botánico del Consorcio LBI⁽⁵³⁾ que preparó el informe de datos ambientales y culturales, no indicaron la presencia de plantas ya adaptadas al ambiente salobre, lo cual es indicativo que, en la actualidad, el área próxima al sector atlántico es lixiviada por las fuertes precipitaciones y no manifiesta, por lo menos en superficie, presencia de sales.

3.3 Características del Medio Biótico

Como se indicó anteriormente en condiciones naturales el área de la ROCC y sus alrededores estarían cubiertos por bosques tropicales perennifolios de gran desarrollo estructural y diversidad de hábitat, los cuales drenan el excedente de la cuantiosa precipitación por ríos y quebradas que también se espera tengan una significativa diversidad de hábitat y especies asociadas. El estudio y documentación de las condiciones que actualmente prevalecen en el componente biótico del ecosistema son importantes porque la condición del mismo determina en gran medida la calidad del agua, el control de la erosión, el riesgo de eutroficación y otros servicios ambientales que son cruciales tanto para el éxito de la ejecución y operación de las opciones de agua como para la calidad de vida de los habitantes de las comunidades locales.

En los siguientes párrafos se hace por lo tanto una descripción sucinta del estado de la cobertura vegetal, la salud de los ecosistemas acuáticos y el estado en que se encuentra la diversidad biológica en la cuenca. En el área se han reportado especies de interés especial, tanto entre los elementos de la flora como de la fauna, las cuales se incluyen en una subsección especialmente redactada para ese fin. Las razones para incluir las especies en esta lista son variadas e incluyen su importancia desde el punto de vista médico, alimenticio, económico o su estado de conservación y riesgo de extinción.

3.3.1 La Cobertura Vegetal

Dentro de la ROCC, la cuenca de Río Indio es la que ha sido más severamente afectada por la deforestación causada por el hombre, sin embargo, toda la ROCC ha estado sometida a una intensa intervención de carácter antropogénico que ha producido un progresivo deterioro del ambiente natural. Como puede observarse en la Figura 3-7 y el Cuadro 3.7 solo una pequeña

fracción de los bosques originales permanece en la cuenca. Se puede establecer que aproximadamente el 65% de la superficie natural original ha sido convertida en rastrojos y pastizales y sólo se mantiene un 35% en forma de bosques naturales. Por ser el más abundante y donde las condiciones son menos restrictivas para el asentamiento de las poblaciones humanas, el bosque de tierras bajas es el que ha sido más afectado por la intervención humana.

Cuadro 3-7
Categorías de Hábitat en la ROCC (Has)

Tipo de Hábitat	Cuenca Toabré	Cuenca Miguel de la Borda/Caño Sucio	Cuenca Río Indio	Total de las Tres Cuencas
	Total	Total	Total	
Pastizal	18,788	5,224	5,723	29,735
Rastrojo	36,105	5,236	20,783	62,124
Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado de tierras bajas	16,154	1356	9,466	26,976
Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado submontano			2,599	2,599
Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado montano	1,816.00		89	1,905
Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado montano – nuboso				
Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado de tierras bajas – asociación de palmas	----	----	----	----
TOTAL	72,863	11,816	38,660	123,339

Elaborado por Loius Berger/Consortio. En el cuadro no se incluye información sobre el Bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado de tierras bajas – asociación de palmas, por la dificultad para determinar su superficie

La cobertura vegetal de toda la ROCC ha sufrido grandes cambios durante los últimos 15-20 años (Figura 3-8). Esta ha sido colonizada siguiendo los mismos patrones de uso de los suelos, que se han utilizado en otras regiones reflejando un proceso de colonización desordenada. Como consecuencia se observa que el paisaje está dominado por pastizales y rastrojos (139,076 ha) destinados mayormente a la ganadería extensiva, donde 97,222.8 ha se ubican en las cuencas de los ríos Toabré, Caño Sucio e Indio. En estas subcuencas todavía se observan remanentes de bosques naturales y fragmentos de bosques secundarios (31,480 ha) que ofrecen una idea de la complejidad del hábitat natural que originalmente ha existido y de la diversidad de especies asociadas a éstos.

A continuación se hace una descripción de cada una de las categorías de vegetación existentes en función de la calidad de hábitat que representa para la conservación de la diversidad biológica de plantas y animales así como de otros bienes y servicios ambientales.

3.3.1.1 Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical Latifoliado de Tierras Bajas

Este tipo de hábitat presenta una vegetación arbórea densa, cuyo dosel mantiene follaje a lo largo de todo el año. Las plantas se distribuyen verticalmente en al menos cuatro estratos: emergente, dominante, dominado y piso del bosque. En el sotobosque ocurre regeneración natural de especies del dosel, además de que se encuentran arbustos, hierbas y epífitas. Este tipo de bosque se encuentra por debajo de la cota de los 500 msnm.

Este hábitat tiene una superficie total de 63,844 ha en la Región Occidental y las áreas en donde se localizaba originalmente han sido fuertemente intervenidas, por lo que ha casi desaparecido. Los remanentes existentes se distribuyen por toda la Región en forma fragmentada, que minimiza su valor como refugio de las poblaciones de vida silvestre que una vez existieron en el mismo.

El paisaje está dominado por un bosque cuyo dosel presenta una altura aproximada de 25 m. En la vegetación arbórea que domina el dosel se encuentra una mezcla variada de especies, donde las mejor representadas son: *Inga spectabilis*, *Vochysia ferruginea*, *Pterocarpus officinalis*, *Licania arborea*, *Couma macrocarpa*, *Socratea exorrhiza*, *Welfia regia*, *Lonchocarpus pentaphyllus*, *Cordia lucidula* y *Terminalia amazonia*, entre otras. Por debajo del dosel también se observa un estrato arbóreo representado por especies como: *Hirtella racemosa*, *Miconia affinis*, *Siparuna cuspidata*, *Palicourea guianensis*, *Inga heterophylla* y *Gustavia superba*. A nivel del piso del bosque, se observa un estrato de hierbas y arbustos. En dicho estrato se registran especies como: *Anthurium pentaphyllum*, *Anthurium trisectum*, *Chamaedorea pinnatifrons*, *Geonoma petiolata* y *Asplenium maxonii*. Es significativa la presencia de briofitas entre las que se observan musgos tales como: *Callicostella pallida*, *C. depressa*, *Calymperes levyanum* y *Syrropodon parasiticus*. Además, entre las hepáticas se observan: *Ceratolejeunea coarina*, *Leptolejeunea elliptica* y *Odontolejeunea lunulata*.

3.3.1.2 Bosque perennifolio Ombrófilo Tropical Latifoliado Submontano

El bosque submontano se localiza en terrenos ubicados entre los 500 y 1,000 msnm y se clasifica como vulnerable. Este hábitat tiene actualmente una superficie total de 8,790 ha. en la Región Occidental, sin embargo de las tres cuencas bajo estudio solo se encuentra en la región de río Indio y ocupa una extensión de 2,599 ha en la parte alta de la cuenca, lo cual representa el 57.3% de su extensión original. La vegetación arbórea es densa, el dosel dominante alcanza los 25 m y presenta dos estratos inferiores. En este hábitat existe una gran abundancia de epífitas debido a la alta humedad relativa que prevalece en el mismo.

En el dosel encontramos especies como: *Licania jeffensi*, *Pterocarpus officinalis*, *Sterculia apetala*, *Byrsonima spicata*, *Swartzia simplex*, *Marila laxiflora*, *Hyeronima oblonga* y *Jacaranda copaia* entre otras. Debajo del dosel se observan especies arbóreas como: *Otoba latiolata*, *Quiina amazonica*, *Ocotea cernua*, *Amaioua corymbosa* e *Hirtella tubiflora*, entre otros. En el piso del bosque se observa un estrato formado por hierbas y arbustos, donde encontramos especies como: *Anthurium bakeri*, *Anthurium vallense*, *Calypstrogyne allenii*, *Geonoma deversa*, *Synechanthus warcewiczianus*, *Aechmea allenii* y *Guzmania musaica*, entre otros. Las briofitas son especialmente abundantes en el piso y sobre los árboles. Entre las briofitas se observan especies de musgos como: *Acroporium pungens*, *A. longirostre*, *Pirella angustifolia*, *Pyrrhobryun spiniforme*. Entre las hepáticas se observan *Ceratojeunea coarina*, *Cuclolejeunea convexistipa*, *Diplasiolejeunea pellucida* y *Leptolejeunea elliptica*.

3.3.1.3 Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical Latifoliado Montano

Este tipo de ecosistema se localiza por encima de los 1,000 msnm y está dominado por vegetación boscosa. El dosel del bosque presenta en promedio 13 m de alto; por debajo de éste se observan varios estratos. Este hábitat ocupa una superficie de 1,905 hectáreas, localizado en las cuencas de los ríos Toabré (1,816 ha) e Indio (89 ha). Este fragmento se encuentra bajo fuerte presión por parte de actividades agropecuarias, por lo que resulta importante realizar un esfuerzo para su conservación.

Entre las especies observadas en el dosel están: *Zanthoxylum melanostictum*, *Albizia niopoide*, *Macrolobium colombianum*, *Magnolia sororum*, *Virola sebifera*, *Zinowiewia costaricensis* y *Billia colombianum*, entre otras. En este tipo de hábitat se encuentran géneros típicos del bosque maduro de zonas altas, tales como *Magnolia*, *Talauma*, *Quercus* y *Alfaroa*. Por debajo del dosel, se observa un estrato con especies arbóreas tales como: *Marila laxiflora*, *Richeria obovata*, *Elaeagia nitifolia*, *Amaioua corymbosa*, *Phoebe brenesii* y *Erythroxyllum macrophyllum*, entre otras. Además, hay un estrato formado por hierbas y arbustos, como: *Anthurium pittieri*, *Aphelandra dolicantha*, *Stenospermation spruceanum*, *Clidemia folsomii* y *Miconia curvipetiolata*, entre otra. Entre las briofitas se observan especies de musgos como: *Leucobryum giganteum*, *Macromitrium fusco-aureum*, *Orthostichella pentastichia* y *Phyllogonium viscosum*. Entre las hepáticas se observan: *Lophocolea muricata*, *Scapania portoricensis*, *Metzeria spp.*, *Monoclea gottschei* y *Symphyogyna brongniartii*. El grupo de los antocerotes está representado por *Leiosporoceros dussii*, *Megaceros vicentianus* y *Phaeoceros sp.* entre otros.

3.3.1.4 Los Pastizales

Entre los hábitat modificados o alterados por las actividades humanas predominan los pastizales. El tipo de hábitat que más presión y alteración ha recibido, en el proceso de establecimiento de pastizales, es el bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado de tierras bajas. Esto se debe probablemente a que se encuentra comúnmente localizado en terrenos más planos y de menor relieve, que los otros tipos de bosque, lo cual facilita su acceso y manipulación.

La superficie total de pastizales es de 46,070 ha en la ROCC, que representa un 21% del total. La vegetación herbácea, con una altura promedio de 30 – 90 cm, permanece verde durante todo el año debido a las condiciones de precipitación imperantes en la zona. En esta categoría, el paisaje es dominado por hierbas, principalmente de la familia Poaceae. La especie utilizada para el establecimiento de pastizales es *Ischaemum timorense*, conocida comúnmente como Ratana, la cual es una especie exótica introducida hace muchos años en la región. Cuando los pastizales son descuidados se establecen nuevas especies de hierbas, principalmente nativas y que son consideradas malezas (plantas perjudiciales). Las especies consideradas como maleza en los pastizales son diversas. Entre las más comunes se observan *Scleria melaleuca*, *Desmodium axillare*, *Lantana camara*, *Solanum jamaicense*, *Rhynchospora nervosa*, *Panicum pilosum* y *Sida rhombifolia*

Los pastizales sufren una constante intervención antropogénica, con una frecuencia de eliminación de arbustos (maleza) de tres a cuatro veces al año. Esto elimina la posibilidad de recuperación del hábitat natural.

3.3.1.5 Los Rastrojos

Los terrenos en descanso, o rastrojos, se encuentran distribuidos por toda la zona, independientemente de la altura del terreno, su relieve o clima. Este tipo de vegetación ocupa 93,006 ha, lo que representa aproximadamente el 44 % de la superficie total de la ROCC. En la región se observan rastrojos de diferentes edades. La práctica generalizada es dejar el terreno en descanso por un tiempo máximo de seis años. Sin embargo, durante la recopilación de datos ambientales se observaron áreas de rastrojos de hasta ocho años o más de edad, con dominancia de una vegetación típicamente arbórea que se asemeja bastante a un bosque secundario.

3.3.2 La Diversidad Biológica

Como resultado del empobrecimiento, mencionado anteriormente a consecuencia de la deforestación y la sustitución de los bosques principalmente por pastizales, se observa una

disminución en la tasa de producción primaria y una reducción en la diversidad biológica a todos los niveles del ecosistema. Esta disminución de áreas de hábitat adecuado para las especies de vida silvestre afecta principalmente la abundancia de especies en los niveles tróficos superiores, pero también es manifiesta en todos los estratos de la cadena alimenticia incluyendo a productores (plantas) y herbívoros. A continuación se describe el estado de la diversidad biológica en los principales grupos de organismos que conforman la comunidad biológica del área de las cuencas en cuestión.

3.3.2.1 Especies de Interés Especial

Como se indicara anteriormente algunas de las especies animales y vegetales son de interés especial para uno o más grupos de la sociedad por una variedad de razones. A fin de ofrecer una visión general de estas, categorías de interés especial se describen en esta sección y se incluyen las cantidades de especies en cada grupo taxonómico que se encuentran en cada categoría (Cuadro 3-8). Los nombres comunes y científicos de cada especie de interés especial se encuentran en el Anexo 3 y se describen en cada una de los grupos que se discuten en el texto.

Cuadro 3-8: Especies de Interés Especial en las Cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré

	R. Indio	C. Sucio	Toabré		R. Indio	C. Sucio	Toabré
A. Médico-Alimenticio- Económico				Vulnerables			
Insectos Vectores	23	23	23	Plantas	38	6	15
Insectos Plaga	3	3	3	Anfibios y Reptiles	7	6	6
Anfibios y Reptiles Venenosos	3	5	5	Aves	10	8	30
Mamíferos Hospederos de Enfermedades	5	1	4	Mamíferos	9	6	6
Peces Comestibles	23	23	23	Raras			
Camarones Comestibles	3	3	3	Plantas	1	1	1
Malezas Acuáticas	4	4	4	Anfibios y Reptiles			
B. Protegidas Localmente				Aves	4		17
Plantas	1			Mamíferos	2		5
Anfibios y Reptiles		12	13	Bajo Riesgo			
Aves	9	5	13	Plantas	4		2
Mamíferos	12	9	10	E. Lista de TNC¹			
C. Listados de CITES				Dist. Restringida N2 - Aves	32		10
Apéndice I - Mamíferos	3	1	5	Dist. Restringida N3 - Aves	2		46
Apéndice II				F. Otras			
Anfibios y Reptiles	4	6	9	Migratorias - Aves	31		
Aves	32	31	46	Endémicas			
Mamíferos	2		2	Plantas	5		1
Apéndice III - Aves	3	2	6	Anfibios y Reptiles	5	3	6
D. Listado de UICN				Mamíferos	1		
En Peligro de Extinción				Interés Científico			
Plantas	8	1	5	Peces	4	4	4
Anfibios y Reptiles	11	6	8				
Aves			1				
Mamíferos	5	3	7				

¹ The Nature Conservancy. Fuente: Louis Berger, 2003.

Las especies de flora y fauna que se han incluido en listado de especies de interés especial se encuentran en una de las siguientes categorías.

- **Especies de Interés Médico/Alimenticio.**- Se refiere a las especies que son vectores de enfermedades, hospederos de vectores, especies peligrosas para el hombre y especies silvestres que son útiles como alimento para las comunidades locales.
- **Protección Local.**- En esta categoría se incluyen las especies protegidas por las leyes nacionales. En estas, las denominaciones más comunes utilizadas son: vulnerables (VU), en peligro de extinción (EN), en peligro crítico (CR), endémicas, amenazadas o de distribución restringida.
- **Especies incluidas en el Convenio de CITES.** Se refiere a las especies que están incluidas en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre. Tres apéndices de la convención son importantes desde el punto de vista de protección de la diversidad biológica:
 - Apéndice I: Incluye a las especies amenazadas con la extinción, para las cuales se requieren permisos de comercialización de los especímenes, los cuales se otorgan como una medida extraordinaria en circunstancias excepcionales.
 - Apéndice II: Incluye a las especies que no están amenazadas con la extinción, pero su comercialización debe ser controlada para evitar su utilización incompatible con su supervivencia.
 - Apéndice III: Contiene las especies que son protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado a otros miembros de CITES asistencia en controlar su comercialización.
- **Listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).** Este listado es conocido como el Libro Rojo de Especies Amenazadas e incluye las denominaciones que se describen a continuación:
 - Extinto (EX): Un taxón, o especie, se considera extinto cuando no hay duda razonable que el último individuo de ese taxón ha muerto.
 - Extinto en condiciones silvestres (EX/E): Se refiere a especies extintas en condiciones silvestres y solo se le conoce bajo cautiverio o fuera de su rango natural.
 - En Peligro de Extinción (EN): Un taxón está en peligro de extinción cuando existe evidencia que indica que el tamaño de su población se redujo más del 50% en los últimos 10 años.

- Vulnerable (VU): Esta denominación se aplica a especies cuya población ha experimentado una reducción entre 30 y 50% o una reducción significativa en su ámbito geográfico en los últimos 10 años o su población estimada es menor a 10,000 individuos maduros.
 - Rara (R): Una especie se considera rara cuando sus poblaciones son bajas y los ejemplares de la misma son pocos comunes en las colectas de campo.
 - Bajo riesgo (LR): Se refiere a un taxón que no califica para las denominaciones anteriores, pero que se considera puede calificar en un futuro próximo y por lo tanto, debe ser monitoreado.
 - Información deficiente (DD): Se refiere a un taxón que posee información inadecuada para hacer una calificación directa o indirecta de su riesgo de extinción basada en su distribución o status de su población.
 - Indeterminada (I): Un taxón es indeterminado cuando no ha sido evaluado bajo ningún criterio.
- Listado de la TNC – (The Nature Conservancy): En este listado se incluyen especies que poseen hábitat de distribución restringida y que presentan un rango de distribución como se describe a continuación:
 - Rango N2: hace referencia a especies que por lo restringido de su hábitat a nivel nacional pueden estar severamente amenazadas ya sea por la pérdida de hábitat o la cacería.
 - Rango N3: Hace referencia a las especies vulnerables en el país, ya sea porque es rara y poco común o solo se encuentra en un rango restringido.
 - Especies de Interés Científico: Son especies de interés especial porque su clasificación taxonómica o su distribución geográfica no están claras. Por ejemplo ocurre mucho cuando se tiene un reporte de la presencia de una especie donde la misma no había sido previamente reportada o especies que son nuevas para la ciencia.

3.3.2.2 Diversidad Biológica de la Flora

La flora de Panamá es el resultado de las migraciones de especies desde Suramérica y Mesoamérica. Con la formación del Istmo de Panamá se favorecieron los movimientos migratorios en ambos sentidos del eje Norte-Sur, lo que contribuyó al establecimiento de una mezcla de especies en Panamá. Algunas de las especies registradas tienen su límite de distribución geográfica en el Istmo de Panamá. Es notable la cantidad de especies de distribución geográfica restringida, limitadas al área formada por Costa Rica, Panamá y

Colombia (especies chocoanas). Considerando la forma de distribución geográfica se observa cierto grado de endemismo posiblemente producto de dichas migraciones y por el posterior aislamiento de las poblaciones. La cantidad de especies documentadas sin embargo es menor que el potencial de incidencia, debido al efecto del empobrecimiento ambiental anteriormente mencionado.

Los resultados del muestreo realizado sobre la flora en las cuencas de los Ríos Indio, Toabré y Caño Sucio indican la presencia de 830 especies. La diversidad de especies de la zona se encuentra íntimamente relacionada con la situación de los diferentes tipos de hábitat, ya que en aquellos en condiciones naturales o poco alteradas, la cantidad de especies es mayor que en las áreas de hábitat fuertemente alterado o modificado por la actividad humana. El grupo más abundante es el de las Magnoliophyta con 565 especies. La cantidad de especies registradas representan un 8.1 % del total estimado para Panamá (más de 10,000 especies en total).

El informe de recolección de datos ambientales y culturales⁽⁵³⁾ presenta el inventario realizado, agrupando las especies registradas de acuerdo a los principales tipos de plantas registrados:

- Magnoliophyta con 565 especies;
- Pteridophyta y aliados con 98;
- Musgos con 92;
- Hepáticas y antocerotes con 74; y
- Líquenes con una especie.

Las familias mejor representadas son la Lejeuneaceae con más de 20 géneros y 32 especies, la Rubiaceae con más de 19 géneros y 38 especies, y la familia Melastomataceae con más de 7 géneros y 26 especies. Además, hay otras familias bien representadas, si consideramos la cantidad de géneros presentes entre las cuales puede mencionarse la Pilotrichaceae (>14 géneros) y Fabaceae (>9 géneros). La familia Piperaceae, a pesar de sólo presentar 2 géneros, cuenta con un total de 26 especies. Por otro lado, la familia Poaceae, aunque solo está representada por 7 géneros y 9 especies, es la familia dominante en el paisaje, especialmente en la parte media y baja de la cuenca de río Indio. En la actualidad, las partes media y baja de esta cuenca son utilizadas para la ganadería, lo que explica el dominio de la familia Poaceae, en especial con la presencia de la especie *Ischaemum timorense* (Ratana).

Entre las tres subcuencas se documentó la presencia de 77 especies de plantas de interés especial, de las cuales 45 son catalogadas como vulnerables, 15 en peligro de extinción, 3 como especies raras, 7 como amenazadas y 2 con distribución restringida. Entre estas se encuentran *Dioscorea*

standley, de la familia Dioscoreaceae, considerada rara por la UICN y *Chrysothemis friedchsthaliana*, la cual está considerada en peligro por la ANAM.

3.3.2.3 Plantas Acuáticas

Las plantas acuáticas macroscópicas constituyen una categoría de interés especial porque dependiendo de sus hábitos de crecimiento y de si las condiciones son ideales para su desarrollo pueden dar lugar a problemas serios en la ejecución y sobre todo la operación de las opciones de agua bajo consideración. Las especies documentadas en el estudio de recolección de datos ambientales⁽⁵³⁾ son principalmente las que se encuentran dentro del hábitat de tipo lótico, o de aguas corrientes, donde el flujo constante del agua, el intercambio agua – tierra y la tensión de oxígeno son las características físicas más sobresalientes. El total de especies registradas, de plantas acuáticas en la Región Occidental fue de 25; 15 especies en la cuenca de río Indio; 12 especies en la cuenca del río Miguel de la Borda/Caño Sucio; y 4 especies en la cuenca del río Toabré (Cuadro 3-9).

Los resultados reflejan cambios en la composición florística (macrófitas acuáticas) de cada una de las cuencas, a medida que se produce el desplazamiento desde el nacimiento de los ríos hasta la desembocadura al mar. En términos generales se registró poca presencia de macrófitas acuáticas, en las tres cuencas. La mayor parte de las especies registradas son plantas enraizadas en la orilla de los diferentes cuerpos de agua y muy pocas especies flotantes.

En la categoría de interés especial pueden incluirse las especies *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Pontederia rotundifolia*, las cuales se destacan por sus antecedentes de comportamiento como malezas acuáticas por su fácil dispersión. Estas constituyen un factor restrictivo para el manejo y administración efectiva del agua, así como también dificultan las actividades operacionales asociadas a los embalses, y además presentan un interés especial adicional por su potencial a la generación de problemas a la salud humana, porque facilitan la reproducción de vectores de enfermedades. En las condiciones apropiadas para su crecimiento vigoroso, estas especies pueden formar capas casi continuas sobre el agua, lo que tiene un efecto directo sobre el desarrollo de otros organismos vegetales y animales en el fondo de los embalses al interceptar la luz y restringir la disponibilidad de oxígeno disuelto en la columna de agua.

Cuadro 3-9

Macrófitas Acuáticas según hábitos de crecimiento y sitio de colecta en las Cuencas de los Ríos Indio, Toabré y Caño Sucio

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	HÁBITO	RÍO INDIO						RÍO CAÑO SUCIO				RÍO TOABRÉ		TOTALES				
					1	2	3	4	5	6	7	07a	8	9	10	14		15			
Alismataceae	<i>Sagittaria</i>	<i>platyphylla</i>	Flecha de agua	Hi	X												1				
Apiaceae	<i>Hydrocotyle</i>	<i>bonariensis</i>	Berro de Sapo	Hi					X								1				
Araceae	<i>Montrichardia</i>	<i>arborescens</i>	Castaño	Hi-Ab	X	X					X						3				
Araceae	<i>Pistia</i>	<i>stratiotes</i>	Lechuga de agua	Hi	X												1				
Araceae	<i>Spatiphyllum</i>	<i>friedrichsthalii</i>	Cerina	Hi	X	X				X							3				
Araceae	<i>Spatiphyllum</i>	<i>quindiense</i>	Rabiahorcada	Hi	X		X	X	X					X			5				
Araceae	<i>Spatiphyllum</i>	<i>sp.</i>		Hi									X				1				
Brassicaceae	<i>Nasturtium</i>	<i>officinale</i>	Berro	Hi					X								1				
Cyclantaceae	<i>Dicranopigyum</i>	<i>crinitum</i>	Bellota de río	Hi			X	X				X	X				4				
Cyclantaceae	<i>Dicranopigyum</i>	<i>wedelli</i>	Rabiahorcada	Hi											X		1				
Cyperaceae	<i>Eleocharis</i>	<i>geniculata</i>	Junquillo	Hi							X			X			2				
Hydrocharitaceae	<i>Hydrilla</i>	<i>verticillata</i>	Hidrila	Hi						X	X						2				
Hydrocharitaceae	<i>Hydromystris</i>	<i>laevigata</i>	Amocillo	Hi					X								1				
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea</i>	<i>blanda</i>	Corazón de río	Hi	X								X				2				
Onagraceae	<i>Ludwigia</i>	<i>helminthorrhiza</i>	Gusanera	Hi	X												1				
Podostemaceae	<i>Marathrum</i>	<i>allenii</i>	Pasa carne	Hi					X								1				
Podostemaceae	<i>Marathrum</i>	<i>haenkeanum</i>	Pasa carne	Hi										X	X		2				
Podostemaceae	<i>Marathrum</i>	<i>oxycarpum</i>	Pasa carne	Hi								X	X				2				
Pontederiaceae	<i>Eichhornia</i>	<i>crassipes</i>	Jacinto de agua	Hi	X	X				X	X						4				
Pontederiaceae	<i>Heteranthera</i>	<i>reniformis</i>	Patito, falso berro	Hi					X				X				2				
Pontederiaceae	<i>Pontederia</i>	<i>rotundifolia</i>	Berro malo	Hi	X	X				X	X	X		X			6				
TOTAL DE ESPECIES POR SITIO																		23	18	5	46

Fuente: Louis Berger, 2003.

Sitios de muestreo 01- RÍO MEMBRILLAR
 02- QDA. JOBITO
 03- QDA. LOS UVEROS
 04- RÍO LAS MARIAS
 05- QDA. LA CONGA
 06- RÍO INDIO ARRIBA
 07- RÍO CAÑO REY
 07A- RÍO MIGUEL DE LA BORDA
 Hi = Hierba

08- QDA. TOLÚ
 09- RÍO CONGAL
 10- QDA. PLATANAL
 11- QDA. LAVANDERA
 12- RÍO SAN LUCAS
 13- QDA. LA JACINTA
 14- RÍO TOABRÉ (BATATILLAL)
 15- QDA. TORTUGUITA
 Ab = Arbusto

3.3.2.4 Diversidad de los Principales Grupos de Fauna

La información disponible sobre la diversidad de especies de fauna, también proviene principalmente del estudio de recolección de datos ambientales y culturales. Nuevamente se menciona que se ha puesto énfasis en los principales grupos considerando su importancia por la función que desempeñan en el ecosistema, por el estado de sus poblaciones a escala regional y nacional o porque puedan tener importancia desde algún otro punto de vista, ejemplo el médico/epidemiológico. Los grupos considerados se describen a continuación.

3.3.2.4.1 Insectos

Entre los insectos, el estudio de recolección de datos ambientales⁽⁵³⁾ se enfocó en dos grupos diferentes, los que son de hábitos acuáticos y los que ocurren normalmente fuera del agua, al menos durante la mayor parte de su ciclo de vida. Entre estos últimos, se documentaron siete familias con un total de 106 especies (Cuadro 3-10). Las familias con el mayor número de especies fueron la Tabanidae, Culicidae, y Psychodidae (ver Tabla 1 en el Anexo 3).

Cuadro 3-10
Especies de Insectos por Familia en las Cuencas de los Ríos Indio, Toabré y Caño Sucio

Familia	Caño Sucio	Toabré	Indio
Tabanidae	16	27	20
Culicidae	10	32	12
Psychodidae	14	17	12
Ceratopogonidos	1	2	2
Simulidae	1	6	5
Triatominae	2	2	4
Oestridae	1	1	1
Totales	45	87	56

Fuente: Louis Berger, 2003.

Seis de esas especies documentadas son conocidas por ser insectos hematófagos, algunos de los cuales de importancia médica, por lo cual fueron incluidas dentro de la categoría de los Insectos de Interés Especial (IIE) que en alguna forma afectan al hombre y sus animales domésticos. Entre estas se encuentran los vectores del agente patógeno de la Leishmaniasis (*Lutzomyia panamensis*, *L. Gomezi*, *L. sanguinaria* y *L. trapidoi*). Los IIE, con excepción de la mosca del tórsalo que produce la miasis, son chupadores de sangre o hematófagos. Los IIE que se incluyen son: los mosquitos, chitras aliblancas, jejenes, simúlidos o rodadores, tábanos, los chinches triatóminos, y la mosca del tórsalo. (Tabla No.1 en el Anexo 3)

Entre los insectos acuáticos las muestras colectadas durante el inventario, en las tres cuencas, documentaron un total de 46 familias. El resultado de las muestras en sitios con alta acumulación de hojarasca colectadas en Río Indio presentó la fauna más abundante y rica en especies y familias representadas (41 familias). De éstas, las familias con mayor representación numérica fueron, en general (Cuadro 3-11):

- Leptohiphidae
- Simuliidae
- Chironomidae
- Hydropsychidae
- Philopotamidae
- Elmidae
- Leptophlebiidae.

Cuadro 3-11

Abundancia de individuos de Insectos Acuáticos, por Familia, encontrados en sitios de acumulación de Hojarasca en los Río Indio, Toabré, Caño Sucio y sus tributarios

Familia	Río Indio		Río Caño Sucio		Río Toabré		Total/ Familia
	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	
Baetidae	196	181	39	52	24	101	593
Chironomidae	1,505	1,497	752	481	554	263	5,052
Hydropsychidae	276	1,337	164	32	32	23	1,864
Leptophlebiidae	334	191	90	33	129	86	863
Leptohiphidae	326	2,537	137	42	19	77	3,138
Perlidae	50	193	78	40	53	-	414
Philopotamidae	436	438	25	62	59	18	1,038
Simuliidae	710	1,547	99	112	15	142	2,625
Subtotal /Cuenca	3,833	7,921	1,384	854	885	710	15,587
Totales/Cuenca	11,754		2,238		1,595		15,587

Fuente: Louis Berger, 2003.

La distribución de los insectos acuáticos está determinada por numerosos factores físicos (temperatura, caudal de la corriente), químicos y biológicos (ciclo de vida, disponibilidad de alimentos, competencia, depredación). En el caso de los insectos asociados a la hojarasca hay que resaltar que existen relaciones diferentes entre aquellos y el sustrato, pues algunos pueden utilizarlo como alimento, y otros como refugio.

Varios de los grupos de insectos acuáticos se consideran de interés por varias razones (ver Tabla 1 en el Anexo 3). La mayoría son de interés como fuente de alimento a otros organismos mientras que otros son indicadores de calidad ambiental. Brevemente se mencionan a continuación los más destacados:

- Los quironómidos (gusanos rojos o de sangre) desempeñan un papel importante en la determinación de varios parámetros ecológicos, tales como el nivel trófico en lagos, la producción secundaria de los ambientes acuáticos y como fuente de alimento de peces. Además, son utilizados para detectar contaminación por Cadmio, Cobre, Plomo y para determinar el efecto de aplicación de herbicidas en aguas corrientosas.
- Los simúlidos (moscas negras, rodadoras o morrongoy) tienen importancia médica y veterinaria por transmitir enfermedades a los animales tales como filaria del caballo, la malaria aviar, la mixomatosis en conejo y la Encefalitis Equina del Este. (ver tabla 1 en el Anexo 3)
- Las familias Leptohyphidae e Hydropsychidae también han sido incluidas como de interés especial (Tabla No.1 en el Anexo 3), por ser una fuente alimenticia importante para otros organismos acuáticos, principalmente peces.

La gran dominancia de los quironómidos en este estudio podría estar reflejando condiciones ambientales relativamente extremas, especialmente de poca disponibilidad de oxígeno, pues es un grupo reconocido como tolerante a las mismas. En este contexto, es muy marcada la influencia de las estaciones en la distribución de este grupo, puesto que aunque dominaron en ambas estaciones, en la seca presentaron un aumento notorio en abundancia. Esto último podría indicar que las condiciones microambientales en donde se desarrollan varían en ambas estaciones. Múltiples factores (físicos, químicos, biológicos) están determinando la distribución de este grupo tolerante a condiciones ambientales extremas.

3.3.2.4.2 Moluscos Acuáticos

Los moluscos de lagos y ríos pertenecen a las clases Gastrópoda y Pelecípoda. Ambos se caracterizan por desarrollar estrategias para sobrevivir en estos medios, donde el agua puede escasear en alguna parte del año. Durante el inventario realizado para documentar las condiciones ambientales existentes, la mayoría de los organismos fueron capturados en estación lluviosa, posiblemente debido a que las condiciones eran las más óptimas para su desarrollo.

Durante la temporada lluviosa, el 34% de los individuos colectados y el 68% de la biomasa provinieron de las áreas de bajura, donde prevalecen las corrientes lentas, siendo los individuos dominantes adultos de la especie *Melanoides tuberculatus*. Este caracol fue el gasterópodo más abundante en las colectas de Cuenca de Río Indio.

En cambio, en la temporada seca el número de individuos y su biomasa aumentó dramáticamente en los sistemas de altura. Este fenómeno puede explicarse por la mejor condición hidrológica y por ende mayor capacidad para retener agua en las partes altas de la cuenca, pues la disponibilidad de agua en este período, favorece la supervivencia de los moluscos. Por el contrario, durante la estación seca, en la sección estuarina del sistema hidrológico de Río Indio, se observó una reducción significativa en abundancia, diversidad y biomasa, lo que puede asociarse a la disminución del flujo de los ríos y la entrada de una cuña salina. Entre las especies de moluscos acuáticos encontradas en las cuencas de los Ríos Indio, Toabré y Caño Sucio tenemos:

- *Anadara sp.*
- *Corbicula fluminea*
- *Tellina sp.*
- *Acmaea sp.*
- *Calliostoma sp.*
- *Nerita sp.*
- *Pomacea sp.*
- *Melanoides tuberculata* Müller
- *Oliva sp.*
- *Monilispira sp.*

Entre los moluscos, se identificaron dos especies de interés especial: la almeja asiática *Corbicula fluminea*, por la deposición de conchas y desplazamiento de especies nativas, y el *Melanoides tuberculatus*, un gastrópodo portador de un gusano plano (planaria) que ataca los ojos de varios tipos de aves, provocando un grado severo de ceguera en las mismas.

3.3.2.4.3 Crustáceos

Existen aproximadamente 10,000 especies de decápodos (camarones, langostas, cangrejos) descritas en el mundo de las cuales 46 se han propagado fuera de sus áreas naturales de distribución. De estas, 39 proceden de ambientes marinos – estuarinos y 7 de ambientes dulceacuícolas – estuarinos. La causa de esta dispersión ha sido: accidental, por migración a través de canales de navegación y por introducción voluntaria para fines de cultivo (Rodríguez, 1984). En el cuadro 3-12 se presenta la clasificación taxonómica y el listado de las especies de crustáceos de agua dulce colectados en las tres cuencas.

El número de especies reportadas en el estudio es un indicativo de que la fauna carcinológica es relativamente pobre comparada con las de otras regiones, esto se puede corroborar con la riqueza de especies reportada, existiendo una dominancia de camarones del género *Macrobrachium*, con tres especies, siendo *M. carcinus* la más abundante durante la época de colección.

Cuadro 3-12
Listado y Número Total de Especies de Crustáceos en las Cuencas de los
Ríos Indio, Toabré y Caño Sucio

	Especies de Camarones	Río Indio	Río Toabré	Río Caño Sucio
Sub Orden: Natantia				
Familia: Palaemonidae	<i>Macrobrachium carcinus</i>	263	126	164
	<i>Macrobrachium crenulatum</i>	57	152	29
	<i>Macrobrachium acanthurus</i>	54	26	184
Familia: Atyidae	<i>Atya scabra</i>	218	3	74
	<i>Potimirim glabra</i>	5	116	9
	Especies de Cangrejos			
Sub Orden: Reptantia				
Familia: Pseudothelphusidae	<i>Pseudothelphusa americana</i>	19	ND	ND
Familia: Grapsidae	<i>Sesarma sp.</i>	2	ND	ND
	TOTAL	618		

Fuente: Consorcio LBI, Estudio de Recolección de Datos Ambientales y Culturales

Entre los crustáceos las tres especies de camarón de río (*Macrobrachium carcinus*, *M. crenulatum* y *M. acanthurus*), se consideran de interés especial. Estas son utilizadas como una fuente de alimento por las comunidades de la región, debido a su tamaño. Aunque no existe una tradición en el cultivo de estas especies, la acuicultura del camarón de agua dulce viene mostrando un crecimiento de aceptación como una propuesta económica viable.

3.3.2.4.4 Peces

Durante el inventario realizado por el estudio de recopilación de datos ambientales y culturales, se colectaron en las tres subcuencas un total de 44 especies (Cuadro 3-13). Las especies con mayor representación fueron *Sicydium*, *Bryconamericus emperador* y *Brachyrhaphis cascajalensis*.

Al comparar la riqueza de especies de peces con el hábitat de preferencia de cada una de ellas se encontró que del total de las 44 especies colectadas, 33 especies se encuentran en las áreas de bajura, donde la corriente es lenta, 21 especies se encuentran en el sistema hídrico de altura y 26 especies en las áreas más cercanas al estuario (Ver Tabla No. 2 en el Anexo 3). Los resultados muestran que, a pesar de que en algunos hábitat se colectaron más individuos, la riqueza de especies no es mayor.

Cuadro 3-13
Familias, Géneros y Especies de Peces Colectados en la ROCC

Familia	Género	Especie
Aplocheilidae	<i>Rivulus</i>	<i>sp.</i>
Atherinidae	<i>Atherinella</i>	<i>chagresi</i>
Characidae	<i>Astyanax</i>	<i>aeneus</i>
Characidae	<i>Brycon</i>	<i>chagrensis</i>
Characidae	<i>Brycon</i>	<i>obscurus</i>
Characidae	<i>Bryconamericus</i>	<i>emperador</i>
Characidae	<i>Compsura</i>	<i>mitoptera</i>
Characidae	<i>Gephyrocharax</i>	<i>intermedius</i>
Characidae	<i>Hyphessobrycon</i>	<i>panamensis</i>
Characidae	<i>Roeboides</i>	<i>guatemalensis</i>
Characidae	<i>Roeboides</i>	<i>sp. nov.</i>
Cichlidae	<i>Aequidens</i>	<i>coeruleopunctatus</i>
Cichlidae	<i>Vieja</i>	<i>maculicauda</i>
Eleotridae	<i>Eleotris</i>	<i>amblyopsis</i>
Eleotridae	<i>Eleotris</i>	<i>pisonis</i>
Eleotridae	<i>Gobiomorus</i>	<i>dormitor</i>
Gobiidae	<i>Awaous</i>	<i>banana</i>
Gobiidae	<i>Gobionellus</i>	<i>sp.</i>
Gobiidae	<i>Sicydium</i>	<i>altum</i>
Haemulidae	<i>Pomadasys</i>	<i>croco</i>
Lebiasinidae	<i>Piabucina</i>	<i>panamensis</i>
Loricariidae	<i>Leptoancistrus</i>	<i>canensis</i>
Loricariidae	<i>Rineloricaria</i>	<i>uracantha</i>
Mugilidae	<i>Agonostomus</i>	<i>monticola</i>
Pimelodidae	<i>Rhamdia</i>	<i>quelen</i>
Pimelodidae	<i>Rhamdia</i>	<i>laticauda</i>
Poeciliidae	<i>Brachyrhaphis</i>	<i>cascajalensis</i>
Poeciliidae	<i>Brachyrhaphis</i>	<i>episcopi</i>
Poeciliidae	<i>Brachyrhaphis</i>	<i>roswithae</i>
Poeciliidae	<i>Poecilia</i>	<i>gillii</i>
Rhamphichthyidae	<i>Brachyhypopomus</i>	<i>occidentalis</i>
Synbranchidae	<i>Synbranchus</i>	<i>marmoratus</i>
Syngnathidae	<i>Microphis</i>	<i>brachyurus</i>
Syngnathidae	<i>Pseudophallus</i>	<i>mindii</i>
Trichomycteridae	<i>Trichomycterus</i>	<i>striatus</i>
TOTAL		

Fuente: Consorcio LBI, Estudio de Recolección de Datos Ambientales y Culturales

De las especies de peces registrados en las subcuencas, 25 son consideradas de interés especial (Cuadro 3-14), por las siguientes razones:

- 21 son especies de interés como alimento;
- 2 son especies nuevas pertenecientes a las familias Aplocheilidae (*Rivulus sp.*) y Characidae (*Roeboides sp.*),
- 1 especie rara de la familia Gobiidae (*Gobionellus sp.*) y
- 1 nuevo registro para el área de la familia Engraulidae (*Anchoiella elongata*),

Cuadro 3-14
Lista de Peces de Interés Especial en las tres Cuencas

Familia	Género	Especie	Comentarios	Caño Sucio	Indio	Toabré
Aplocheilidae	<i>Rivulus</i>	<i>Sp.</i>	Especie nueva indeterminada	X	X	
Characidae	<i>Roeboides</i>	<i>sp. Nov.</i>	Especie nueva por determinar	X	X	
Cichlidae	<i>Aequidens</i>	<i>coeruleopunctatus</i>	Importancia como alimento	X	X	X
Mugilidae	<i>Agonostomus</i>	<i>Monticola</i>	Importancia como alimento	X	X	X
Loricariidae	<i>Ancistrus</i>	<i>Chagresi</i>	Importancia como alimento	X		X
Gobiidae	<i>Awaous</i>	<i>Banana</i>	Importancia como alimento	X		X
Rhamphichthyidae	<i>Brachyhyopomus</i>	<i>occidentalis</i>	Importancia como alimento	X	X	X
Characidae	<i>Brycon</i>	<i>chagrensis</i>	Importancia como alimento	X	X	X
Characidae	<i>Brycon</i>	<i>Obscurus</i>	Importancia como alimento	X	X	X
Characidae	<i>Brycon</i>	<i>sp.</i>	Importancia como alimento			X
Characidae	<i>Bryconamericus</i>	<i>emperador</i>	Importancia como alimento	X	X	X
Carangidae	<i>Caranx</i>	<i>Latus</i>	Importancia como alimento	X		X
Eleotridae	<i>Eleotris</i>	<i>amblyopsis</i>	Importancia como alimento	X		X
Eleotridae	<i>Eleotris</i>	<i>Pisonis</i>	Importancia como alimento	X	X	X
Eleotridae	<i>Gobiomorus</i>	<i>Dormitor</i>	Importancia como alimento	X	X	X
Mugilidae	<i>Joturus</i>	<i>Pichardi</i>	Importancia como alimento	X		X
Lebiasinidae	<i>Piabucina</i>	<i>panamensis</i>	Importancia como alimento	X	X	X
Poeciliidae	<i>Poecilia</i>	<i>Gillii</i>	Importancia como alimento	X	X	X
Haemulidae	<i>Pomadasys</i>	<i>Crocro</i>	Importancia como alimento	X	X	X
Pimelodidae	<i>Rhamdia</i>	<i>Quelen</i>	Importancia como alimento	X	X	X
Gobiidae	<i>Sicydium</i>	<i>Altum</i>	Importancia como alimento.	X	X	X
Synbranchidae	<i>Synbranchus</i>	<i>marmoratus</i>	Importancia como alimento	X	X	X
Cichlidae	<i>Vieja</i>	<i>maculicauda</i>	Importancia como alimento	X		X
Engraulidae	<i>Anchoviella</i>	<i>Elongata</i>	Nuevo reporte para el área	X		
Gobiidae	<i>Gobionellus</i>	<i>sp.</i>	Rara	X	X	

Fuente: Louis Berger, 2003.

3.3.2.4.5 Anfibios y Reptiles

Siempre tomando como base la información del estudio de recopilación de datos ambientales y culturales, en la subcuencas de los ríos Caño Sucio, Toabré e Indio se reportaron un total de 65 especies de anfibios, de las cuales 53 especies fueron reportados en Caño Sucio y Toabré y 61 especies en río Indio. Los reptiles reportaron 56 especies, donde 39 se registraron en Caño Sucio, 37 en río Indio y 30 especies Toabré (Ver tabla No 3 en el Anexo 3). Los anfibios representan un 38% y los reptiles un 25% de la población de anfibios y reptiles presentes en la República de Panamá.

Doce especies de anfibios y tres de reptiles fueron encontradas en todos los sitios de estudio y puede decirse que constituyen las especies más comunes. Estas incluyen: el sapo común *Bufo marinus*, el sapo del bosque *Bufo typhonius*, la ranita arborícola *Eleutherodactylus diastema*, tres

ranas neotropicales (*Eleutherodactylus fitzingeri*, *E. taeniatus* y *E. ridens*), dos ranas de cristal (*Hyalinobatrachium fleischmanni* y *H. pulveratum*), la ranita de las hierbas *Leptodactylus labialis*, la rana ternero *Leptodactylus pentadactylus*, el sapito túngara *Physalaemus pustulosus*, la rana arborícola *Smilisca sila*, el meracho *Basiliscus basiliscus*, la víbora equis *Bothrops asper*, y la iguana verde *Iguana iguana*. No obstante, solamente *Bufo marinus*, *Eleutherodactylus diastema* y *Physalaemus pustulosus* son consideradas como especies comunes en todos los sitios.

Entre los anfibios, 36 especies se consideran de interés especial por las razones que se indican a continuación: pertenecen a especies endémicas (ver tabla No.4 en el Anexo 3); son especies que pueden ser potencialmente utilizadas como alimento (*Bufo marinus*, *Leptodactylus insularum*, *L. pentadactylus* y *Rana vaillanti*); y son especies que tienen importancia como indicadores ecológicos de la calidad ambiental. Entre estas últimas se encuentran las ranas cristal de la familia Centrolenidae como: *Centronele ilex*, *C. prosoblepon*, *Cochranella albomaculata*, *C. granulosa*, *C. spinosa*, *Hyalinobatrachium pulveratum* y *H. vireovittatum*.

Por su parte entre los reptiles se pueden mencionar 29 especies que se consideran de interés especial por varias razones. Algunas especies como *Caiman crocodrilus* e *Iguana iguana* están protegidas por las leyes panameñas; la especie, el meracho (*Basiliscus basiliscus*), es utilizada como alimento; y otras especies representan peligro para el hombre. Estas últimas son las especies de serpientes venenosas de las familias Elapidae y Viperidae: *Bothrops Asper* (equis), *Lachesis stenophrys* (verrugosa), *Micrurus stewarti* (coral bicolor) y *M. mipartitus* (coral bicolor).

3.3.2.4.6 Aves

En la evaluación de la avifauna de las tres subcuencas se registraron 275 especies de aves. Es decir, que la avifauna de esta Región representa cerca del 29% de las especies reportadas para Panamá.

Las familias de aves con mayor representación de especies correspondieron a Tyrannidae con 41 especies, Thraupidae con 24 especies, Trochilidae con 17 especies, Parulidae con 16. Se reportaron 14 especies protegidas bajo la ley Panameña en el área de estudio. Entre estas especies se encuentran aves grandes como: el tinamú grande (*Tinamus major*), el tinamú chico (*Crypturellus soui*), la chachalaca cabecigris (*Ortalis cinereiceps*); la pava negra (*Chamaepetes unicolor*); dos palomas, la paloma escamosa (*Columba speciosa*), la paloma piquicorta (*Columba nigrirostris*) y el amazona coroniamarillo (*Amazona ochrocephala*).

Las especies más abundantes correspondieron a: el ermitaño pechicanelo (*Glaucis hirsuta*), ermitaño colilargo (*Phaethornis superciliosus*), ermitaño verde (*Phaethornis guy*), trepatroncos pico de cuña (*Glyphorhynchus spirurus*), trepatroncos gorgianteado (*Xiphorhynchus susurrans*), mosquerito ventriocráceo (*Mionectes olegineus*), mosquerito olivilistado (*Mionectes olivaceus*), alitorcido pardo (*Cnipodectes subbrunneus*), picoplano oliváceo (*Rhynchocyclus olivaceus*), saltarín cuellidorado (*Manacus vitellinus*), saltarín coroniceleste (*Pipra coronata*) y tangará.

En relación con las especies migratorias, se detectaron 26 especies, entre las que sobresalieron por su abundancia en el medio la reinita flanquicastaña (*Dendroica pensylvanica*), reinita pechicastaña (*Dendroica castanea*), reinita verdilla (*Vermivora peregrina*), zorzal de Swainson (*Catharus ustulatus*), reinita acuática norteña (*Seiurus noveboracensis*) y el vireo ojirrojo (*Vireo olivaceo*) (Ver tabla No. 5 en el Anexo 3).

Entre las aves 14 especies silvestres están protegidas por la ley y cuatro son especies raras. Las especies de aves migratorias registradas también se consideran de interés especial pues están sujetas a tratados y convenios internacionales para asegurar su sobrevivencia dado que las mismas requieren de una gran extensión geográfica para completar sus ciclos de vida.

3.3.2.4.7 Mamíferos

En las tres subcuencas se registraron 73 especies de mamíferos; entre ellos, marsupiales, xenarthros (armadillos, osos hormigueros y perezosos), murciélagos, primates, roedores, conejos, carnívoros, un saíno y un venado. La mayor riqueza de especies se obtuvo en el grupo de los murciélagos, de los cuales en su mayoría corresponden a la familia Phyllostomidae. La mayor diversidad al nivel de especie y taxa superiores se encontró en la Subcuenca del río Indio con 49 especies, 44 en Toabré, mientras que en Miguel de la Borda/Caño Sucio se obtuvieron la menor variedad de especies con 29 especies.

De las especies de la familia Phyllostomidae encontradas, la mayoría corresponden al grupo trófico de los frugívoros y la minoría a insectívoros. El segundo grupo de mamíferos mejor representado fueron los roedores, donde las ardillas y ratones estuvieron representados por tres especies. De los carnívoros se registraron diez especies, donde la familia Mustelidae incluyó el gato de agua (*Lontra longicaudis*) y el zorrillo (*Conepatus semistriatus*). Los mamíferos de mayor tamaño fueron el manigordo (*Leopardus pardalis*), el poncho (*Hydrochaeris hydrochaeris*), el saíno (*Tayassu tajacu*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). El resto de los mamíferos de la región son de talla relativamente más pequeña (menos de 12 kg.), donde el tope superior lo ocupa el conejo pintado (*Agouti paca*).

De las 73 especies de mamíferos documentadas en este estudio, 50 están incluidas en las categorías de especies de interés especial. (ver Tabla No.7 en el Anexo 3), principalmente por considerarse en peligro, porque están protegidas por la ANAM y por considerarse especies raras.

3.4 Aspectos Socioeconómicos de las Cuencas de los Ríos Indio, Toabré y Caño Sucio

La información de las características socioeconómicas prevalentes en la cuenca de Río Indio proviene fundamentalmente del Estudio de Recopilación de Datos Socioeconómicos. Durante ese esfuerzo se obtuvo información del Censo Nacional de Población y Vivienda y del Censo Agropecuario, Imágenes del Satélite LANDSAT, fotografías aéreas, información cartográfica de la ACP e información de los distintos ministerios (MINSA, MOP, MEDUC, MIDA). Dicha información fue complementada con el levantamiento de información adicional en campo.

Esta información permitió establecer de manera adecuada, para los propósitos del análisis ambiental, las características de la población que habita en la región de las tres subcuencas y sus áreas aledañas. Sobre todo se ha puesto énfasis en los aspectos que permiten evaluar la vulnerabilidad de la población a las actividades asociadas con el posible desarrollo de una o más opciones de agua que puedan ser seleccionadas para ejecución.

Es importante señalar que en términos generales la ROCC es una región extremadamente pobre con un ingreso promedio que es menos de la tercera parte del promedio nacional, con muy poca infraestructura social y de servicios. Económicamente la región no es autosuficiente y el PIB regional representa menos de la mitad del ingreso total, que subsidiado por remesas y transferencias del exterior. Por consiguiente, la esperanza de vida, y otros indicadores de calidad de vida son bajos, y la población, especialmente las mujeres jóvenes, tienden a emigrar hacia los centros urbanos en busca de mejores condiciones de vida.

3.4.1 Características de la Población

Las tres subcuencas abarcan aproximadamente 123,362 ha del total de la ROCC, comprenden 17 corregimientos, distribuidos en seis Distritos (Antón, La Pintada, Penonomé, Chagres, Donoso y Capira) de 3 Provincias (Coclé, Colón y Panamá). En la ROCC se empadronaron en total 35,727 personas, en el Censo del 2000, encontrándose 1,728 en la subcuenca de Caño Sucio, 7,641 en la de Río Indio y 26,348 en Coclé del Norte que incluye la subcuenca de Toabré. En total se encuentran 500 lugares poblados dentro de la ROCC.

3.4.1.1 Demografía

Según la información del censo de población y vivienda del año 2000, la cuenca de Río Indio presenta una densidad de 20 hab./Km², siendo esta es la mayor densidad poblacional de las cuencas dentro de la ROCC. Entre los corregimientos que componen esta área se destaca, con la mayor densidad poblacional, el Corregimiento Chiguirí Arriba (45 hab./Km²), El Valle (40 hab./Km²), el cual es seguido por La Encantada (31 hab./Km²). Sin embargo, para fines de comparación es importante mencionar que la densidad de población a nivel nacional es de 38 hab./Km², en la Provincia de Panamá es de 116 hab./Km², en Colón 42 hab./Km² y en Coclé (41 hab./Km²).

Entre las tres subcuencas, el 23% de los lugares poblados tienen menos de 10 habitantes; mientras que el 66% viven en localidades con menos de 50 habitantes, lo cual refleja la gran dispersión demográfica que existe en el área. Por otra parte, también es importante señalar que en un 32% de localidades habitan de 50 a 500 residentes. La cuenca de Río Indio ocupa el segundo lugar, en lo que respecta a la mayor concentración de población, en la Región Occidental, después de Coclé del Norte.

3.4.1.1.1 Crecimiento de la Población

La comparación de los datos de población del censo del 2000 con el censo de 1960 sugiere que la población, en las cuencas, se triplicó durante ese período de 40 años, pues el censo de 1960 reportó un total de 6,599 habitantes, mientras que en el 2000 reportó un total de 18,586 habitantes para el mismo área. Ese crecimiento sin embargo no ha sido uniforme durante el período sino que muestra un mayor incremento poblacional en las décadas del 60 y del 80; un poco menor en la del 70, alcanzando su más bajo nivel en la década del 90. En la última década reportada (1990-2000) la tasa es de solamente 0.1%, muy inferior al total del país, que alcanzó el 2% anual en la misma década.

La tasa de fecundidad por subcuenca corresponde a 6.4 hijos por mujer en Indio, 5.8 hijos por mujer en Toabré y de 5.6 en Caño Sucio, lo cual en todos los casos es casi o más del doble del promedio nacional (3 hijos por mujer). La mortalidad infantil es también alta (34 por mil nacidos vivos) en la ROCC en comparación con la media nacional (23 por mil). Por otra parte, al comparar la mortalidad general del año 2000 con el año 1990, se observa un aumento importante en la Esperanza de Vida al nacer, la cual varía de 65 años a 68.5; es decir, que se produjo una ganancia de un poco más de 3 años de vida, en un período de 10 años. Sin embargo esta continúa por debajo de la media nacional de 74 años.

Cuando se compara el crecimiento vegetativo (natalidad menos mortalidad) de la población de la ROCC fue de 29 por 1,000 habitantes (2.9%), con el crecimiento neto (0.1%) se encuentra un diferencial que solamente puede ser explicado por la existencia de un alto flujo de emigración hacia otras regiones del país. Este fenómeno explica el crecimiento negativo experimentado en los territorios significativos dentro de las subcuencas, en la década 1990-2000.

También se observan otros flujos migratorios internos. Según el Censo del 2000, el porcentaje de personas nacidas en un distrito diferente al de empadronamiento, varía de 29% en Chagres hasta un 9% en Penonomé. Por lo tanto, Donoso (26%), Antón (22%) y Chagres, se perfilan como los mayores receptores de población foránea; siendo menor esta incidencia en Capira, La Pintada y Penonomé (13%).

En resumen se puede decir que en la ROCC, los distritos de Antón y Penonomé, se observa un saldo migratorio negativo (-18%), mientras que en Donoso y Chagres, la cantidad de personas que llegan y salen del distrito se compensan, resultando un saldo migratorio neto muy bajo.

3.4.1.1.2 Composición de la Población

En la cuenca de Río Indio el índice de masculinidad es de 120 hombres por cada 100 mujeres, el más alto de toda la ROCC; en la cuenca de Caño Sucio es de 112 hombres por cada 100 mujeres y en la cuenca de Toabré es de 116 hombres por cada 100 mujeres. Esto sugiere que la mayoría de emigrantes son mujeres que se trasladan a las áreas urbanas donde trabajan principalmente como domésticas. Por otro lado, la estructura por edad, es similar en las tres cuencas (aproximadamente 45% menores de 15 años) y similar a la vez a otras áreas de la ROCC, lo cual muestra una mayor proporción de jóvenes que el promedio nacional (32% menores de 15 años).

3.4.1.1.3 Educación y Escolaridad

Las principales características educativas indican un nivel de educación elemental, con alta deserción escolar.

- a) *Alfabetismo.* El porcentaje de alfabetismo en la subcuenca de Caño Sucio es del 13%, en Río Indio es del 10% y en Toabré se estima cerca al 9%. Estos resultados reflejan un nivel de instrucción que no alcanza los 5 años.
- b) *Nivel de instrucción.* El nivel de instrucción promedio de la región es básico. Según el Censo del 2000, el promedio/habitante es de 5 años aprobados, para la población de 4 años y más de edad.

- c) *Asistencia escolar.* Según la Encuesta del 2001, la población de 6-15 años de edad, la quinta parte de la población en edad escolar no asiste a la escuela. La marginalidad escolar es mayor en Río Indio (37% de asistencia) y menor en Toabré; quedando Caño Sucio en una posición intermedia.

3.4.1.1.4 Características Económicas

Un total de 11,976 personas de la población de la ROCC, de 10 años y más de edad, fueron clasificadas como la población económicamente activa (PEA). Esto refleja una tasa alta, (49%) de participación de la población en la actividad económica, la cual está asociada a una baja tasa de desocupación (6%). La tasa de participación en la actividad es mayor en la subcuenca de Caño Sucio (53%), y Río Indio (51%), mientras que en Coclé del Norte se registra la más baja (48%). A continuación se describen el tipo de actividades, las categorías de empleo y el nivel de ingresos generados por esa PEA.

- a) *Actividades Económicas.* La subcuenca de Río Indio se caracteriza por ser una de las más dependientes de la explotación agropecuaria (90% de la población ocupada). En general las actividades son similares al resto de la ROCC. Los hombres y las mujeres se ocupan en mayor medida de las actividades Agropecuarias: entre un 84 y 92% en los hombres y 33 a 41%, en las mujeres. Para los hombres, las demás actividades pierden importancia, no así para las mujeres, donde es importante la participación en las industrias manufactureras y en los servicios domésticos.
- b) *Categoría de las ocupaciones.* La mayor parte de los hombres en las subcuenca de Caño Sucio, y Río Indio (70% de los hombres y 35% de las mujeres) trabajan por cuenta propia. Para fines de comparación se puede mencionar que a nivel nacional solamente el 40% de los hombres y el 16% de las mujeres trabajan por cuenta propia.
- c) *Nivel de ingresos.* En la subcuenca de Río Indio, se observan los niveles más bajos de ingreso de toda la ROCC. La mediana del ingreso mensual de los varones es de B/.68 y de las mujeres B/. 91. En las subcuenca de Caño Sucio la mediana del ingreso percibido es de B/.64 en los hombres y B/.79 en las mujeres, mientras que en Toabré es de B/.67 y B/.66 respectivamente. Para fines de comparación se debe tener en cuenta que la mediana de ingreso mensual a nivel nacional es de B/.271 mensuales (B/.268 para los hombres y B/.278 para las mujeres). Al nivel de las Provincias, la mediana del ingreso mensual en Coclé es de B/.173, en Colón de B/.277 y en Panamá B/.337. Todas son cifras del año 2000.

3.4.1.1.5 Características de las Viviendas

Según el análisis de la información de los Censos de 2000 entre las tres subcuencas se empadronaron 5284 viviendas particulares ocupadas, dando un promedio de 5 personas por vivienda. Las principales características de esas viviendas se presentan en los párrafos a continuación.

Desde el punto de vista de la tenencia y año de construcción, el 95% del total de las viviendas particulares ocupadas se consideran "Propias" y aproximadamente la mitad de ellas fueron construidas entre 1990 y el año 2000. Por su parte, desde el punto de vista de las características funcionales se puede decir que el 7% de las viviendas no tiene servicio sanitario, un 37% no dispone de agua potable, el 76% tienen el piso de tierra y el 93% no dispone de energía eléctrica. En la mayoría de las viviendas se cocina con leña, lo cual explica las altas tasas de deforestación prevalecientes en el área. Finalmente, desde el punto de vista de la comunicación se debe mencionar que un 79% de las viviendas disponen de radio, pero ninguna dispone de teléfono residencial.

3.4.1.1.6 Perspectiva Futura de Evolución de la Población

Si no se desarrollan obras de ingeniería que permitan aprovechar los recursos hídricos de la región de la Cuenca del Canal, es de suponer, que la población siga la tendencia histórica de crecimiento. En 20 años, la población de la Región Occidental alcanzaría a tener unos 46,000 habitantes, de las cuales, casi 2,500 vivirían en Caño Sucio, alrededor de 9,000 en Río Indio y 34,500 en Coclé del Norte que incluye a la subcuenca de Toabré en todos los análisis.

En cuanto a la estructura por edad, la población del 2020 sería un poco menos joven que la actual, presumiéndose un aumento de la población en las edades activas (15-64 años) y en las de 65 y más, lo cual favorecería ligeramente el desarrollo económico del área. La población infantil de menos de 5 años, llegaría casi a 7,000 y la de edad escolar (5 -14 años) sería un poco menos de 12,000. En cuanto a la población en edades activas (15 - 64 años), ésta sumaría un poco mas de 27,000 personas.

3.4.1.2 Epidemiología y Salud Pública

En la cuenca de Río Indio, la estructura física existente relacionada con la atención médica a la población consiste de 16 puestos de salud de baja complejidad, de los cuales 14 estaban operativos. En Toabré existen 11 instalaciones de salud, de las cuales 2 son Centros de Salud y 9 son Puestos de Salud, mientras que en Caño Sucio hay 1 sólo Puesto de Salud. Estas

instalaciones prestan servicios a la población, que efectivamente tiene acceso a esas instalaciones de salud. El restante debe adquirir servicios de salud en sitios más distantes.

En cuanto a la mortalidad general, las subcuencas de Toabré, Caño Sucio y Río Indio, Como en el resto de la Región Occidental, se presentan tasas de mortalidad superiores a los del promedio del país. En 1990, la mortalidad en la región fue de 8.3/1000 y en el 2000 la tasa fue de 8.6/1000 habitantes. La población del corregimiento de Río Indio es la que registra un mayor índice de vulnerabilidad, incluyendo defunciones de niños por diarrea y afecciones perinatales asociadas a condiciones de saneamiento básico deficiente.

La morbilidad es constante en todas las áreas, caracterizado por enfermedades infecciosas prevenibles (diarrea, parasitosis, piodermatitis y leishmaniasis) asociadas a hábitos de higiene de comunidades pobres. La enfermedad crónica de mayor prevalencia en todas las áreas es la hipertensión arterial.

Entre las enfermedades producidas por vectores la leishmaniasis es la más importante; lo que constituye un problema de salud pública, que pareciera aumentar en esta cuenca, lo que pareciera que ésta área es el hábitat natural del reservorio.

3.4.2 Características de la Actividad Económica en la Subcuencas

La actividad económica de la región está desigualmente distribuida entre las subcuencas con mayor participación de la cuenca de Toabré, comprendida dentro del 75% estimado para Coclé del Norte, seguida de Río Indio y finalmente por Caño Sucio.

La economía regional es poco monetizada por la débil conexión física con los mercados de consumo y la baja comercialización del ganado. La región recibe un alto nivel de transferencias externas: 39% del valor del consumo total. De hecho, la región no es autosuficiente, puesto que recibe en transferencias el equivalente a 134.7% de su PIB. El ingreso per capita regional es de B/.547 por año y el nivel promedio de ingreso corresponde B/. 46.00 mensuales. La región entera es considerada como pobre, bajo los criterios del mapa de pobreza del país.

La actividad agropecuaria es la actividad principal y representa el 42% de la producción económica regional, mientras que el sector de servicios aporta un 35% del total de la producción interna de la región. Dentro de la actividad agropecuaria la agricultura tiene mucho mayor importancia económica que la ganadería. Aunque esta última ocupa un 36% de la superficie de la cuenca solamente aporta un 17% al PIB regional.

La agricultura es la actividad principal, produciéndose granos básicos (arroz, maíz) y cultivos permanentes (café, plátano). La agricultura cubre el 43% de la superficie en explotación y representa el 42% del PIB regional. La agricultura de granos básicos es principalmente para el autoconsumo, mientras que el café es para la venta fuera del área. Aunque la región produce arroz y plátano, es compradora neta de estos productos.

Dentro de las actividades agrícolas, las que más contribuyen al PIB son los cultivos permanentes y la agricultura de subsistencia. La agricultura de granos básicos (arroz, maíz) y los tubérculos aportan el 42% del PIB regional. El rubro más importante y el que genera excedentes monetarios para el intercambio con el exterior es la agricultura permanente, siendo los principales cultivos el café y el guineo, plátano, naranjas y pixbae, entre otros.

3.4.2.1 Uso de la Tierra

Los usos principales de la tierra (Cuadro 3-15) se corresponden con la descripción de las actividades agropecuarias mencionadas anteriormente, siendo las categorías dominantes los matorrales y rastrojos, los pastos para ganadería extensiva y los bosques secundarios/intervenidos.

Las subcuencas de Toabré y Río Indio contienen una gran extensión de matorrales-rastrojos; los cultivos de la agricultura mixta/migratoria utilizan el 1.3% de la superficie. Las áreas de bosques secundarios/intervenidos se ubican principalmente en Río Indio (30%), Toabré (17%) y Caño Sucio con un 14% del área total. La cuenca de Río Indio es la que presenta la menor existencia de bosques densos tanto de tierras altas como de tierras bajas (3.09 %) en la ROCC. Los pocos relictos tienden a concentrarse en el sector central y sureste de la cuenca, aunque también existen pequeñas áreas de bosques densos de tierra baja en el área de drenaje. Las áreas ocupadas por bosques de galería representan un 0.8%.

Cuadro 3-15
Uso de la Tierra en el Área de Estudio por Categoría

CATEGORÍA	1998 – 2000	
	Superficie (ha)	%
Bosques Denso Poco Intervenido de Tierras Altas	113	0.09
Bosque Denso Poco Intervenido de Tierras Bajas	3,419	2.77
Bosque Secundario/Intervenido	27,948	22.66
Matorral y Rastrojo	45,588	36.96
Área de Ganadería	44,498	36.08
Cultivos Anuales	1,602	1.30

CATEGORÍA	1998 – 2000	
	Superficie (ha)	%
Agua	171	0.14
Total	123,339	100

Fuente: URS-Dames & Moore, SIG, 2003.

La tendencia proyectada basándose en los resultados obtenidos en el estudio de recopilación de datos socioeconómicos es que, en el futuro, los bosques secundarios se reduzcan aún más a medida que son utilizados como potreros, en especial en los Corregimientos de Santa Rosa y Río Indio.

También es posible que si no se ejecuta alguna de las opciones de agua, un uso que se espera se intensifique en el futuro es la actividad minera. Actualmente, existen 27 áreas bajo la categoría de Solicitudes y Concesiones Mineras, algunas de ellas se localizan totalmente dentro de la región y otra parte en otras provincias. Las áreas que han sido clasificadas bajo la categoría de Solicitud y de Concesiones de minerales metálicos en toda la ROCC y sus áreas inmediatamente adyacentes, suman un total de 280,167 hectáreas. De esas aproximadamente un 12% se encuentran dentro de los límites de la cuenca de Río Indio, el 5% corresponde a la subcuenca de Toabré; 1,2% a la de Caño Sucio.

3.4.2.2 Patrones de Tenencia de la Tierra

En la ROCC se registraron 2,197 explotaciones agropecuarias legalizadas que ocupan 39,035 has. Dentro de la superficie ocupada, la mayor cantidad de tierras posee fincas comprendidos entre 20 y 50 ha, las cuales ocupan el 36% de la superficie antes mencionada.

Sólo el 18% de toda la superficie de la Región Occidental se encuentra bajo algún régimen legalizado de tierras. Prácticamente el 80% de la superficie total no está registrada o legalizada. El rango de porcentaje de tierra no registrada va de 60% en Toabré, 82% en Coclé del Norte y 83% en Caño Sucio. Aunque la situación de la tenencia de la tierra, en la cuenca del Río Indio, no llega a niveles óptimos se percibe un mayor interés de parte de los finqueros por legalizar las tierras en relación con otras áreas de la ROCC. Así tenemos que del total de explotaciones existentes en la cuenca de Río Indio, el 33% de todas las fincas han sido legalizadas con título de propiedad o bajo derecho posesorio. Estas unidades de producción representan el 39% de las tierras ocupadas, las han sido ya legalizadas.

3.4.2.3 El Valor de la Tierra

No existen valores catastrales de la tierra dentro de las subcuencas ya que las mismas son determinadas por solicitudes de interesados. En la cuenca de Río Indio el área tiene valores de B/. 200.00 la hectárea correspondiente a terrenos con vocación agrícola. Entre los valores identificados se destacan los que oscilan entre los B/. 30.00 y B/. 50.00 la hectárea; estos corresponden a un uso potencial de bosques y cultivos forestales que estén situados a menos de 5 Km de las carreteras permanentes y semi-permanentes. Las tierras que tiene una vocación agrícola y agrícola ganadera tiene las siguientes categorías: B/. 50.00 – 80.00 de B/. 100.00 a 120.00/ha y de B/. 100.00 a 200.00/ha.

Cuadro No. 3-16
Distribución de las Categorías de Valor de la Tierra en las Subcuencas

Categoría de Valores	Caño Sucio	%	Toabré	%	Indio	%	Total	%
Bajos	11,252.5	95.05	33,048.2	45.4	12,288.9	31.8	56,589.6	45.9
Medios	80.6	0.68	13,172.0	18.1	3,840.3	9.9	17,092.9	13.9
Relativamente Altos	461.8	3.90	23,540.7	32.3	20,085.0	52.0	44,087.4	35.7
Valores Altos	44.0	0.37	3,102.5	4.3	2,421.1	6.3	5,567.6	4.5
Totales	11,838.9	100	72,863.4	100	38,635.2	100	123,337.5	100

Fuente: Sistema de Información Geográfica, URS-Dames & Moore, 2003.

Los valores relativamente altos, se localizan en Miguel de La Borda, El Guásimo, Norte y Sur de Llano Grande, Toabré, Pajonal y el Este del área de estudio en los corregimientos de Santa Rosa y Cirí Grande. Son tierras de uso potencial agrícola – ganadero y están a un kilómetro o menos de distancia de los ríos.

Las tierras con valores medios, corresponden a manchas y franjas aisladas de tierras con un uso potencial para la ganadería que se localizan a un kilómetro o menos de distancia de los ríos o de áreas con potencial de uso combinado agrícola – ganadero que están a cinco kilómetros o menos de los ríos en los corregimientos de Miguel de La Borda, Tambo, Cirí Grande y La Encantada.

Las tierras de valores altos están fuera del área y concentradas en las proximidades de los poblados cerca de la red vial mejorada. Se presentan en La Pintada, El Valle, El Cacao, Icacal y San Miguel. También están en las proximidades del Río Toabré al este de Santa Rosa y en los corregimientos de Río Indio y Salud.

En la Subcuenca de Caño Sucio, predominan los valores bajos (95.05%), sólo se presentan áreas de escasa extensión, que corresponden a las tierras de valores relativamente altos (3.90%). Esta

situación se debe al uso potencial y la accesibilidad, por otro lado los valores altos solo adquieren un 0.31%.

En la Subcuenca de Río Indio, hay valores relativamente altos (52.00%) y bajos (341.8 %). Los primeros en el área central de la subcuenca (Santa Rosa y Río Indio), mientras que los segundos se presentan hacia el norte y sur de la misma.

En la Subcuenca de Toabré, los valores bajos (45.4%) y relativamente altos (32.3%) predominan. Estos últimos se presentan en función de la vía fluvial Toabré – Coclé del Norte, los valores medios alcanzan un .18% y los altos solo alcanzan el 4.3%.

3.4.3 Infraestructura de Servicios Públicos y Comunitaria

El estudio de recopilación de datos socioeconómicos permitió conocer el tipo, calidad e importancia económica de la infraestructura existente en toda la Región Occidental, que incluye las tres subcuencas en estudio. Esta se describe brevemente en nueve categorías, que se mencionan a continuación:

- **Caminos y Puentes:** La información obtenida indica que existen 1,838 kilómetros lineales de caminos. El 90% corresponde a caminos de herradura, el 5% a caminos de verano y el 5% restante a caminos permanentes. En lo que respecta a la cantidad de puentes entre las tres subcuencas hacen un total de 54 puentes.
- **Energía Eléctrica:** En la región no se registraron elementos significativos de infraestructura eléctrica. Sin embargo de acuerdo al inventario realizado en la región se registró un tendido eléctrico y 32 postes. Se encontró solo una estructura relacionada con la generación eléctrica asociado a edificio administrativo en el poblado de El Limón en el corregimiento de Tulú.
- **Agua Potable:** Se documentó la existencia de 12 fuentes de abastecimiento de agua potable. De éstas, 7 están localizadas en la subcuenca del Toabré y dos en la subcuenca del Río Indio. Adicionalmente, una fuente fue identificada en el área de drenaje del Río Miguel de la Borda, y una a lo largo del Río Indio. De las 12 fuentes detectadas 4 son subterráneas (pozos) y 8 son superficiales (quebradas). Los pozos tienen profundidades de 1 metro a 7 metros. Todas las fuentes tienen agua durante el año. Se identificaron un total de 42 elementos de la infraestructura de almacenamiento de agua potable (tanques, represas, otro): 16 en Toabré y 27 en Río Indio (24 tanques y 3 no especificados). No se registró ninguna infraestructura de

este tipo en Caño Sucio. También se identificaron ocho estructuras de almacenamiento en las áreas de drenaje, seis a lo largo del Río Indio y dos a lo largo del Río Miguel de la Borda.

- **Manejo de Aguas Residuales:** No existen redes de alcantarillado, plantas de tratamiento de aguas servidas o tanques sépticos comunitarios. Según los registros del Ministerio de Salud en la región existen 31 tanques sépticos entre individuales y privados registrados en la Región.
- **Comunicaciones:** Según el estudio de recopilación de datos socioeconómicos, existen de 35 elementos de telecomunicaciones en el área de estudio, incluyendo cuatro teléfonos públicos, una antena y un elemento no identificado. Todos estos equipos utilizan paneles solares para el suministro de la energía eléctrica necesaria para su funcionamiento.
- **Escuelas:** En las subcuencas bajo estudio se documentó la existencia de 66 escuelas: 25 están localizadas en la subcuenca de Toabré, 34 en Río Indio y 7 en Caño Sucio. La mayor parte de estas incluyen educación primaria, hasta el sexto grado.
- **Salud:** La infraestructura de salud comprende los edificios que funcionan como puestos de salud, subcentros de salud y centros de salud. Esta infraestructura se describió anteriormente.
- **Otras Infraestructuras:** En esta categoría se agrupan otras infraestructuras sociales como edificios gubernamentales o municipales (incluyendo puestos de policía y estaciones de bomberos), instalaciones recreativas y deportivas, cementerios, iglesias, vertederos de basura, piqueras y paradas de buses.

En relación con la infraestructura institucional (oficinas administrativas de alguna dependencia estatal, municipal o local), se detectó la existencia de 33 edificaciones, 5 ubicadas en Toabré, 25 en Río Indio y 3 en Caño Sucio. Entre estas tenemos que 7 son estructuras institucionales, 8 estructuras recreativas, 8 cementerios y 15 iglesias.

3.5 Recursos Arqueológicos en las Cuencas de los Ríos Indio, Toabré y Caño Sucio

Arqueológicamente, Panamá se divide en tres regiones: El Gran Darién, que yace en su mayoría al este de la ROCC; El Gran Coclé, localizado al oeste de ROCC y abarca el resto del área del proyecto; y el Gran Chiriquí, ubicado al oeste del área de la ROCC. Aunque sobre la base de la investigación actual estas áreas definidas culturalmente corresponden a la fase tardía del período precolombino, se hace referencia a las mismas en todo el contexto cultural siguiente.

- **Período Paleo-indio.** Teniendo en cuenta los hallazgos en sitios tales como Monte Verde en Chile, se considera ahora posible la presencia de sitios arqueológicos de más de 12-14 mil años en Panamá. Excavaciones recientes en yacimientos como la cantera de Nieto y Cueva de los Vampiros, la última en la cuenca del Río de Santa Marías, documentó la presencia de puntas estriadas en yacimientos subterráneos⁽⁶⁹⁾, lo cual se considera un fuerte indicio a favor de esa hipótesis. Es probable que las poblaciones que vivían en Panamá central hace unos 7-10 mil años atrás consistía de pequeños grupos nómadas, según sugieren los abrigos rocosos (o refugios de piedra) disponibles⁽²⁴⁾.
- **Período Precerámico (8000 – 2900 AC).** Se han excavado una serie de sitios Precerámicos en Panamá, lo que incluye abrigos rocosos, sitios abiertos y un montículo de conchas de mar⁽²³⁾. Los abrigos rocosos parecen haber sido usados durante todo el período precerámico. Los hallazgos del Cerro Mangote que datan de hace 5-7 mil años demuestran la importancia de los recursos costeros en la dieta de las poblaciones precerámicas⁽²⁴⁾.
- **Período Cerámico Temprano 2900 AC – 500 AC.** Las cerámicas de Monagrillo aparecen a partir del 2400 AC y se confirma el uso del maíz alrededor del 1500 AC⁽²³⁾. La transición del período precerámico a cerámico en la región Coclé se observa en sitios tales como Cueva de los Ladrones, Refugio Aguadulce y Cueva de los Vampiros⁽²³⁾. La recolección diversa de fauna (por ejemplo, ciervos, iguana, aves, peces y mariscos) que se observa en sitios de este período muestra un énfasis continuo en prácticas diversas de caza y recolección.
- **Período Cerámico Medio (500 AC – 750 DC).** Para el período entre 300 AC – 500 DC, se establecieron grandes aldeas permanentes dedicadas al cultivo de maíz. Estas aldeas (por ejemplo, Sitio Serra) de casas de techo de paja y paredes de palma, fueron ocupadas por comunidades que cultivaron maíz y que mantenían cementerios familiares dentro de las aldeas⁽²³⁾. Los entierros primarios flexionados son hallazgos típicos en estos cementerios.
- **Período Cerámico Tardío (DC 750 – 1500).** Este período fue testigo de la consolidación de asentamientos en aldeas con un núcleo central y la elaboración de prácticas de entierro. Lo último incluye la práctica de entierros en urnas en montículos construidos. La cerámica comenzó a mostrar un mayor uso de diseños zoomórficos y se construyeron vasijas más grandes, algunas para uso como urnas funerarias. En los últimos siglos antes de la llegada de los españoles, persistían las aldeas nucleadas en la región pero su número disminuyó. Los entierros en urna y montículos se convirtieron en algo común y las tradiciones estilísticas cerámicas se diferenciaron regionalmente cada vez más. En Panamá Central, los diseños de cerámica se hicieron más estilizados con diseños rectilíneos y decoración modelada

sobrepintada⁽²³⁾ (Tabla 10.1:271). Para el tiempo de la conquista, la mayoría de la población se encontraba a lo largo de la costa y dentro de valles más fértiles.

Aunque no se puede catalogar como un inventario exhaustivo, el estudio de recopilación de datos ambientales y culturales revisó 11 sitios conocidos en la ROCC e identificó 72 sitios más (ver Figura 3-9). Con este aporte la distribución actual de sitios conocidos en la ROCC se sesga hacia localizaciones ribereñas. Específicamente, en las cuencas de Río Indio, Toabré y Caño Sucio existen varios sitios importantes que se describen a continuación:

- **Uracillo / Pn-50.** Es una aldea sobre la que informara Stirling en 1951. Éste es uno de los sitios más importantes en la ROCC y tiene importancia tanto regional como nacional. Fue ocupado en el Período Cerámico Medio y llegó a su apogeo para el 750 – 900 DC. Stirling informó sobre terrazas modificadas artificialmente, que pueden contener tumbas, hay tumbas cerca de la iglesia y ha habido hallazgos de piezas de oro por parte de residentes locales. El sitio ofrece la oportunidad de estudiar un centro regional importante para el período, su posición como asentamiento de tierras bajas interior (frontera) y su lugar en las redes de intercambio regional.
- **Cantera Prehistórica / Cp-52.** Este es otro sitio importante en esta cuenca es donde se obtuvo material lítico criptocristalino. Una prospección de esta área y la región que la rodea podría brindar información valiosa dado que muchas piezas del período paleoindio y Precerámico están hechas con este materia prima y se puede descubrir sitios de canteras adicionales (por ejemplo, Cp-62) de gran importancia. Este sitio también tiene importancia regional y nacional en relación con las primeras tecnologías y el uso de materia prima en Centroamérica y el área más amplia del Caribe.
- **Caserío / Cp-41.** Este es un sitio de potencial moderado en la cuenca de Río Indio que incluye varios abrigos rocosos y un caserío, el cual data de aproximadamente 550– 750 DC y contiene entierros documentados. Si se realizan excavaciones adicionales en el sitio, se podría obtener información sobre las prácticas funerarias y datos sobre las características de aumento de la complejidad social de este período. El área inmediatamente adyacente puede también contener datos valiosos sobre las fuentes de materia prima.
- **Otros Sitios.** Otros sitios, principalmente de abrigos rocosos incluyen algunos cementerios (Cp-44; Pn 21), algunos con petroglifos (Cp-37 y Cp-43) y otros con el potencial de contener depósitos sellados intactos, (por ejemplo C-35 y Cp-58). El potencial de investigación futuro

incluye el registro de los petroglifos y la excavación intensiva del sitio Cp-58 y algunos caseríos con talleres líticos (Do-66).

3.6 Valores Escénicos, Recreativos y Turísticos

Como se indicó anteriormente el mejor uso que se podría dar a los paisajes de la cuenca de Río Indio incluyen la producción de agua de buena calidad y la utilización de su valores escénicos, de biodiversidad e históricos dentro de un esquema de desarrollo sostenible basado en parte en actividades turísticas. Es importante señalar que existe una alta compatibilidad, entre estos usos de los ecosistemas forestales de características frágiles, y la producción de agua de buena calidad que interesa a la ACP para el abastecimiento de las operaciones del canal y el agua potable para los centros urbanos.

3.6.1 Paisajes Ecológicos

En la ROCC se pueden observar cinco paisajes ecológicos principales, los cuales se corresponden con las Zonas de Vida⁽⁷⁷⁾. Estos bioclimas son: el paisaje del Bosque muy Húmedo Montano Bajo, Bosque muy Húmedo Premontano, Bosque muy Húmedo Tropical, Bosque Húmedo Tropical y el paisaje del Bosque seco Tropical.

- **Paisaje Ecológico del Bosque muy Húmedo Montano Bajo.** Se encuentra en el rango altitudinal más alto entre los 1250 y 1440msnm y solamente ocupa una pequeña porción de la superficie (0.1%), la mayor parte de la cual se encuentra con bosque primario y el resto con bosque secundario y rastrojo, dentro del Parque Nacional General Omar Torrijos Herrera Este es un paisaje muy especial y único por las especies de flora y fauna que allí se encuentran.
- **Paisaje Ecológico del Bosque muy Húmedo Premontano.** Ocupa un rango de elevación entre 600 a 1250msnm cubriendo aproximadamente el 5.9 % de la región. Se encuentra ocupando el piso altitudinal inmediatamente por debajo del bosque. En este paisaje el ecosistema ribereño ha sido destruido en un 76% de su área total y sustituido por asentamientos humanos, cultivos hortícolas y ganadería.
- **Paisaje Ecológico del Bosque muy Húmedo Tropical.** Ocupa dos zonas altitudinales. Desde el nivel del mar en el Atlántico hasta los 100msnm y entre 100 y 600msnm. Es el paisaje con mayor proporción de bosques y el más intacto. En total ocupa el 25.1% del área de estudio, concentrándose en su parte más occidental. En la zona altitudinal hasta 100msnm el sistema ribereño de 11,254.5 ha de las cuales el 51.3% están ocupadas por bosques. En la

zona altitudinal entre 100 y 600msnm el sistema ribereño tiene una cobertura del 58% de bosques.

- **Paisaje Ecológico del Bosque Húmedo Tropical.** Este paisaje es el más extenso y ocupa el restante 60.3 % del área. Los bosques maduros ocupan sólo el 9% de este paisaje que en su mayoría se encuentra muy fragmentado y en estado relictual, principalmente en las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré. El sistema ribereño ha sido destruido, quedando sólo entre el 5% y el 5.7% en bosques.
- **Paisaje Ecológico del Bosque Seco Tropical.** Ocupando una pequeña parte del contexto paisajístico al sur de la región. El 86.7% de este paisaje se encuentra en la zona altitudinal de 100-600msnm y conserva menos del 2% de su cobertura forestal. El sistema ribereño ha sido deforestado casi en su totalidad.

Con la excepción del Bosque Seco Tropical, las condiciones típicas de estos paisajes, permiten calificar a la ROCC como gran productora de aguas. Sin embargo, la mayor parte de sus bosques primarios han sido destruidos, incluyendo los corredores fluviales, lo cual disminuye su valor actual como un área de potencial desarrollo turístico, a menos que se implemente un programa de recuperación y mejoramiento de esos valores. Para ello se deben tener en cuenta el estado de cada uno de los tres tipos de hábitat boscosos descritos anteriormente y cuya condición se resume a continuación:

- el **bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado de tierras bajas**, se encuentra en situación de peligro, por lo que necesita de una inmediata intervención si se desea su recuperación y conservación;
- el **bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado submontano**, se encuentra en situación de vulnerable. Cuando se considera toda la ROCC es importante señalar que una buena parte de este hábitat se encuentra en el Parque Nacional General de División Omar Torrijos Herrera;
- el **bosque perennifolio ombrófilo tropical latifoliado montano**. A nivel de toda la ROCC este tipo de hábitat se encuentra relativamente estable y protegido en el Parque Nacional General de División Omar Torrijos Herrera; sin embargo, existen en la cuenca de Río Indio solamente quedan algunos fragmentos que se encuentran en peligro por las amenazas de carácter antrópico.

3.6.1.1 Grado de Fragmentación del Hábitat

El grado de fragmentación del hábitat es de gran importancia para la viabilidad de aquellas especies que tiene limitaciones para trasladarse entre los remanentes aislados, en la mayoría de los casos por razones de vulnerabilidad a sus depredadores naturales. También es importante porque a medida que se aumento el borde con otro tipo de condiciones el hábitat interno del remanente boscoso pierde la capacidad para mantener las condiciones necesarias para la sobrevivencia de varias especies. Además del tamaño de los fragmentos otros factores que inciden en su importancia para las especies de vida silvestre incluyen su forma, conexión y/o proximidad al ecosistema ribereño. El hábitat fragmentado se deteriora aún más con el uso recurrente del fuego, la cacería, la deforestación, la invasión de los fragmentos de bosque con parcelas de cultivos y pastos dentro de éstos y la aplicación asociada de herbicidas y otros agroquímicos, la presencia de caminos y senderos y contaminación con basura doméstica

Como puede observarse en el siguiente cuadro, en la ROCC sólo han podido identificarse fragmentos muy pequeños de bosque maduro (Cuadro 3-17). Solamente en la cuenca del Río Coclé del Norte se encuentran áreas significativas compactas de más de 400 hectáreas. En el caso de los bosques secundarios la situación es menos dramática sin embargo siempre es notoria la gran cantidad de pequeños fragmentos de bosque.

3.6.1.2 Prioridades de Conservación y Conexión

La mayor oportunidad para incidir en el mejoramiento de la calidad ambiental y conservación y recuperación de la vida silvestres parece ser la conexión entre el Parque Nacional General de División Omar Torrijos Herrera y la zona de río Indio Nacimiento⁽⁵³⁾. Para los efectos de contribuir a la restauración de zonas intervenidas y propiciar una conectividad biológica, se estima recomendable el establecimiento de un programa de recuperación o reforestación con especies nativas que se extendería desde el Parque Nacional hasta la cabecera de río Indio por medio de corredores biológicos. Con esta propuesta se pretende contribuir a ofrecer alternativas para inducir la conectividad en esa región del país. La propuesta de este corredor biológico va acompañada de la conservación de la zona de río Indio Nacimiento a unos 1,000 msnm.

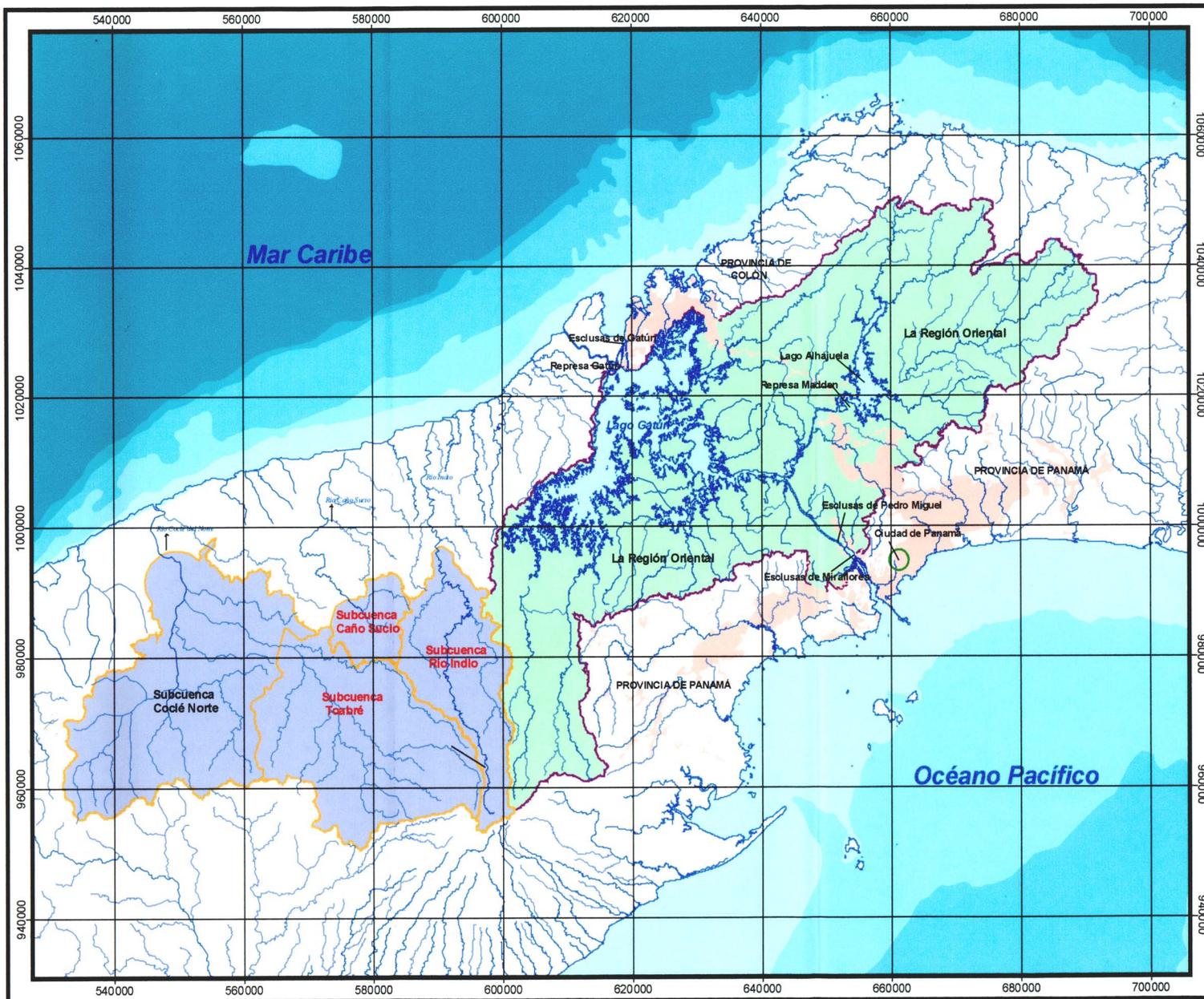
Cuadro 3-17
Número y Tamaño de Fragmentos de Bosques en la ROCC

Tamaño del Fragmento en Has	# de Fragmentos					
	Bosque Maduro			Bosque Secundario		
	Coclé del Norte	Caño Sucio	Río Indio	Coclé del Norte	Caño Sucio	Río Indio
< 80.00	4,955	339	4,955	17,252	1,161	5,851
81.00 - 160.00	7			25		6
161.00 - 400.00	4			9		4
> 400.00	5			7		3

Fuente: URS, Estudio de Recopilación de Datos Socioeconómicos, 2003.

En este esquema se debe considerar que los bosques secundarios y algunas áreas de matorrales y rastrojos (seis o más años) pueden apoyar el mantenimiento de la biodiversidad, la regulación de los caudales y la calidad de las aguas de los ecosistemas lóticos de todo el territorio de la subcuenca, si se manejan apropiadamente, se protegen, se enriquecen y sirven de conexión entre los fragmentos más pequeños de bosques primarios. Es conveniente señalar que aparte de proteger y en lo posible crear un área de amortiguamiento alrededor de cada fragmento, lo fundamental es crear y proteger las conexiones espaciales entre ellos de modo que pueda existir continuidad funcional que sustente la diversidad genética y los ciclos biogeoquímicos como los del agua.

En este sentido la protección de remanentes arbóreos cercanos a los ecosistemas ribereños, y la rehabilitación de áreas adyacentes a estos, constituye una clara prioridad para el mejoramiento ambiental. En este caso, los bosques secundarios deben protegerse y enriquecerse, generando incentivos para conectarlos a los distintos ambientes ribereños, con énfasis en las zonas ecológicamente más sensitivas. Los matorrales presentan la oportunidad para iniciar un proceso de reforestación que debe incluir las áreas con pendientes mayores de 30°, con especies nativas y foráneas, dependiendo del grado de deterioro y degradación de los ambientes naturales.



EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIÓ, CAÑO SUCIO Y TOBRÉ, ROCC

CUENCA DEL CANAL DE PANAMÁ
 ACP AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

LEYENDA

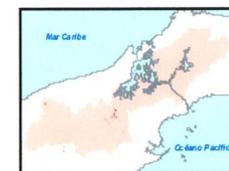
-  Ciudad de Panamá
-  Ríos Principales
-  Ríos Secundarios
-  Áreas Urbanas
-  Región Occidental
-  Región Oriental



Norte de Cuadrícula U.T.M.
 Esferoide de Clarke 1866
 Datum NAD 27
 Zona 17



LOCALIZACIÓN REGIONAL



ESC. 1:600,000

Figura N° 3-1

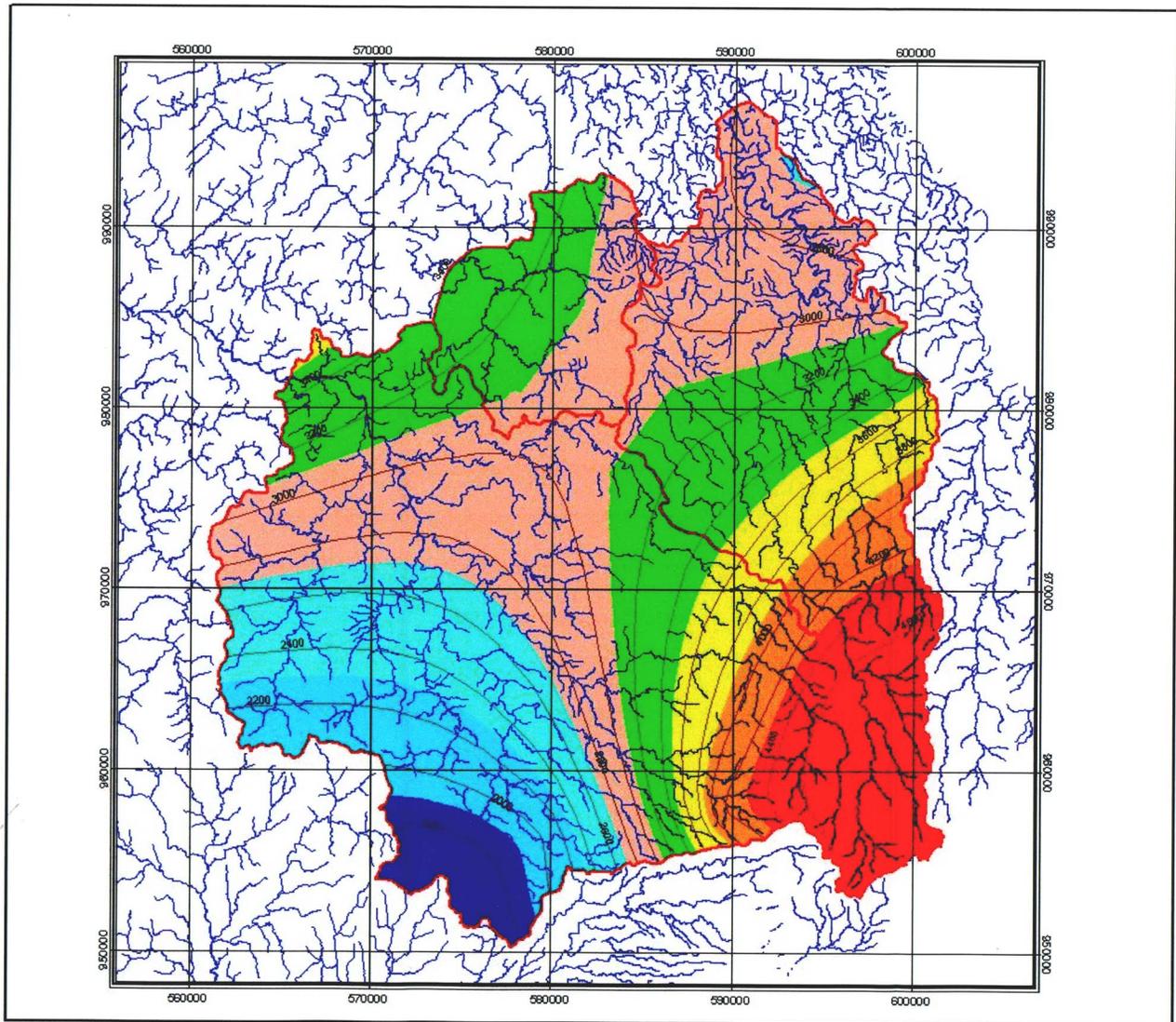


FIG 3-2
 PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL EN (MM)
 EN LA REGIÓN OCCIDENTAL

LEYENDA

-  Isoyetas
-  Red hidrográfica
-  Límite de subcuencas

	1500 - 1900 mm
	1900 - 2300 mm
	2300 - 2700 mm
	2700 - 3100 mm
	3100 - 3500 mm
	3500 - 3900 mm
	3900 - 4300 mm
	4300 - 4700 mm



Norte de cuadrícula UTM
 Esferoide Clarke 1866
 Datum NAD 27 / Zona 17



ESCALA : 1:250,000

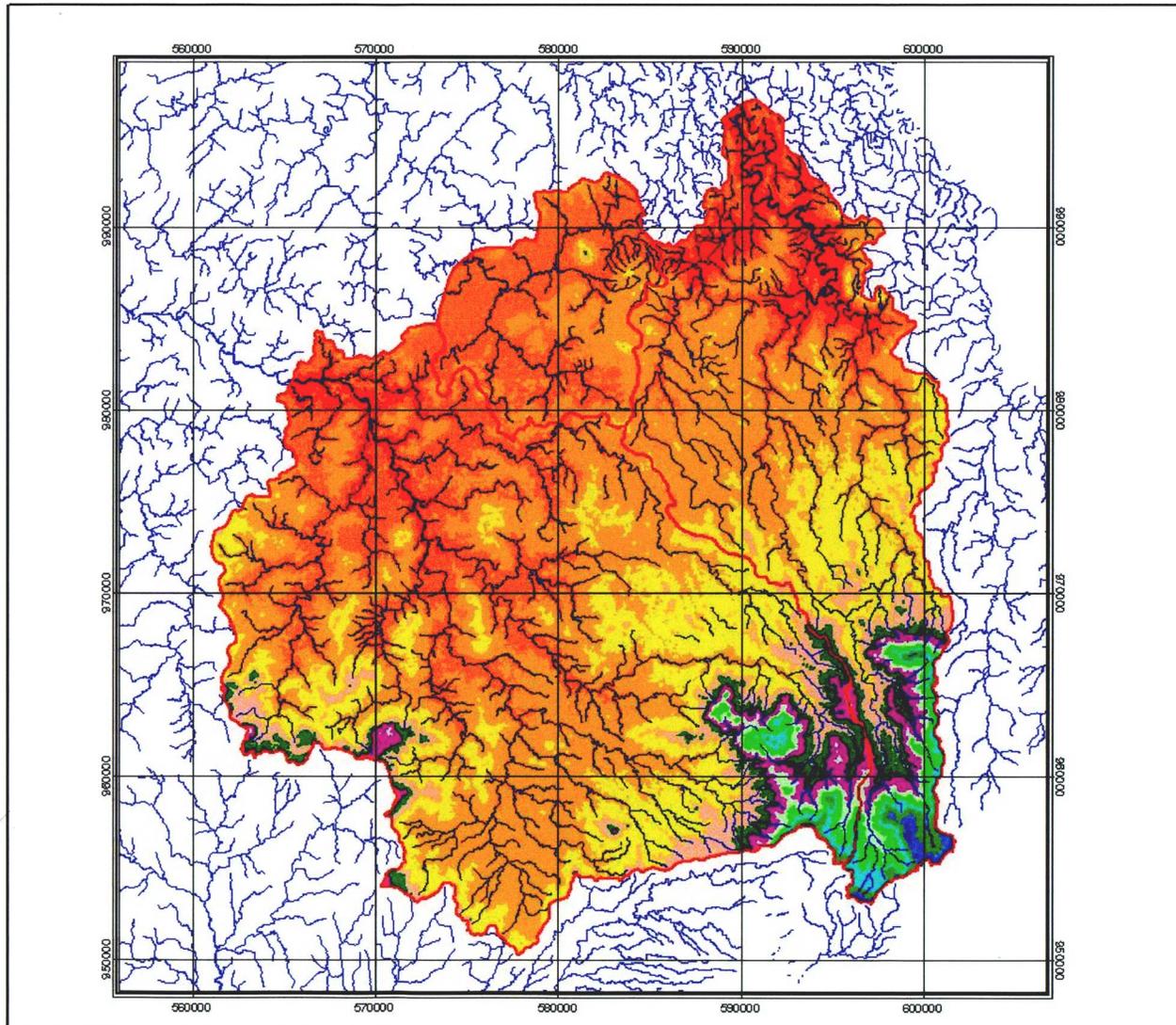
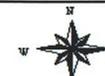


FIG 3-3
TEMPERATURA MEDIA ANUAL EN °C
EN LA REGIÓN OCCIDENTAL

LEYENDA

-  Red hidrográfica
-  Límite de subcuencas

-  20.5 - 21.0 °C
-  21.0 - 21.5 °C
-  21.5 - 22.0 °C
-  22.0 - 22.5 °C
-  22.5 - 23.0 °C
-  23.0 - 23.5 °C
-  23.5 - 24.0 °C
-  24.0 - 24.5 °C
-  24.5 - 25.0 °C
-  25.0 - 25.5 °C
-  25.5 - 26.0 °C
-  26.0 - 26.5 °C
-  26.5 - 27.0 °C

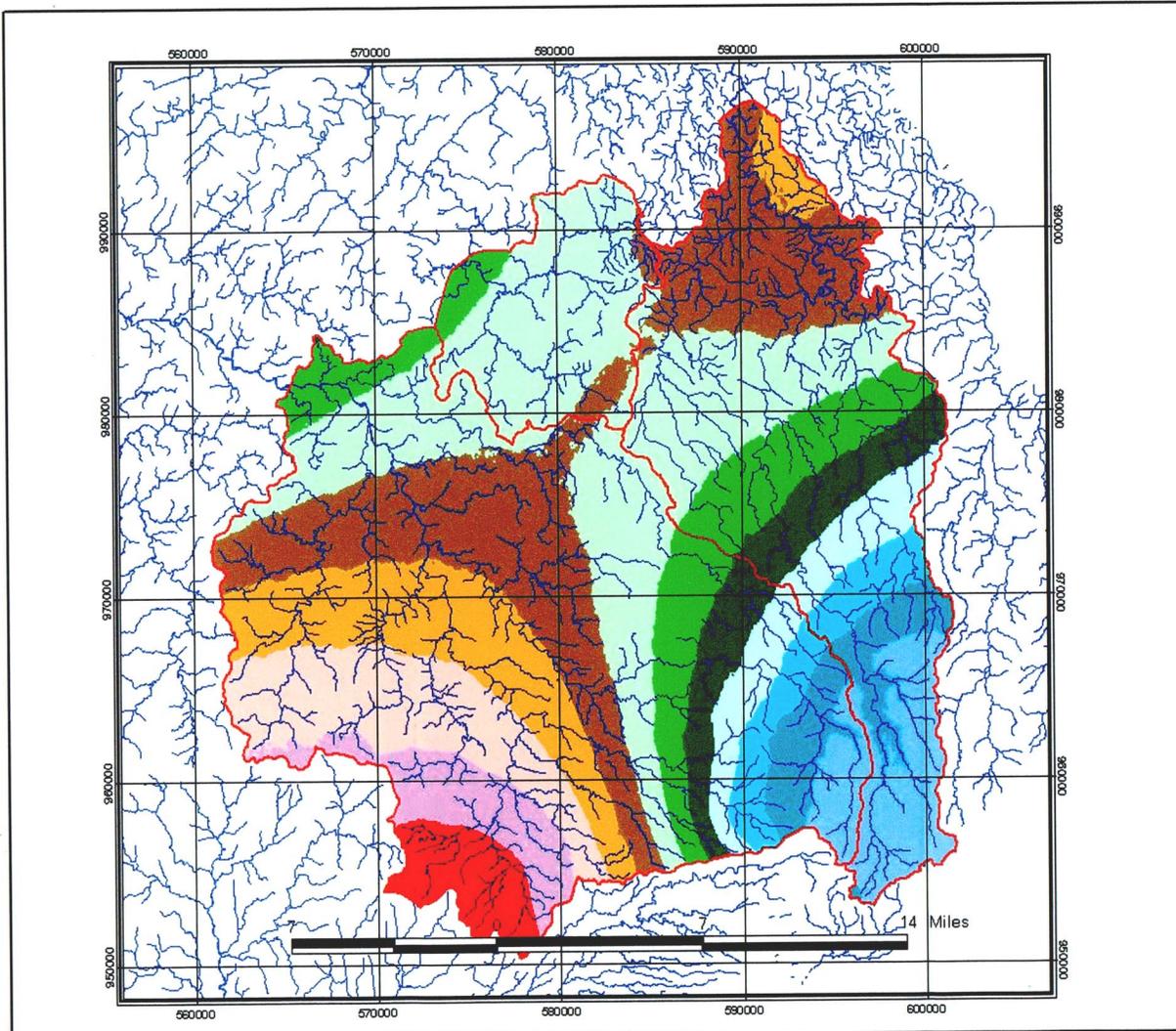


Norte de cuadrícula UTM
Esferoide Clarke 1806
Datum NAD 27 / Zona 17



ESCALA : 1:250,000

FIG. 3.4
 ESCORRENTÍA MEDIA ANUAL EN (mm)
 EN LA REGIÓN OCCIDENTAL



LEYENDA

-  Red hidrográfica
-  Límite de subcuencas
-  500 - 750
-  750 - 1000
-  1000 - 1250
-  1250 - 1500
-  1500 - 1750
-  1750 - 2000
-  2000 - 2250
-  2250 - 2500
-  2500 - 2750
-  2750 - 3000
-  3000 - 3250
-  3250 - 3500
-  3500 - 4000

*: Los cálculos de escorrentía en esta imagen fueron determinados asumiendo que toda el área de estudio esta cubierta por bosque natural maduro.

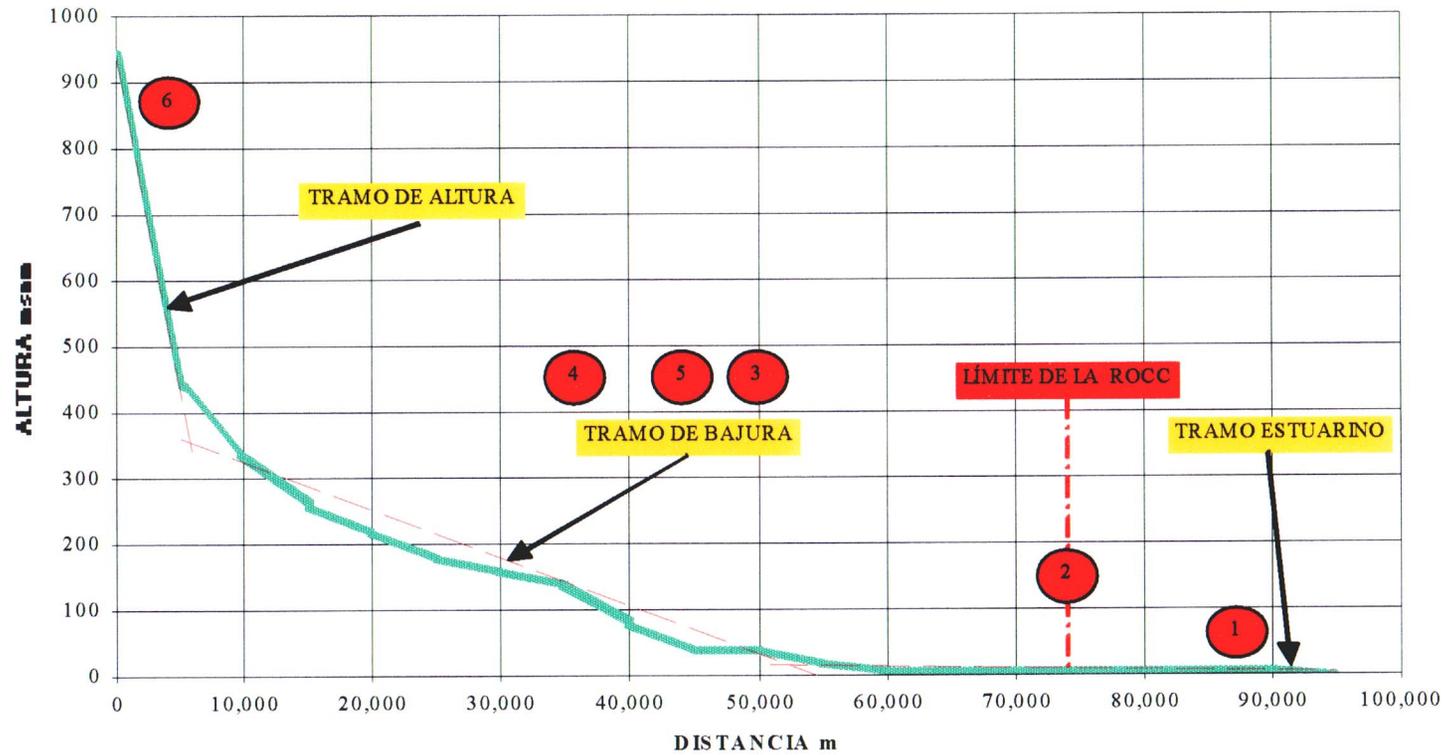


Norte de cuadrícula UTM
 Esteroide Clarke 1886
 Datum NAD 27 / Zona 17



ESCALA : 1:250,000

PERFIL LONGITUDINAL DEL RÍO INDIO

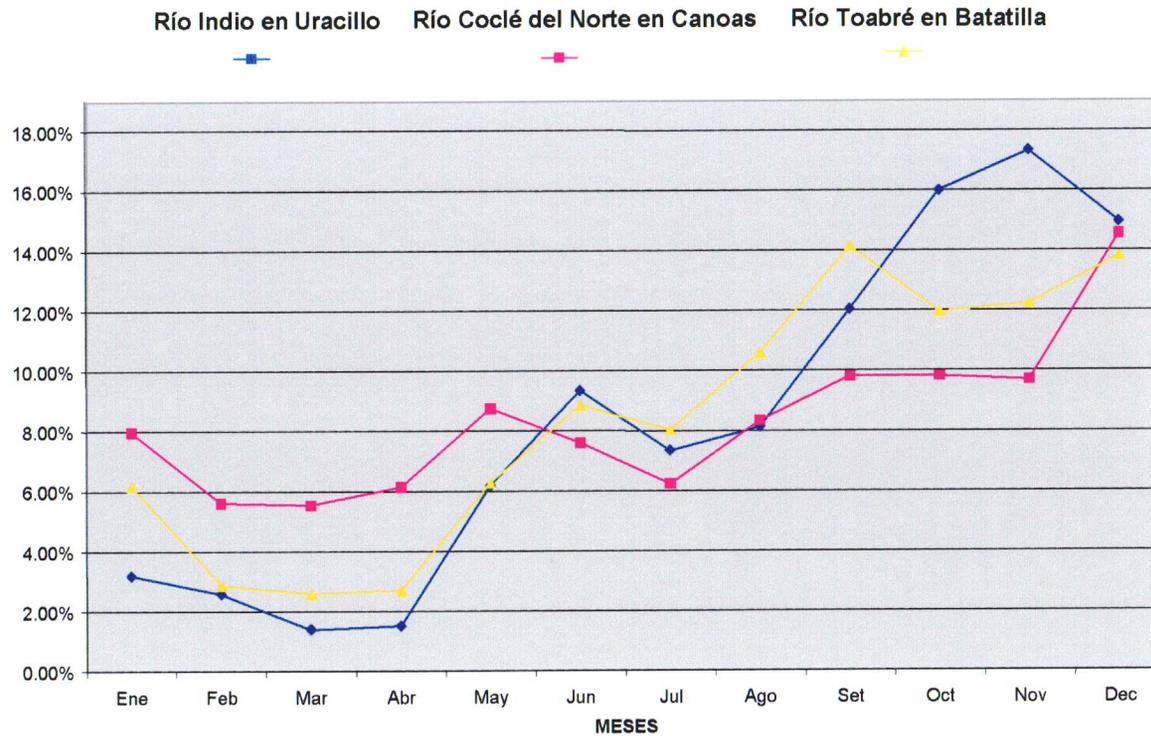


Evaluación Ambiental de las Opciones de Agua en las Cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré



Figura 3-5
PERFIL LONGITUDINAL DE RÍO INDIO

Figura 3-6: Estacionalidad de la Descarga en la ROCC

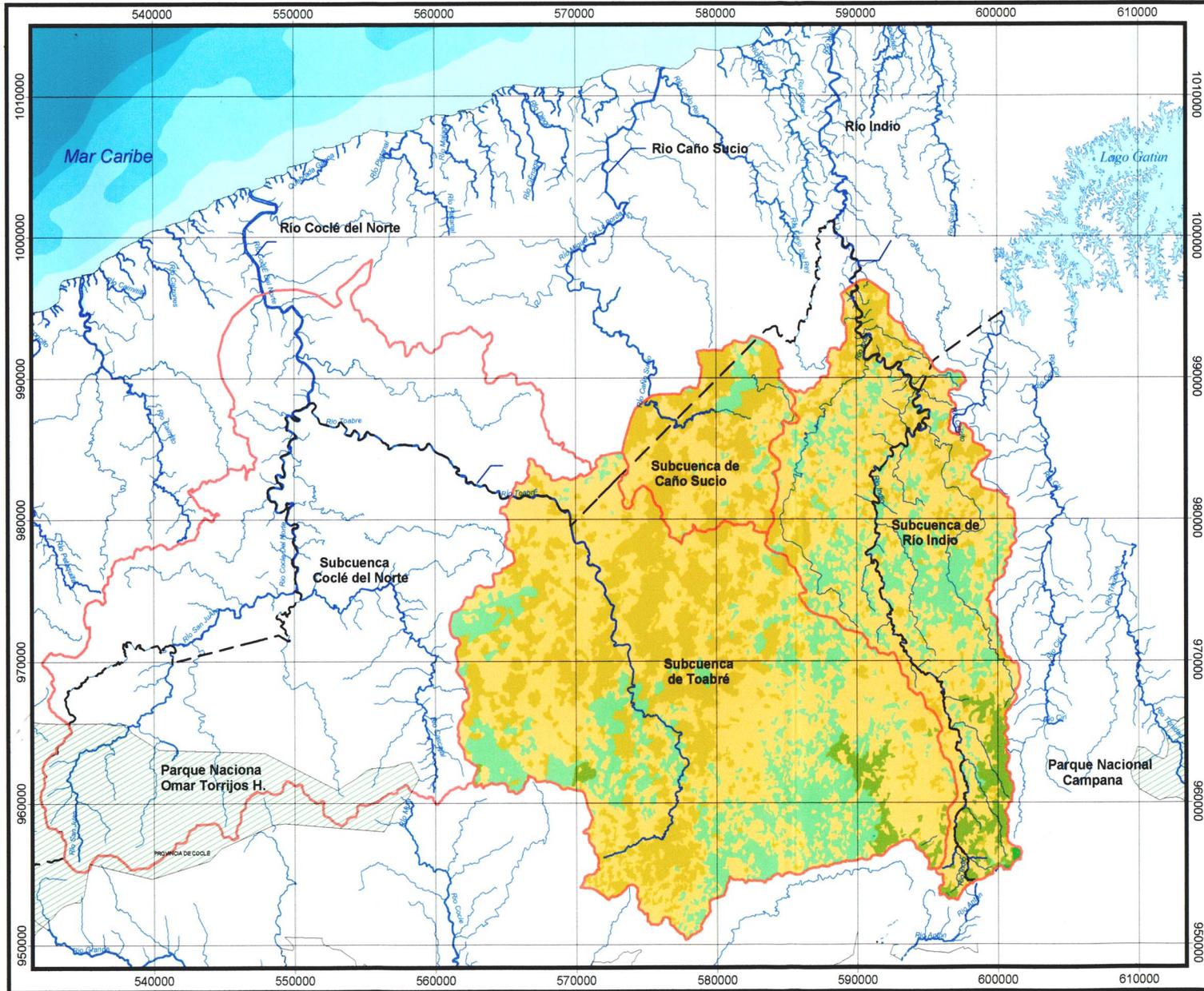


Descarga media mensual expresada en porcentaje de la media anual.

**Evaluación Ambiental de las Opciones
de Agua en las Cuencas de los Ríos Indio,
Caño Sucio y Toabré**

URS

**Figura 3-6
ESTACIONALIDAD DE LA DESCARGA
EN LA ROCC**



EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC

COBERTURA VEGETAL SUBCUENAS DE RÍO INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ

ACP AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

LEYENDA

- Poblados
- - - División política por Provincia
- Ríos Principales
- Ríos Secundarios
- Límites Región Oriental
- Límites Región Occidental
- ▨ Áreas protegidas
- Región Oriental

COBERTURA VEGETAL

- Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas (< 500 m)
- Bosque perennifolio ombrófilo tropical montano (> 1000 m)
- Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500 a 1000 m)
- Bosque Nuboso
- Pastizal
- Rastrojo



Norte de Cuadrícula U.T.M.
Esferoide Clarke 1866
Datum Nad 27
Zona 17

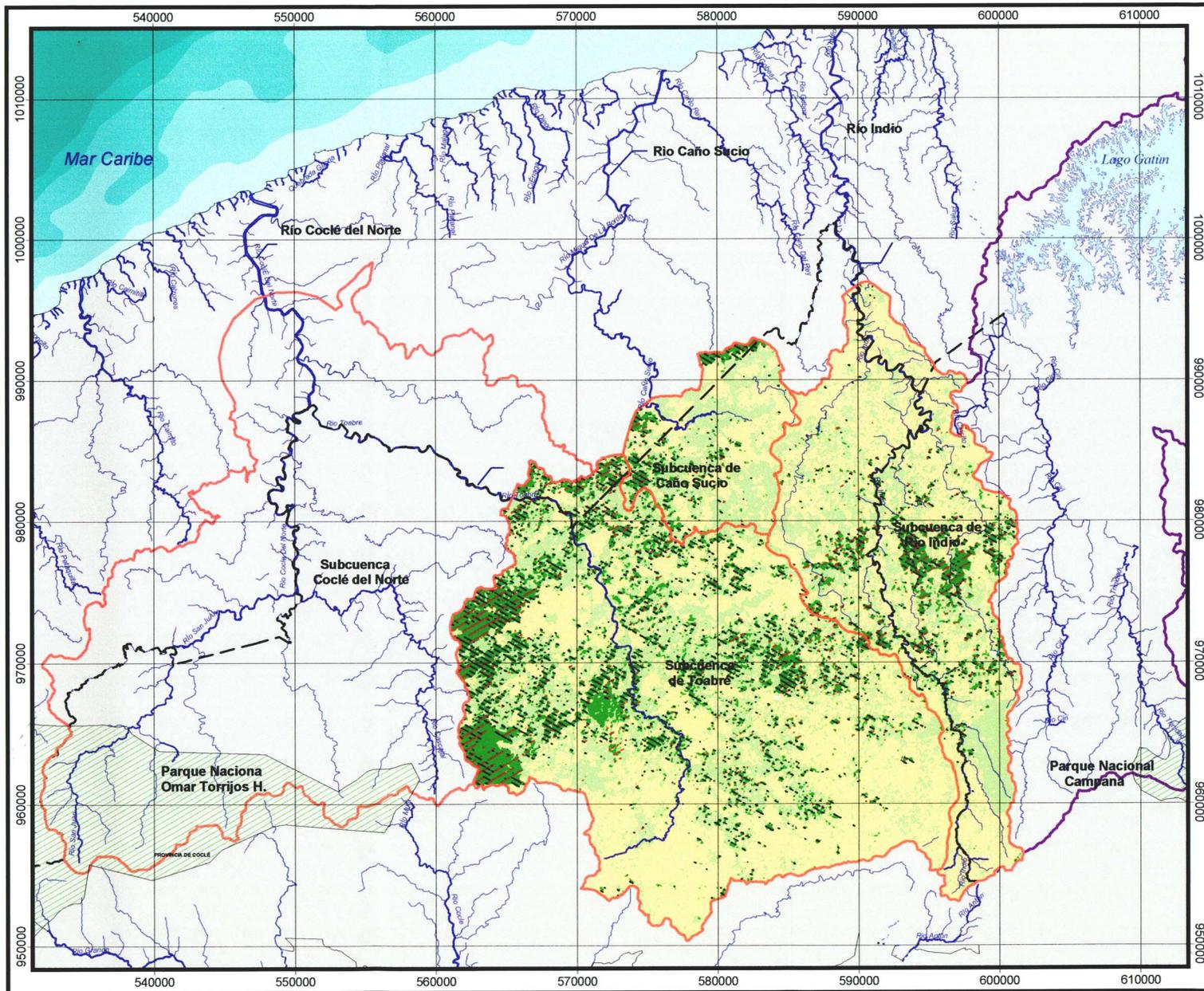


LOCALIZACIÓN REGIONAL



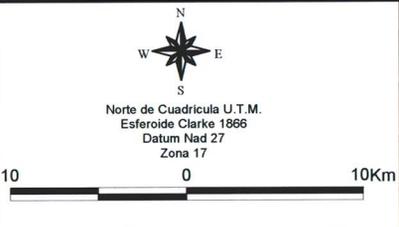
ESC. 1:275,000

Figura N° 3-7



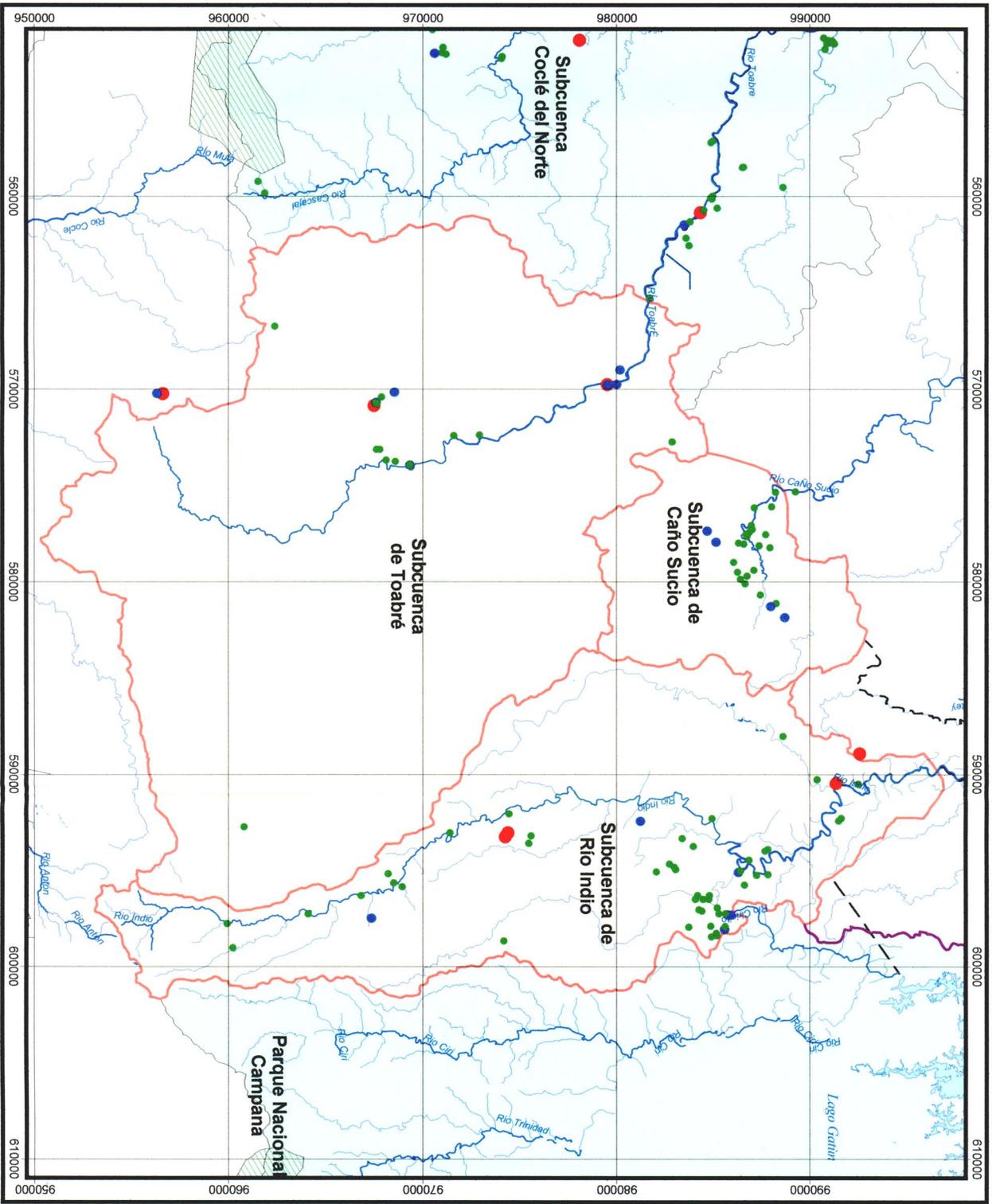
EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC
CAMBIOS DE USO DE LA TIERRA SUBCUENCA DE RÍO INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ
 ACP AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

- LEYENDA**
- Poblados
 - - - División política por Provincia
 - Ríos Principales
 - Ríos Secundarios
 - Límites Región Oriental
 - Subcuencas de la ROCC
 - ▨ Áreas protegidas
- Áreas Interventadas 1998-2000:
- ▨ Bosques Interventados
 - ▨ Otros Usos
- Áreas con Bosques 1983-1986:
- Bosque Denso poco Intervenido de Tierras Bajas
 - Bosque Intervenido
 - Otros usos



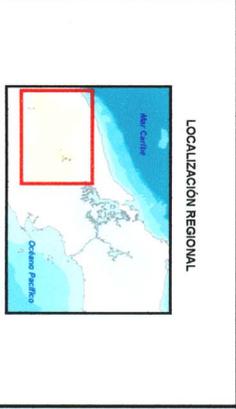
ESC. 1:275,000

Figura N° 3-8



EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES
 DE AGUA EN LOS RÍOS INDIRIO, CAÑO SUCIO
 Y TOABRÉ. ROCC
SITIOS DE RECURSOS CULTURALES
 Subcuencas de Río Indio,
 Caño Sucio y Toabré
 ACP
 AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

- LEYENDA**
- Poblados importantes
 - División política por Provincia
 - Ríos Principales
 - Ríos Secundarios
 - Áreas protegidas
 - Subcuencas de Río Indio, Caño Sucio y Toabré
 - Cuenca del Canal de Panamá
- Sitios Culturales por Rango**
- Alto
 - Mediano
 - Bajo



4.0 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Este capítulo presenta los resultados de la identificación y evaluación de impactos potenciales para las opciones de agua bajo consideración para las cuencas de Río Indio, Caño Sucio y Toabré. Las opciones de agua en la cuenca de Río Indio son seis, y han sido descritas en el capítulo 2 de este informe. Para poner en contexto la discusión sobre la identificación y evaluación de impactos potenciales socio-ambientales, las seis opciones se mencionan brevemente a continuación:

- Opción 5: Caño Sucio 100-90 / Indio 80-40;
- Opción 6: Caño Sucio 100-90 / Indio 45-40;
- Opción 7: Toabré 95-50 / Indio 80-40;
- Opción 8: Toabré 95-50 / Indio 45-40;
- Opción 9: Caño Sucio 100-90 / Toabré 100-50 / Indio 80-40; y
- Opción 10: Caño Sucio 100-90 / Toabré 100-50 / Indio 45-40.

Los impactos potenciales al ambiente se describirán para las distintas fases del proyecto, con mayor énfasis en las etapas de construcción y operación, ya que en éstas se generarán el mayor número de impactos, como se muestra en el Cuadro 4-1. Además, se diferenciará los impactos al ambiente que potencialmente puedan ocurrir en las áreas de influencia directa e indirecta. Se hará también al final una descripción de los impactos potenciales al ambiente para cada una de las opciones. Finalmente, hay que indicar que las opciones I y II en Río Indio son las que cuentan con mayor información, por lo tanto, se pueden identificar y predecir los impactos potenciales con un mayor grado de confiabilidad. Para las otras opciones, los impactos se asumen, en muchos casos similares a los esperados para las dos primeras debido a que las condiciones son más o menos similares y no existe la información específica para estas opciones.

4.1 Identificación y Clasificación de Impactos Potenciales

La identificación y clasificación de los posibles impactos ambientales de las opciones de agua toma en consideración las actividades típicas de este tipo de obra, relacionándolas con los aspectos socio-ambientales que pudieran ser afectados, a través del uso de matrices. En los siguientes párrafos se describe como se llevó a cabo la identificación y la clasificación inicial de los posibles impactos ambientales. En otras secciones de este capítulo se analizan y cuantifican los impactos para cada una de las opciones de agua bajo consideración.

Para la identificación de los impactos potenciales sobre cada aspecto socio ambiental se utilizó una matriz de identificación de impactos de Leopold, reformada y adaptada para este tipo de proyecto. El resultado fue la identificación del número de interacciones o posibles efectos sobre los recursos ambientales y socioeconómicos de manera general para el tipo de proyecto bajo estudio.

La matriz fue utilizada por el equipo multidisciplinario de URS para la identificación, valoración, análisis y jerarquización de los impactos que contempló los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos. Dentro de los elementos físicos fueron considerados la geología y sismología, los suelos, los recursos hídricos, la calidad del aire y el ruido. Para los elementos biológicos se consideró la flora y la fauna terrestre, así como la flora y la fauna acuática. Dentro de los recursos socioeconómicos considerados se incluye la población, el empleo e ingresos, el comercio y mercado, la cohesión comunitaria, la infraestructura local, la producción agropecuaria, los sitios arqueológicos, el turismo y paisaje, la tenencia de la tierra y la epidemiología.

En la matriz de identificación se consideraron 21 actividades relacionadas a las opciones de agua y 22 aspectos del ambiente físico, biológico y socioeconómico. De un total posible de interacciones (462 impactos potenciales), se identificaron 171 de manera general para el tipo de proyecto bajo estudio. A continuación se resumen los impactos potenciales positivos y negativos identificados mediante el análisis matricial.

Cuadro 4-1
Número de Interacciones Positivas y Negativas

Tipo de Impacto	Etapas					Total
	Planificación	Construcción	Operación	Abandono	No Acción	
Positivo	1	19	4	4	11	39
Negativo	8	97	11	1	15	132
	9	116	15	5	26	171

En la etapa de planificación se identificaron 9 impactos de los cuales 8 son negativos y 1 positivo; Este último se refiere al empleo de personas del área para acompañar los trabajos de levantamiento de información y servicios de transporte a caballo o en lancha. Los impactos negativos potenciales identificados en esta etapa se refieren a los aspectos socioeconómicos, derivados de la especulación de lo que podría ocurrir, afectando lógicamente a las personas, la cohesión comunitaria, la producción agropecuaria, la tenencia de la tierra y la infraestructura.

En la etapa de construcción, como se aprecia en el cuadro 4-1 es donde ocurre el mayor número de impactos. Los impactos positivos potenciales se refieren a la generación de empleo y el aumento del comercio. Los impactos negativos potenciales serán descritos en los incisos de este capítulo.

En la etapa de operación los impactos positivos potenciales se refieren también a la generación de empleo y al aumento del turismo. En la etapa de abandono, el impacto negativo potencial es que los trabajadores del proyecto perderían su empleo.

Finalmente, el no realizar el proyecto (no acción), generan también impactos socio-ambientales. Los impactos positivos potenciales se refieren a la implementación de los proyectos de desarrollo regional y los impactos negativos a la tendencia del cambio de uso del suelo.

Una vez identificados los posibles impactos, se procedió a clasificarlos como se explica en los siguientes párrafos. Los impactos fueron clasificados con base en el carácter del impacto, su tipo, modo de acción, extensión, intensidad, duración, reversibilidad y posibilidad de recuperación, y probabilidad de ocurrencia. La clasificación de los impactos se llevó a cabo para todas las interacciones mencionadas en los párrafos anteriores y se utilizó la misma matriz de identificación para colocar los datos de su clasificación. Ambas matrices, la de identificación y la de clasificación se presentan al final de este capítulo.

En los siguientes párrafos se describe la metodología utilizada para clasificar los impactos de manera general para las interacciones identificadas en el Cuadro 4-1.

Carácter: característica que indica si un impacto mejora o deteriora las condiciones de la línea de base ambiental. Se califica en:

Positivo (+) – impacto que implica un mejoramiento o recuperación del ambiente biofísico, o un beneficio socioeconómico de la comunidad involucrada.

Negativo (-) – impacto que implica un deterioro de la condición presentada en la línea base ambiental.

Neutro (+/-) – impacto que no modifica la condición presentada en la línea base ambiental.

Tipo: característica que indica si el proyecto es responsable del impacto o causa el impacto a través de otras variables.

Directo (d) – cuando el componente ambiental afectado recibe el impacto de la actividad u obra del proyecto sin la participación intermedia de otros componentes.

Indirecto (i) – cuando el componente ambiental afectado recibe el impacto a través de otra variable afectada, y no directamente por acción del proyecto.

Extensión: característica que indica la distribución espacial del impacto. Se califica en:

Localizado (l) – cuando el origen y/o manifestación del impacto se produce en un sector definido o específico del área de influencia de la fuente.

Extensivo (e) – cuando el efecto ocasionado por una actividad no está localizado en un sector específico del área de influencia

Regional (r) - Cuando el impacto se manifiesta en sectores del área de influencia que no están bien definidos

Intensidad: calidad que refleja el grado de alteración de una variable ambiental.

Baja (b) – cuando el grado de alteración es pequeño y puede considerarse que la condición de la línea base se mantiene.

Moderada (m) – cuando el grado de alteración implica cambios notorios respecto a la condición presentada en la línea base, pero dentro de rangos aceptables. Se espera la recuperación del ambiente.

Alta (a) – cuando el grado de alteración respecto a la línea base es significativo, y en algunos casos puede considerarse inaceptable. La recuperación puede requerir mucho tiempo o ser imposible.

Duración: cualidad que indica el tiempo que estará presente el impacto o efecto o alteración. Se califica en:

Temporal (t) – el impacto temporal generalmente ocurre durante la fase de construcción, y los recursos se recuperan durante o inmediatamente después de la construcción.

Corto Plazo (c) – el impacto a corto plazo dura aproximadamente 3 años siguientes a la construcción.

Largo Plazo (l) – un impacto es considerado de largo plazo si el recurso requiere más de 3 años en recuperarse.

Permanente (p) – un impacto permanente es un cambio en un recurso, donde el recurso no se recupera durante la vida del proyecto.

Reversibilidad: característica que indica la posibilidad que el componente ambiental afectado recupere su condición presentada en la línea base en forma natural. Se califica en:

Reversible (r) – al cabo de un cierto tiempo, el impacto se revierte en forma natural después de terminada la acción de la fuente que lo genera.

Irreversible (i) – cuando el impacto no se revierte en forma natural después de terminada la acción de la fuente que lo genera; la recuperación del componente afectado requiere una acción correctora.

Probabilidad de Mitigación: indica la probabilidad de mitigación de un impacto.

Mitigable (mi) – impacto que puede ser mitigado mediante acciones correctoras.

No-Mitigable (n) – impacto que no puede ser mitigado mediante acciones correctoras.

Probabilidad de Ocurrencia: característica que indica la probabilidad que se manifieste un efecto en el ambiente. Se califica en:

Improbable (i) – cuando existen bajas expectativas que se manifieste un impacto.

Posible (p) – cuando los pronósticos de ocurrencia de un impacto no son claramente favorables o desfavorables.

Muy Probable (m) – cuando existen altas expectativas que se manifieste un impacto.

Seguro (s) – impacto con 100% de probabilidad de ocurrencia.

4.2 Impactos Potenciales sobre el Entorno Físico

La discusión de los impactos al medio físico se ha clasificado para facilitar la presentación en impactos potenciales y riesgos asociados a la geología y sismología, suelos, recursos hídricos, calidad del aire y por el ruido.

4.2.1 Geología y Sismología

La evaluación de los impactos potenciales relacionados con los aspectos geológicos, incluyendo la actividad sísmica, está basada en información limitada, la cual incluye el mapa geológico de la República de Panamá, registros históricos de actividad sísmica en la región y estudios previos realizados por la ACP en la ROCC, como parte del Plan Maestro para la Ampliación del Canal. Los estudios realizados hasta la fecha no incluyen estudios geológicos detallados u otros estudios de campo, excepto en áreas muy limitadas en los sitios de presa propuestos y a lo largo de las rutas de túneles propuestas. Sin embargo, el riesgo de actividad sísmica en el área, no depende de la opción de desarrollo.

En el Río Caño Sucio, la presa y el embalse caen en la sección media de la cuenca donde el terreno varía en elevación entre 100 y 200 msnm aproximadamente. El área incluye montañas bajas y cerros altos. De acuerdo con la información geológica existente, el lecho rocoso en el área del embalse consiste mayormente de rocas volcánicas (aproximadamente 85 por ciento) que incluyen andesita, basalto, lavas y otras pertenecientes a la formación Tucué. El resto del área a inundar incluye rocas sedimentarias de la formación Caimito tales como arenisca y lutita tobáceas.

Por su parte, el sitio de presa propuesto sobre el Río Toabré está ubicado en la parte baja de la subcuenca a unos 16 Km. aguas arriba de Boca de Toabré, el punto donde el Toabré vierte sus aguas en el Río Coclé del Norte. Los niveles altitudinales en el área de la presa varían entre aproximadamente 20 msnm al nivel del río y 110-120 msnm en la parte superior de los bancos del río.

El lecho rocoso dentro de los límites del embalse de Toabré incluye una combinación de rocas volcánicas de la formación Tucué y rocas sedimentarias de las formaciones Caimito y Río Hato. El mapa geológico del área indica una proporción mucho mayor de rocas volcánicas de la formación Tucué dentro de los límites del embalse Toabré.

El estudio de factibilidad del proyecto Toabré reporta que las condiciones geológicas en el sitio de presa propuesto incluyen una secuencia de rocas sedimentarias (probablemente de la formación Caimito) que incluyen margas, calizas margosas, limolitas, areniscas de grano grueso y conglomerados. De acuerdo con el mismo estudio, los suelos superficiales en el área consisten mayormente de materiales arcillosos y limosos con un espesor relativamente grande y muy pocos afloramientos de roca. También se observaron muchos indicios de inestabilidad en estos suelos, incluyendo deslizamientos de taludes relativamente grandes a lo largo de ambos bancos del río, así como evidencia de erosión activa.

La presa y el embalse del Río Toabré en las Opciones 9 y 10 son muy similares a las de las Opciones 7 y 8, excepto por los niveles de operación del embalse que variarían entre 100 y 90 msnm. Con un nivel de agua máximo más alto, el embalse Toabré 100-90 en las Opciones 9 y 10 inundará un área mayor que en las Opciones 7 y 8. Otras condiciones en las áreas de la presa y el embalse Toabré 100-90 son similares a las descritas previamente para el componente Toabré 95-50 de las Opciones 7 y 8.

El riesgo de **inestabilidad de taludes** en suelos residuales dependerá en gran medida del espesor de estos. De acuerdo con la información reportada en los estudios realizados hasta la fecha, se estima que el área del Río Toabré es probablemente la más susceptible a problemas de inestabilidad en suelos, incluyendo deslizamientos de taludes y erosión, debido al mayor espesor de suelos residuales y a las condiciones geomorfológicas del área. El área del proyecto en el Río Caño Sucio, por otro lado, pareciera incluir el menor espesor de suelos residuales. Esto, además del tamaño relativamente pequeño del embalse, resulta en un menor riesgo de deslizamientos de tierra. El espesor de suelos en las áreas de Río Indio se estima intermedio entre las condiciones prevalecientes en las áreas de Caño Sucio y Toabré.

Los impactos potenciales de carácter geológico, geotécnico y sísmicos del desarrollo de los recursos de agua superficial de los ríos de los componentes Caño Sucio y Toabré en las Opciones 5 a 10 son, en principio, similares a los descritos previamente para las opciones del Río Indio, tanto durante la construcción como durante la operación. La magnitud del impacto, sin embargo, dependerá de la opción, no sólo debido a diferencias en las condiciones geológicas y geotécnicas sino también dependiendo del tamaño del embalse, y la altura de la presa.

4.2.1.1 Impactos Potenciales Durante la Fase de Construcción

Las obras de infraestructura que son comunes a las seis opciones y cuya construcción podría afectar las condiciones geológicas y geotécnicas existentes en el área incluyen:

- Carreteras y caminos de acceso;
- Canteras y otras fuentes de materiales de construcción;
- Campamentos de construcción;
- Construcción de obras de desvío de los ríos tales como diques, alcantarillas, etc.;
- Construcción de la presa, aliviadero y diques;
- Construcción de túneles y canales de transferencia de agua; y
- Llenado del embalse;
- Disposición de desechos y residuos

4.2.1.1.1 Posibles Impactos Directos

Los posibles impactos directos incluyen riesgos asociados con el deslizamiento de taludes, riesgos geotécnicos de la construcción de túneles y canales y la disposición del material excavado de los sitios de trabajo.

4.2.1.1.1.1 Riesgo de deslizamiento de taludes:

Durante la etapa de construcción, el riesgo mayor de deslizamiento de taludes es en las áreas de corte a lo largo de las carreteras de acceso y en áreas de extracción de materiales de construcción, sobre todo tomando en cuenta la alta precipitación pluvial anual y la alta intensidad de las lluvias en el área bajo estudio.

En la sección de evaluación de impactos de las alternativas en el Río Indio se explicó que entre los factores críticos en la inestabilidad de taludes en el Canal se encuentran la presencia de lutitas arcillosas en las formaciones geológicas del área, así como la existencia de estructuras geológicas tales como fallas y planos de deposición. Un porcentaje relativamente alto de deslizamientos en el Canal también han ocurrido en suelos y rocas altamente meteorizadas (suelos residuales).

El área de estudio es atravesada por una serie de fallas geológicas alineadas principalmente en las direcciones noroeste y nordeste. Debido a lo generalizado de la información geológica existente (es decir, la falta de estudios detallados de campo), en nuestra opinión no es posible discriminar el riesgo de deslizamiento de taludes asociado con la presencia de fallas geológicas, planos de deposición y otras estructuras. El riesgo de deslizamiento de taludes debido a la presencia de lutitas arcillosas se estima que es mucho menor en Caño Sucio y Toabré.

4.2.1.1.1.2 Riesgos Durante la Construcción de Túneles:

En cuanto al riesgo de colapsos y derrumbes durante la construcción de los túneles de transferencia, de acuerdo al estudio de factibilidad del proyecto Caño Sucio, el lecho rocoso en el sitio de presa propuesto es una arenisca bastante dura y resistente a la erosión, como lo evidencia la formación de unas cascadas que existen aguas abajo del sitio de presa propuesto. El espesor de suelo varía entre uno a dos metros cerca del nivel del río hasta varios metros en los bancos del río. Se anticipa que el túnel de aproximadamente 1.4 Km de longitud y 5.5 metros de diámetro que conectaría los embalses de Caño Sucio e Indio atravesará rocas mayormente sedimentarias tales como arenisca, lutita, toba, etc., pertenecientes en su mayoría a la formación Caimito.

4.2.1.1.1.3 Disposición del Material Excavado:

Un impacto ambiental resultante de la construcción de túneles es la necesidad de disponer del material excavado. Aunque es posible que parte de este material pueda ser utilizado como material de relleno. El impacto asociado con el manejo y la disposición de materiales excavados del túnel será mayor para un túnel mucho más largo (aproximadamente 16 Km.) conectando los embalses Toabré e Indio (Opciones 7 y 8) que en las otras opciones con túneles de menor longitud.

Al igual que en el caso del riesgo de deslizamiento de taludes, los impactos resultantes de la construcción del túnel de transferencia de agua pueden ser minimizados con la implementación de medidas de diseño y construcción apropiadas. La construcción de nuevos caminos hacia las distintas obras, así como la rehabilitación de algunos de los caminos existentes, generará también material de desperdicio, proveniente del movimiento de tierra. Este material de desperdicio debe disponerse en botaderos previamente identificados y, además, debe consolidarse y facilitar la regeneración.

4.2.1.1.2 Posibles Impactos Indirectos

Los tipos de impactos potenciales mencionados anteriormente podrían en algunos casos influenciar áreas fuera de los sitios donde se realizan las obras civiles, pero en un área relativamente limitada y adyacente. Por lo tanto, con la información disponible no se anticipan impactos potenciales indirectos sobre las características geológicas y sísmicas de la región durante la fase de construcción. Existe la posibilidad que se incrementen la incidencia de los deslizamientos de tierra a medida que aumente la presión sobre la vegetación y el consecuente

efecto de la misma, más, sin embargo, este tema será abordado en la relación de impactos potenciales del suelo.

4.2.1.2 Impactos Potenciales Durante la Fase de Operación

Los impactos socio-ambientales y riesgos potenciales, de naturaleza geológica y sísmica, durante la fase de operación están principalmente asociados a las estructuras que serán creadas en la etapa de construcción y las actividades necesarias para su operación y mantenimiento. Estas incluyen principalmente:

- Represas;
- Embalses;
- Sistemas de transferencia de aguas (túneles y canales);
- Carreteras y caminos de acceso y
- Obras de dragado de los embalses, en caso necesario.

4.2.1.2.1 Posibles Impactos Directos

Durante la operación de las obras propuestas, impactos potenciales al medio físico de carácter geológico o geotécnico incluyen el riesgo de deslizamiento de taludes a lo largo del perímetro de las áreas inundadas y la posibilidad de inestabilidad de las fundaciones de las presas y otras estructuras de gran magnitud.

4.2.1.2.1.1 Riesgo de Deslizamiento de Taludes

Además de las condiciones geológicas, uno de los factores que hace el riesgo de deslizamiento de taludes en las laderas de los embalses un problema crítico es la gran fluctuación en el nivel del embalse propuesto en todas las opciones. Uno de estos casos es la Opción 9, Caño Sucio 100-90 / Toabré 100-50 / Indio 80-40, donde el nivel de los embalses variaría, en el caso de Caño Sucio entre 90 y 100 msnm, el río Toabré variará entre los 50 y 100 msnm y río Indio de 80 msnm (nivel de operación normal máximo) hasta un nivel mínimo de 40 msnm. Fluctuaciones similares también se proponen para las otras Opciones.

En el río Toabré se observaron muchos indicios de inestabilidad en estos suelos, incluyendo deslizamientos de taludes relativamente grandes a lo largo de ambos bancos del río, así como evidencia de erosión activa.

La extensión de rocas sedimentarias en las áreas de los embalses de Caño Sucio y Toabré es relativamente pequeña, como se describió previamente, predominando las rocas volcánicas de la formación Tucué. De acuerdo con la información geológica disponible, en el embalse de Caño Sucio sólo un 15 por ciento del área a inundar tiene un lecho rocoso de origen sedimentario. En el caso de las opciones de embalse en el Río Toabré, entre aproximadamente 20 y 25 por ciento del área son formaciones sedimentarias. Por lo tanto, el riesgo de deslizamiento de taludes debido a la presencia de lutitas arcillosas se estima que es mucho menor en los componentes Caño Sucio y Toabré.

Aunque la variación del nivel de los embalses se realizaría bajo condiciones altamente controladas (y la posibilidad de un descenso rápido del nivel es mínima), se estima que el riesgo de deslizamiento de los taludes alrededor de los embalses aumentaría en proporción inversa al nivel del agua en el embalse en un momento dado. Por lo tanto, siendo iguales otros factores (por ejemplo, las condiciones geológicas), aquellas alternativas con una mayor variación en el nivel del embalse tendrán, en términos generales, un mayor riesgo de deslizamiento de taludes a lo largo de la vida del embalse.

El riesgo de deslizamiento de taludes es mayor en las opciones de embalse en el Río Indio y menor en el embalse de Caño Sucio. El riesgo de deslizamiento de taludes en el embalse Toabré se considera de moderado a alto. El análisis de alternativas considerará los riesgos combinados de los varios embalses que conforman una determinada opción. Se deberá considerar el establecimiento de una cortina de inyección en la base de la fundación.

Dicho riesgo puede ser mitigado durante la fase de diseño del embalse, la cual debe incluir los estudios geológicos y geotécnicos de campo necesarios, y la ejecución correcta de las obras de construcción. Un sistema de monitoreo de taludes en áreas críticas durante la operación de los embalses también ayudará a controlar el riesgo de inestabilidad de taludes permitiendo la identificación temprana de problemas potenciales e implementación de medidas correctivas.

4.2.1.2.1.2 Filtraciones de Agua

Otros posibles impactos de carácter geotécnico o hidrogeológico incluyen la filtración de agua a través, por debajo, o alrededor de la presa y su impacto en la estabilidad de la misma, y la posibilidad de que ocurran sumideros en el fondo del embalse. En este sentido, la información geológica disponible no parece indicar la presencia de rocas calizas con características cársticas en el área de interés. Por lo tanto, se estima que el riesgo de sumideros es mínimo, pero el mismo deberá ser evaluado durante las etapas de estudios y diseño final.

Durante la operación del embalse, la instrumentación apropiada de la presa permitiría evaluar el riesgo de filtración excesiva de agua y su posible impacto en la estabilidad de la misma.

4.2.1.2 Posibles Impactos Indirectos

El impacto de un sismo se considera como un efecto indirecto porque no es causado por el desarrollo de la opción de agua y porque su efecto se podría manifestar en el área aguas abajo de la presa y del embalse. Dada la presencia de una presa y su embalse asociado, el efecto de un sismo en el área podría ser mucho mayor si una o más de las opciones de agua consideradas llegan a implementarse. El efecto potencial en caso de falla de la presa esta directamente relacionado a la energía potencial almacenada en el embalse, la cual es a su vez influenciada por la cantidad total de agua y la elevación del espejo sobre el nivel del mar.

Los registros históricos de sismos en la región indican que los mismos se concentran en el oeste y el sureste del país cerca de los límites entre las placas tectónicas. Por lo tanto, se estima que el riesgo de un sismo grande que pudiera afectar el proyecto es relativamente pequeño. Así mismo, la formación de tsunamis producidos por sismos marinos se considera poco probable en la región. De acuerdo con análisis estadísticos, el estudio de factibilidad incluye parámetros sísmicos de diseño para el proyecto de Río Indio.

4.2.1.3 Comparación de las Opciones

Después de revisar la información sobre las condiciones existentes y la descripción de las opciones de agua, se considera que ninguno de los impactos potenciales de carácter geológico, geotécnico o sísmico representa un factor que se pudiera considerar como una “falla fatal”, que haga que alguna de las alternativas consideradas no se considere factible. En general se considera que tanto los impactos potenciales de carácter geológico / geotécnico como sísmico pueden ser mitigados o prevenidos, a través de la implementación de métodos apropiados de diseño y construcción.

El nivel de impacto dependerá de la opción y, en general, será mayor en proporción a la magnitud del proyecto, es decir, tamaño del embalse, altura de la presa, etc. Sin embargo, todos estos impactos o riesgos pueden ser minimizados con un diseño y construcción adecuados, y tomando las medidas precautorias necesarias durante la operación de las obras propuestas. Conceptualmente hablando, los impactos potenciales de carácter geológico y geotécnico son de naturaleza similar para las seis opciones analizadas.

A manera de resumen, en el Cuadro 4-2 se muestran los riesgos geológicos y geotécnicos de cada una de las opciones de agua consideradas en las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré. Los valores asignados para los riesgos indicados en el Cuadro 4-2, han sido realizados por el especialista de URS, y se realizó con la finalidad de comparar las opciones entre sí. A algunos riesgos se les asigna el mismo valor para todas o algunas de las opciones. Se reitera que esta metodología es empleada para poder comparar el riesgo geológico, geotécnico y sísmico de cada opción.

Cuadro 4-2
Resumen de los Riesgos Geológicos, Geotécnicos y Sísmicos
Para La Etapa de Construcción y para el Área de Influencia Directa

OPCIONES	Deslizamientos de taludes	Infiltraciones de agua en el (los) túnel(es)	Disposición del desperdicio	Filtraciones a través de la(s) presa(s)	Sismos	Puntaje Total por Opción
5	2	1	2	2	1	8
6	1	1	1	1	1	5
7	2	1	2	2	1	8
8	1	1	1	1	1	5
9	3	1	3	3	1	11
10	3	1	2	3	1	10

1 = menor; 2 = medio; 3 = mayor. Nota: Ver datos de las opciones 1 y 2 en los anexos.

Como se aprecia en el cuadro 4-2, la Opción 9 es la que presenta el mayor riesgo geológico, geotécnico y sísmico, dado que es la que incluye embalses de mayor tamaño y en general estructuras más grandes. Luego le sigue las opciones 10, 7 y 5 y las opciones de menor riesgo son las restantes, 5, 8 y 6, en ese orden. El nivel de riesgo asignado a cada opción dependió en general, de la magnitud del proyecto, es decir, tamaño del embalse, mayor movimiento de tierra, altura de la presa, etc.

Debe considerarse también que aun cuando el riesgo de actividad sísmica en esta región del país es relativamente bajo, el diseño de las presas y otras instalaciones del proyecto deberá incorporar los efectos sísmicos para el evento con el período de recurrencia establecido en los criterios del diseño. En el caso de la construcción del túnel de transferencia, en este existe un menor riesgo por la magnitud del mismo, su longitud es dependiente de cada opción, lo cual podría reducir la necesidad de disposición del material excavado durante la construcción. Dependiendo de la opción seleccionada se debe considerar la descarga repentina de las aguas embalsadas como resultado de una ruptura de la presa, la cual podría afectar un área mucho más grande acarreado daños mayores a la propiedad y aún pérdida de vidas, lo cual se ve agravado si la opción escogida involucra más de un embalse en lugar de uno.

4.2.2 Suelos

Las opciones de agua en las cuencas de los ríos Toabré, Caño Sucio e Indio tienen el potencial de afectar los suelos porque tanto los embalses como la infraestructura permanente y temporal utilizarán el espacio que actualmente es utilizado por suelos de diferentes clases. Estos impactos se producirían principalmente durante la fase de construcción de la opción u opciones de agua que se seleccionen para implementarse

4.2.2.1 Impactos potenciales durante la fase de construcción

En el cuadro 4-3 se incluye un resumen de las clases de suelos que serían afectadas para cada una de las opciones consideradas en las cuencas de los ríos. Estos valores son el resultado de cruzar la descripción gráfica de las seis opciones de agua que se han planteado en estas cuencas con la información sobre las clases agrológicas. Estos cruces se pueden visualizar gráficamente en las figuras 4-1-4-6.

4.2.2.1.1 Posibles impactos directos

Los valores de los impactos potenciales incluyen las áreas de los posibles embalses más los caminos de acceso a las diferentes obras asociadas con cada una de las opciones. Además de los valores indicados para cada una de las opciones se deben considerar también las áreas de préstamos y los sitios de extracción de materiales especiales, así mismo la disposición del material luego de removido. Sin embargo, esta información solamente ha sido completada para el embalse sobre Río Indio 80-40 y por lo tanto no se pueden hacer comparaciones. Para fines de estimar los impactos totales de cada opción se debe asumir que todas ellas tendrían un área similar de sitios de préstamos, el cual asciende a un total de 840.4 hectáreas.

Además de los impactos directos por la remoción o inundación de suelos, durante el período de construcción los suelos del área pueden también ser afectados por procesos de erosión superficial después del desbroce y la limpieza, especialmente dado el alto nivel precipitación y la intensidad de la lluvia en el área. Este impacto puede ser significativo si no se implementan las medidas de mitigación apropiadas durante la construcción de las obras. Es difícil predecir la cantidad de suelo que puede ser afectado de esta manera y el esfuerzo debe ser dirigido hacia minimizar esos impactos.

También se afectará el suelo donde se colocará el campamento, si no se toman en cuenta las medidas de mitigación para evitar la contaminación por derrame de hidrocarburos y otras sustancias, y la disposición de desechos tanto sólidos como líquidos.

Cuadro 4-3
Impactos potenciales sobre los suelos que serían afectados por las opciones de aguas consideradas en las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré

COMPONENTE		CLASE					TOTAL
		III	IV	VI	VII	VIII	
Río Indio	Caminos	4.4	17.3	31.2	56.3	0.0	109.2
	Embalse 80-40	0.0	0.0	2,516.2	2,022.2	0.0	4,538.3
	Embalse 45-40	0.0	0.0	1,515.6	578.4	0.0	2,093.9
Caño Sucio	Caminos	0.0	0.0	71.4	3.4	10.4	85.1
	Embalse			1,322.7	21.6	10.3	1,354.5
Toabré	Caminos	0.0	0.0	25.1	35.7	18.8	79.6
	Embalse 100-90	0.0	0.0	1394.8	1874.6	1665.9	4,935.3
	Embalse 95-50	0.0	0.0	1,250.1	1,224.1	951.0	3,425.1
	Sitios de Préstamo	0.0	203.0	327.4	165.3	0.0	695.6
	Cantera Arenisca	0.0	0.0	0.0	58.8	0.0	58.8
	Depósitos Fluviales	0.0	0.0	85.9	0.0	0.0	85.9
CLASE/DESCRIPCIÓN		OPCIONES					
		5	6	7	8	9	10
III	Arable, severas limitaciones en la selección de las plantas, requiere conservación especial o ambas	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
IV	Arable, muy severas limitaciones en la selección de las plantas, requiere manejo muy cuidadoso o ambas	17.3	17.3	17.3	17.3	17.3	17.3
VI	No arable, con limitaciones severas, apta para bosques, pastos, tierras de reservas	2572.3	1571.7	3822.6	2822.0	5361.3	4360.7
VII	No arable, con limitaciones muy severas apta para bosques, pastos, tierras de reservas	2099.1	655.3	3338.2	1894.4	4013.6	2569.8
VIII	No arable, con limitaciones que impiden su uso en la producción de plantas comerciales	1439.6	1439.6	969.8	969.8	1705.4	1705.4
	TOTAL	6,132.7	3,688.3	8,152.2	5,707.8	11,102.0	8,657.7

4.2.2.1.2 Posibles impactos indirectos

Durante la fase de construcción puede haber un efecto sobre los suelos del área como resultado del desarrollo inducido que seguramente se producirá en el área. El riesgo es que los suelos relativamente limitados desde el punto de vista agrológico del área se traten de usar para fines agrícolas, producirá erosión y deterioro de los mismos. Estos se pueden prevenir mediante un plan de zonificación de usos del suelo y el establecimiento de las medidas adecuadas de protección de suelos en las actividades agropecuarias. Es de gran preocupación la utilización de

áreas con pendientes excesivas para el establecimiento de actividades agrícolas de ciclos cortos con un sistema radicular restringido a la superficie.

Las condiciones de lluvias extremas que caracterizan al área pueden acelerar los procesos de movimiento en masa como es el caso de los deslizamientos de tierra en aquellas áreas con pendientes elevadas (fuertes), que al eliminarse la cohesión que proporcionan las raíces de un bosque, esta situación se pudo documentar durante una visita de reconocimiento al área en diciembre de 2003. Estos deslizamientos tienen sus efectos negativos sobre la biodiversidad, debido a que disminuyen la calidad del hábitat, la calidad del agua por el aumento de los sólidos en suspensión y se aumenta el riesgo de sedimentación aguas abajo.

4.2.2.2 Impactos potenciales durante la fase de operación

Contrario a lo que ocurre en la fase de construcción, los impactos durante esta fase son mayormente de carácter indirecto, pues la remoción o inundación de suelos se reduce significativamente una vez que las obras civiles se han completado y el embalse se llena hasta su cota normal de operación.

4.2.2.2.1 Posibles impactos directos

Durante la fase de operación los impactos directos al suelo serán mínimos debido a que el embalse y las obras ya estarán construidas, y el campamento será removido. Remotamente, si fuese necesario habilitar un nuevo banco de préstamo para extraer material para la rehabilitación de los caminos, se afectaría el suelo.

4.2.2.2.2 Posibles impactos indirectos

Finalmente, el desarrollo inducido que seguramente se producirá también durante la etapa de operación en el área, afectará a los suelos que tienen limitaciones agropecuarias. El impacto será por la erosión y el deterioro de los suelos que no tienen vocación agropecuaria. Estos impactos al suelo se pueden prevenir mediante la implementación del plan de zonificación de usos del suelo de las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré, además, de la adopción de medidas de protección de suelos en las actividades agropecuarias.

4.2.2.3 Comparación de opciones

A manera de comparar el impacto sobre el suelo por cada una de las opciones de agua, se toma como parámetro el área inundada por el embalse (área de influencia directa), así como por las áreas de explotación de canteras y bancos de préstamo y la construcción de nuevos caminos. (Cuadro 4-4).

Cuadro 4-4
Resumen de los impactos al suelo para la etapa de construcción y operación y para el área de influencia directa e indirecta

Opciones	Suelos inundados por el (los) embalse (s)	Suelos afectados por las canteras y bancos de préstamo y caminos	Suelos afectados por el desarrollo inducido	Clasificación
5	2	2	2	6
6	1	1	2	4
7	2	2	2	6
8	1	1	2	4
9	3	3	3	9
10	2	2	3	7

1 = menor; 2 = medio; 3 = mayor. Nota: Ver datos de las opciones 1 y 2 en los anexos.

La opción 9 es la que más área afecta directamente, seguida por las opciones 10, 7 y 5, luego las opciones 8 y 6, que afecta menos área.

El impacto en el suelo por las opciones de agua en el área de influencia indirecta en las etapas de construcción y operación (desarrollo inducido), se considera que es un riesgo similar para todas las opciones y se debe prevenir a través de un plan de zonificación de usos del suelo y promoción de medidas de conservación y protección de suelos en las actividades agropecuarias, con fondos del proyecto.

4.2.3 Recursos Hídricos

Al igual que se estimaron los posibles impactos sobre los recursos hídricos sobre la cuenca de Río Indio, se han estimado los posibles impactos en el caso de las opciones que usan además de los recursos hídricos de Río Indio, los de Caño Sucio y Toabré. Para fines de organización, de esta presentación se han dividido los impactos potenciales a los recursos hídricos en las cuencas en cuatro categorías funcionales:

- (a) Reducción de niveles de agua y caudales aguas abajo de la presa;

- (b) Sedimentación en el embalse y su impacto potencial en la operación de la presa y aguas abajo;
- (c) Riesgo de eutrofización en el (los) embalse(s); y
- (d) Calidad de agua en el canal fluvial aguas abajo del embalse.

Estos impactos se presentarán mayormente durante la fase final de la construcción (llenado) y durante la fase de operación de las opciones de agua. La categoría que también se presenta de manera significativa durante la fase de construcción de las obras es el riesgo de deterioro de la calidad del agua aguas abajo de los sitios de presa y de construcción en general. En las secciones subsiguientes se discute como cada uno de estos impactos potenciales podría manifestarse tanto durante la fase de construcción como de operación.

4.2.3.1 Impactos potenciales durante la fase de construcción

Durante la fase de construcción se considera que los principales impactos están relacionados con el riesgo de deterioro de la calidad del agua tanto por la acción directa de las construcciones como por efectos indirectos del desarrollo inducido en la cuenca y áreas vecinas. El deterioro de la calidad del agua tanto por el incremento de sedimento en suspensión, como por desechos tanto de carácter biodegradable como sustancias peligrosas, tiene efectos sobre la calidad del hábitat acuático aguas abajo.

Los otros efectos relacionados a la sedimentación en el embalse, el riesgo de eutrofización y la reducción de caudales aguas abajo de los sitios de presa se manifestarían significativamente después de que las obras hayan sido construidas y comience el llenado del embalse o embalses asociados a la opción u opciones que sean seleccionadas para ejecución. Por lo tanto esos impactos potenciales se presentan en la sección correspondiente a impactos potenciales durante la fase de operación.

Por ejemplo en el caso de los niveles de agua y caudales aguas abajo del sitio de presa la afectación durante la etapa de construcción será mínimas, pues aunque durante esta se desviaré el río de su cauce en un pequeño tramo, no se reducirá significativamente su caudal, pues no habrá transferencias a otras cuencas.

En relación con la sedimentación en el embalse se espera que esta ocurra en pequeñas cantidades pues la ataguía y el túnel tendrán un efecto de represamiento del río, especialmente cuando su caudal sea alto que es cuando más sedimento está siendo transportado por el sistema. Sin embargo, este se considera un efecto localizado de poca magnitud, dado que como se indicó en el

Capítulo 3 la cantidad de sedimento que se moviliza por el sistema hidrológico de la cuenca de Río Indio es relativamente bajo.

4.2.3.1.1 Posibles impactos directos

Como se mencionó anteriormente el principal impacto directo durante la fase de construcción se relaciona con el riesgo de deterioro de la calidad del agua. La calidad del agua del río principal y de los tributarios puede ser deteriorada durante la construcción de la presa y las obras conexas, al generar mayor deforestación y cambios en el equilibrio de las pendientes, se aceleran los procesos de erosión, sedimentación y de movimientos de masas, cambiando los patrones de drenaje externo y escorrentía y acelerando los coeficientes de entrega de sedimentos. Lo anterior contribuye significativamente al deterioro de la calidad del agua, siendo el aporte de sedimentos el aspecto principal y más obvio de dicho deterioro, afectando la biodiversidad y otros bienes hídricos.

Dado que el deterioro de la calidad del agua se debe principalmente al aporte de sedimentos proveniente del movimiento de tierra, incluyendo las excavaciones, es conveniente identificar las principales fuentes de los mismos. La experiencia en proyectos de construcción de obras hidráulicas ha demostrado que durante esta etapa las principales fuentes de deterioro de la calidad del agua son en orden de prioridad las siguientes:

- i) La construcción de los caminos temporales y permanentes, que de no tomarse las medidas preventivas y correctivas conocidas, constituyen un aporte significativo de sedimentos a los cuerpos de agua;
- ii) La deforestación y pérdida de vegetación protectora de suelos, inducida por la infraestructura construida, principalmente caminos y canteras, acelera los procesos de erosión, sedimentación y de movimientos de masas, desequilibra las pendientes y el drenaje externo, concentrando la escorrentía y aumentando la capacidad erosiva del agua y los coeficientes de entrega de sedimentos lo que deteriora la calidad del agua y aumenta la sedimentación aguas abajo;
- iii) En los sitios de extracción de materiales pétreos principalmente en canteras y de arenas en los cauces de los ríos, sino se toman medidas preventivas oportunas, pueden también ser fuente de sedimentos hacia los cuerpos de agua. El aporte de sedimentos puede ser significativo si se extraen materiales pétreos del banco de los ríos, por lo tanto, la forma de extracción debe ser objeto de un estudio especial, evitando romper el sello del cauce;
- iv) El movimiento de tierra en el sitio de presa, túnel, derivaciones temporales y diques auxiliares (saddle dams), si no se implantan medidas preventivas y correctivas, puede

- aportar gran cantidad de sedimentos, sobre todo por realizarse muy cercanas al cauce principal del río; y
- v) La extracción de agua de los ríos, de succionarse fuertemente, suspende los sedimentos, deteriorando la calidad del agua aguas abajo;
 - vi) Las aguas residuales de los servicios sanitarios en el pueden también ser una fuente de deterioro de la calidad del agua de los cuerpos de agua.

Otros impactos significativos sobre la calidad del agua son las descargas residuales de los asentamientos humanos, campamentos y frentes de trabajo, así como los derrames de residuos de hidrocarburos en los talleres y patios de acopio de maquinaria. Esos desechos deben tratarse por medio de fosas sépticas u otros métodos aprobados y debe haber un estricto control sobre las descargas de hidrocarburos al suelo y principalmente al cuerpo de agua receptores. Una gota de aceite vertida en el agua, necesita de alrededor de 450,000 gotas de agua para biodegradarse, para dar un dato sobre la importancia de este tema.

4.2.3.1.2 Posibles impactos indirectos

Los posibles impactos indirectos durante la fase de construcción están asociados con el desarrollo inducido a causa de los trabajos que se realizarían para el desarrollo de las obras. Este desarrollo inducido tanto en la cuenca como en los alrededores de la misma, especialmente de los sitios de trabajo y a lo largo de las vías de acceso. Los impactos son de naturaleza similar ya que un mayor grado de actividad económica y comercial derivado de un incremento de la presencia humana, especialmente si se desarrollan, como hasta ahora de manera desordenada y espontánea, conducirán a similares problemas en la calidad del agua a los que fueron descritos en la sección precedente.

4.2.3.2 Impactos potenciales durante la fase de operación

La presencia física de la presa y del embalse tiene un efecto más significativo durante la fase de operación. Esto es especialmente cierto para los impactos asociados con la alteración de los flujos tanto de agua como del caudal sólido normalmente transportado por esta a lo largo del río. Los efectos directos de esto se manifiestan en el río aguas abajo de la presa y en el embalse mismo. Finalmente, también es importante señalar que la evolución de las condiciones en la cuenca aguas arriba del embalse puede tener también un efecto significativo sobre este. A continuación se describen los principales efectos directos e indirectos sobre los recursos hídricos como consecuencia del posible desarrollo de una o más de las opciones de agua consideradas.

4.2.3.2.1 Posibles impactos directos

Los impactos directos durante la fase de operación de la opción u opciones de agua que lleguen a ejecutar ya sean en las cuencas de Río Indio, Toabré y Caño Sucio están definidos por la presencia de las estructuras de los embalses y la interrupción que estos establecen en el libre fluir de caudales líquido y sólido del sistema hidrográfico. A fin de sistematizar el tratamiento de los mismos se han incluido los análisis relativos a seis aspectos importantes que son:

- El efecto sobre los niveles de agua y caudales aguas abajo de las presas;
- La erosión en la cuenca y la sedimentación en el embalse;
- El posible efecto sobre el lecho del río aguas abajo de las presas;
- La Estabilidad del canal aguas abajo de las presas;
- El riesgo de eutrofización de los embalses; y
- El posible efecto sobre la calidad del agua, río abajo de las presas.

4.2.3.2.1.1 Nivel del Agua y Caudales Aguas Abajo de las Presas

Las características hidrológicas antes del proyecto fueron establecidas a través de cálculos de distribución de frecuencia estadística de caudales para varios períodos de retorno, y extrapolando utilizando la técnica del hidrograma unitario. Para las condiciones post-proyecto, se hicieron simulaciones hidrológicas con un modelo computacional (Level Pool), simulando los caudales aguas debajo de las presas de Caño Sucio y Toabré. Los caudales máximos resultantes indican una atenuación significativa de los caudales en el río aguas abajo de la presa, y por lo tanto, una reducción en los riesgos de inundación. El Cuadro 4-5 y el Cuadro 4-6 muestran una comparación entre las condiciones pre y post-proyecto. Los mismos resultados para el Río Indio se presentan en la Sección 2.1.3.1.

Cuadro 4-5
Caudales Máximos en el Río Caño Sucio
Aguas Abajo del Embalse

Período de Retorno (años)	Caudal Máximo Pre-Proyecto (m ³ /s)	Caudal Máximo Post-Proyecto (m ³ /s)
5	327	36
10	358	39
25	385	42
50	417	47
100	439	51

Cuadro 4-6
Caudales Máximos en el Río Toabré Aguas Abajo del Embalse

Período de Retorno (años)	Caudal Máximo Pre-Proyecto (m3/s)	Caudal Máximo Post-proyecto (m3/s)
20	1870	135
50	2370	198
100	2780	226

4.2.3.2.1.1.1 Impactos potenciales durante la fase de construcción

4.2.3.2.1.1.1.1 Posibles impactos directos

Los niveles de agua y caudales aguas debajo del sitio de presa no serán afectados durante la etapa de construcción. En la construcción de las presas se desviarán el río de su cauce en un pequeño tramo, pero no se reducirá su caudal.

4.2.3.2.1.1.1.2 Posibles impactos indirectos

No se prevé que haya impactos indirectos durante la etapa de construcción, ya que no serán afectados los niveles y caudales del río.

4.2.3.2.1.1.2 Impactos potenciales durante la fase de operación

4.2.3.2.1.1.2.1 Posibles impactos directos

Con la construcción del proyecto habrá una atenuación significativa de los caudales en los cauces de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré aguas abajo de las presas, y por lo tanto, una reducción en los riesgos de inundación.

La reducción de los niveles de agua y caudales de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré, aguas abajo del sitio de las presas, provocará posiblemente los siguientes impactos negativos, los cuales serán discutidos más extensamente en otros incisos del presente capítulo: menor aporte de sedimentos, afectación a los organismos acuáticos y mayor dificultad de movilización por lancha, sobre todo en la época de menor precipitación.

4.2.3.2.1.1.2.2 Posibles impactos indirectos

La reducción del caudal aguas debajo del sitio de las presas podría provocar que personas del área utilicen las zonas cercanas a los ríos para actividades con mayor permanencia, debido a la disminución de las fluctuaciones de caudales y niveles de agua, durante todo el año.

4.2.3.2.1.1.3 Comparación de opciones

La reducción de los riesgos de inundación, debido al efecto de la atenuación de caudales aguas debajo de los sitios de presa, dependerá de la ubicación de cada uno de los sitios de presa. Las alternativas que tienen sus sitios de presas más arriba, la reducción de los riesgos de inundación abarcarán un tramo mayor del río.

Las afectaciones a las personas que se movilizan por lancha y a los organismos acuáticos por la reducción de los niveles de agua y caudales se considera que será lo contrario a lo indicado en el párrafo anterior. Las opciones de agua ubicadas más aguas arriba, afectarán más la movilización y/o a los organismos acuáticos.

4.2.3.2.1.2 Erosión en la cuenca y sedimentación en el embalse

El tema de erosión y transporte de sedimentos tiene varios aspectos que pueden variar de importancia durante las fases de construcción y operación entre estos los más importantes incluyen:

- Riesgo de deterioro de la calidad del agua;
- Sedimentación del embalse; y
- Afectación del lecho del río aguas abajo del sitio de presa.

Riesgo de deterioro de la calidad del agua

El deterioro de la calidad del agua se debe principalmente al aporte de sedimentos proveniente del movimiento de tierra, incluyendo excavaciones. La experiencia en proyectos de construcción de obras hidráulicas ha demostrado que durante esta etapa las principales fuentes de deterioro de la calidad del agua son en orden de prioridad las siguientes:

- i) La construcción de los caminos temporales y permanentes, que de no tomarse las medidas preventivas y correctivas conocidas, constituyen un aporte significativo de sedimentos a los cuerpos de agua;

- ii) En los sitios de extracción de materiales pétreos, sino se toman medidas oportunas, pueden también ser fuente de sedimentos hacia los cuerpos de agua; El aporte de sedimentos puede ser significativo si se extraen materiales pétreos del banco de los ríos, por lo tanto, la forma de extracción debe ser objeto de un estudio especial, evitando romper el sello del cauce;
- iii) El movimiento de tierra en el sitio de presa, túnel, derivaciones temporales y diques auxiliares (saddle dams), si no se implantan medidas preventivas y correctivas, puede aportar gran cantidad de sedimentos, sobre todo por realizarse muy cercanas al cauce principal del río;
- iv) La extracción de agua de los ríos, de succionarse fuertemente, suspende los sedimentos, deteriorando la calidad del agua aguas abajo; y
- v) Las aguas residuales de los servicios sanitarios en el campamento y en los frentes de trabajo, así como los derrames de residuos de hidrocarburos en el taller pueden también ser una fuente de deterioro de la calidad del agua de los cuerpos de agua.

Para analizar este impacto potencial de la acumulación de sedimentos en los embalses para los ríos Caño Sucio y Toabré, se realizó un análisis muy similar que el realizado anteriormente para Río Indio, lo cual incluye un cálculo de la carga de sedimentos en la cuenca del Río Indio, y un estimado de la pérdida potencial de capacidad de almacenamiento en el embalse durante un período de operación de 100 años.

El Departamento de Hidrometeorología de la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA) ha recolectado datos de sedimentos en suspensión en áreas de la ROCC. Los métodos de muestreo y análisis son los recomendados por la División de Recursos Hidrológicos del United States Geological Survey (USGS). Específicamente, ETESA recolectó 46 muestras en el Río Coclé del Norte en Canoas y 56 muestras en el Río Toabré en Batatilla. Adicionalmente, la ACP realizó muestreos en tres estaciones aledañas al Lago Madden y en otras tres estaciones aledañas al Lago Gatún. La ACP también realizó una campaña de muestreo de sedimentos en el Lago Madden en 1983, la cual fue actualizada en 1990. Utilizando la misma fuente de información se concluyó que también en los ríos Caño Sucio y Toabré se podría usar conservadoramente una tasa de producción de sedimento de 1.4 mm/año. Las curvas de carga de sedimento versus caudal, elaboradas por ETESA suponen una concentración máxima de 10,000 mg/l, que es mayor que las concentraciones medidas en las muestras. Esto se hizo para tener un estimado conservador de la carga de sedimentos. En base a esta suposición, se estimó una carga de sedimentos anual de 1.3 mm para el Río Coclé del Norte y de 1.2 mm para el Toabré.

Tomando como base estos estimados de cargas de sedimentos, se ha adoptado un valor de 1.4 mm/año para la cuenca del Río Indio⁽⁶⁵⁾ Esta carga es indicativa del uso actual de la tierra, y

podría cambiar significativamente si ocurre deforestación o si hay incrementos en la actividad agrícola en la cuenca. Utilizando el área de drenaje para las cuencas del Río Caño Sucio (111 km²) y del Río Toabré (727 km²), y este valor para la carga de sedimentos de 1,4 mm/año, resulta en un caudal de sedimentos hacia los embalses de 155.400 m³/año y 1.018.000 m³/año, respectivamente. La ACP ha utilizado en sus cálculos un peso específico de los sedimentos de 1.04 ton/m³. Por ello, la carga anual de sedimentos hacia los embalses del Río Caño Sucio y del Río Toabré resulta en aproximadamente 161.600 y 1.058.500 toneladas, respectivamente.

El análisis de la pérdida potencial de la capacidad de almacenamiento de agua en embalse se realizó utilizando la metodología propuesta por el United States Bureau of Reclamation. Para el rango operacional de los niveles de los embalses entre 40 y 80 metros para el río Indio, entre 90 y 100 para el río Caño Sucio, entre 50 y 95 para el río Toabré se realizó utilizando la metodología propuesta por el United States Bureau of Reclamation. Este trabajo ha sido documentado en la referencias^(65,19). El análisis realizado en estas referencias indica que la capacidad de almacenamiento en los embalses se verá afectada en no más de uno y dos por ciento después de un período de operación del embalse de 50 años y 100 años, respectivamente.

Es importante notar que estos estimados han sido calculados utilizando como base una tasa de generación de sedimentos en los embalses de 1.4 mm anuales. Este estimado supone entonces unas ciertas condiciones de utilización de la tierra, las cuales pueden cambiar en el futuro debido a actividades tales como deforestación o un incremento en la actividad agrícola en la zona. Por ello, es recomendable un monitoreo de esta generación de sedimentos en la cuenca del Río Indio.

La tasa de acumulación de sedimentos en el embalse para cualquier opción sería mínima y no se anticipa la necesidad de dragado. Se debe enfatizar la necesidad de asegurar que las condiciones continúen similares en el futuro, en el mantenimiento periódico y rutinario a los caminos a fin de prevenir los derrumbes es muy importante puesto que estos pueden ser una fuente importante de sedimentos hacia el embalse.

4.2.3.2.1.2 Efecto Potencial sobre el lecho del cauce, aguas abajo de las presas

Para los ríos Caño Sucio y Toabré se realizó un análisis similar al descrito anteriormente para río Indio, con el objeto de determinar posibles cambios en lecho y cauce del río aguas debajo de la presa. El Cuadro 4-9 muestra los resultados obtenidos utilizando los métodos de Meyer-Peter Muller y de Shields, para condiciones antes y después del proyecto.

Cuadro 4-9
Tamaño de la capa de recubrimiento (diámetro de grano, en mm)
Aguas Abajo de los Embalses para los ríos Caño Sucio y Toabré

	Período de Retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
Antes del Proyecto						
Meyer-Peter Muller	29	30	31	32	33	33
Shields	41	44	45	46	47	48
Después del Proyecto						
Meyer-Peter Muller	9	10	11	12	13	13
Shields	13	14	16	17	18	19

Se puede hacer una comparación del tamaño de la capa de recubrimiento antes y después del proyecto, suponiendo un tamaño de grano promedio (mediana) de 16,5 mm, tal como se hizo para el Río Indio. Bajo condiciones antes del proyecto, el tamaño de grano de la capa de recubrimiento es siempre mayor que la mediana, y por ende el lecho fluvial tiende a degradarse, ya que el material del fondo es arrastrado con facilidad con el caudal del río. Por otra parte, después del proyecto, la disminución del caudal aguas abajo de la presa resulta en tamaños de grano menores para la capa de recubrimiento, indicando que la degradación del lecho fluvial sería despreciable. Esto también podría ser indicativo de un proceso de acumulación de sedimentos en los afluentes a estos ríos, ya que al disminuir el caudal aguas abajo, también disminuye la capacidad de cargar sedimentos, tal como se discutió anteriormente.

La calidad del agua del río principal y de los tributarios puede ser deteriorada durante la construcción de la presa y las obras conexas, al haber movimiento de tierra y de no implantarse adecuada y oportunamente las medidas para minimizar la escorrentía. El deterioro de la calidad del agua se debe principalmente al aporte de sedimentos proveniente del movimiento de tierra, incluyendo excavaciones. En menor cuantía son las descargas de aguas residuales y derrame de residuos de hidrocarburos a los cuerpos de agua receptores.

4.2.3.2.1.2.1 Impactos potenciales durante la fase de operación

Posibles impactos directos

Otro impacto potencial al medio físico como resultado del desarrollo de estas obras es la acumulación de sedimentos en el embalse. La acumulación excesiva de sedimentos requeriría el dragado periódico de los mismos y la consiguiente disposición adecuada del material dragado.

Utilizando el área de drenaje para las cuencas del Río Caño Sucio (111 km²) y del Río Toabré (727 km²), y para la carga de sedimentos el valor de 1,4 mm/año, resulta en un caudal de sedimentos hacia los embalses de 155.400 m³/año y 1.018.000 m³/año, respectivamente. La ACP ha utilizado en sus cálculos un peso específico de los sedimentos de 1.04 ton/m³. Por ello, la carga anual de sedimentos hacia los embalses del Río Caño Sucio y del Río Toabré resulta en aproximadamente 161.600 y 1.058.500 toneladas, respectivamente.

Al no darse un mantenimiento periódico y rutinario a los caminos, los derrumbes, pueden ser fuente de sedimentos hacia el embalse.

Posibles impactos indirectos

Como se indico para la fase de construcción, el desarrollo inducido que ocurrirá en las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré pueden hacer variar la tasa de generación de sedimentos en el embalse, estimada de 1.4 mm al año; esta carga indicativa del uso actual de la tierra, podría cambiar significativamente si ocurre deforestación o si hay incrementos en la actividad agrícola en la cuenca. Por ello, es recomendable un monitoreo de esta generación de sedimentos en las cuencas.

Comparación de alternativas

El deterioro de la calidad del agua del río principal y de los tributarios puede darse por el movimiento de tierra y de no implantarse adecuada y oportunamente las medidas para minimizar la escorrentía. Por lo tanto las opciones de agua mayores tendrán un mayor volumen de movimiento de tierra y en consecuencia mayor posibilidad de escorrentía.

La sedimentación en ninguno de los embalses representa un problema potencial y, por consiguiente, no se anticipa la necesidad de dragado. Por lo tanto, no hay ninguna diferencia entre las opciones de agua evaluadas.

La degradación del lecho fluvial aguas abajo del sitio de presa es insignificante para todas las opciones de agua. Por ello, no se requieren de obras para estabilizar el canal fluvial. De hecho, es probable que acumulaciones de sedimentos ocurran en las bocas de los ríos afluentes a los ríos principales, contribuyendo a la estabilidad de estos cauces.

Finalmente, el desarrollo inducido que ocurrirá en las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré pueden hacer variar la tasa de generación de sedimentos en los embalses, estimada de 1.4

mm al año. Por ello, es recomendable un monitoreo de esta generación de sedimentos en las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré.

4.2.3.2.1.3 Estabilidad del Canal

La estabilidad del canal se evaluó tomando como base el potencial de degradación del lecho fluvial, y la disponibilidad de material para establecer la capa de recubrimiento en la carga de sedimentos. Debido a que la carga de sedimentos en el río disminuye como consecuencia de la captura de sedimentos en el embalse, por lo general esto resulta en una degradación del lecho fluvial aguas abajo.

Es importante destacar que la deposición de materiales en el lecho del río combinado con la reducción de caudales y por ende de niveles en los ríos, podría afectar la navegación sobre el mismo, como se indicó anteriormente.

4.2.3.2.1.4 Riesgo de Eutrofización

Los mismos procedimientos utilizados para caracterizar el riesgo de eutrofización en las opciones de la cuenca de Río Indio, fueron también utilizados para estimar dichos riesgos en las opciones que combinan las tres cuencas. La eutrofización es un proceso por el cual la calidad del agua en el embalse se deteriora por el florecimiento exagerado de algas y macrófitas, resultante del aumento de la concentración de nutrientes, especialmente de nitrógeno y fósforo.

La evaluación realizada anteriormente considera los impactos que podrían ocurrir a la calidad del agua durante la etapa de construcción de las obras y durante la etapa de operación de las opciones de agua consideradas, asociados con el riesgo de erosión y sedimentación en las áreas donde se realizarían movimientos de tierra significativos y de los riesgos de derrames de combustibles, aceites y otros materiales peligrosos de uso común en los campamentos y áreas de trabajo.

Sin embargo, la experiencia indica que también pueden ocurrir impactos significativos en la calidad del agua de los embalses por el proceso natural de eutrofización durante la etapa de operación, por lo que en esta sección se realiza un análisis de los riesgos que se podrían presentar de un proceso de eutrofización acelerada.

La estimación de los riesgos de eutrofización de las distintas opciones de agua evaluadas se hace en base a la información existente. A manera de referencia se indica que la calidad del agua del

Lago Gatún y los embalses Alhajuela y Bayano^(37;52), el primero con alrededor de 100 años de haberse formado, es buena, con excepción de algunos sitios específicos debido a descargas puntuales.

También ha sido útil para este análisis los resultados de las simulaciones de la calidad del agua en la etapa de operación del embalse en río Indio (Opción 1) preparado por el US Army Corps of Engineers (2003). Los resultados del modelo CE-QUAL-W2, que utilizó como datos de entrada los resultados del modelo HEC-5, describen la posible calidad del agua del embalse, en función de parámetros como el oxígeno disuelto, sólidos totales, coliformes, fósforo, amonio, nitratos, nitritos, demanda química y bioquímica de oxígeno y temperatura. Aunque se reconoce que los datos disponibles no fueron los idóneos para la calibración del modelo, los autores consideran que los resultados obtenidos de su aplicación son de utilidad para derivar conclusiones sobre la calidad del agua en el embalse de Río Indio y sus posibles efectos sobre la calidad del agua aguas abajo del mismo. Para ser conservadores, en las corridas del modelo, los autores utilizaron eventos hidro-meteorológicos extremos, a manera de simular las peores condiciones, en cuanto a calidad del agua, que se podrían presentar en el embalse.

Las principales conclusiones del modelo de calidad del agua del embalse en el Río Indio (opción 1) son (US Army Corps of Engineers. 2003):

- i) Calidad del agua que se descargaría aguas abajo del sitio de presa: Las concentraciones de oxígeno disuelto serán menores en las capas cercanas al fondo y sobre todo cuando el embalse se este llenando, pudiendo de esa manera afectar negativamente la calidad de agua y los ecosistemas acuáticos aguas abajo de la presa; Esta situación se puede aliviar variando la profundidad de las salidas de agua; y
- ii) Calidad del agua que se descargaría hacia Gatún: Las concentraciones de oxígeno disuelto no afectarán al lago, por lo que no se estima necesario variar la profundidad de las tomas de agua hacia el túnel.

Para complementar las conclusiones obtenidas de este modelo se realizaron una serie de análisis de los parámetros morfológicos y metabólicos que se conoce determinan las condiciones de calidad del agua y calidad del ecosistema acuático en los embalses tropicales. Estos aspectos se describen a continuación y en la medida de lo posible se discuten con los valores obtenidos con el modelo y con los valores reportados en la literatura en los embalses panameños mencionados anteriormente.

Carga de nutrientes

La estimación de carga de nutrientes hacia cada uno de los posibles embalses se estimó siguiendo los procedimientos descritos anteriormente y en los anexos se muestran los cálculos realizados para estimar la carga de nutrientes a los embalses de cada una de las opciones. La información en estos incluye el uso actual del suelo en las áreas contribuyentes a cada uno de los embalse Río Indio, Caño Sucio y Toabré. Los usos se agrupan en categorías: urbano, agrícola, pastos y bosque. La categoría “urbana” se aplica en este caso a las áreas de poblados. La aplicación de los coeficientes de exportación a las áreas permite estimar la carga total de fósforo que se estima llegaría a los embalses provenientes de las fuentes no puntuales en el área de captación del mismo.

La carga anual de fósforo en gramos por metro cuadrado en cada uno de los embalses varía de 0.01 a 0.1. Los embalse de los tres ríos reportan que la mayor carga que reciben es por la categoría urbana (0.1); Luego le sigue la categoría agrícola con cargas de 0.05 y 0.35.

Cuadro 4-11
Carga de Fósforo por Fuentes no Puntuales
a los Posibles Embalses en la ROCC Bajo Estudio

Opciones y Embalses	Área del embalse (km ²)	Carga de la cuenca (ton/año)	Carga sobre el embalse (gr/m ² /año)
Indio 80-40	45.6	4.15	0.09
Indio 45-40	20.94	4.15	0.20
Caño Sucio 100-90	13.56	1.23	0.09
Toabré 100-90	49.35	7.58	0.15
Toabré 95-50	34.25	7.58	0.22

Utilizando las mismas fuentes de información y los mismos procedimientos descritos para la cuenca de Río Indio se estimaron las cargas de fósforo en las áreas contribuyentes a cada embalse en las cuencas de los ríos Indio Caño Sucio y Toabré.

En el Cuadro 4-12 se muestra que las opciones de agua que tienen mayor carga de fósforo por fuentes puntuales (0.391 gramos/m²/año) es Río Indio en todas las opciones. En los anexos se muestran los cálculos realizados para estimar la carga de nutrientes por fuentes no puntuales a los embalses, de cada una de las opciones. No es posible cuantificar que porcentaje de la carga total de fósforo proveniente de las fuentes puntuales llegará a los embalses respectivos. Basterrechea (1984), estimo que cargas puntuales representan alrededor de un 20% de las cargas no puntuales. Por lo tanto, las cargas indicadas en el Cuadro 4-12, se multiplicarán por 1.2 (20%).

Cuadro 4-12
Carga de Fósforo por Fuentes Puntuales
a los Posibles Embalses Bajo Estudio en la ROCC

Embalses	Área de la cuenca (km ²)	Carga de la cuenca (ton/año)	Carga sobre el embalse (gr/m ² /año)
Indio 80-40	386.69	151	0.391
Indio 45-40	386.69	151	0.391
Caño Sucio 100-90	118.4	14.4	0.122
Toabré 100-90	728.6	40.2	0.055
Toabré 95-50	728.6	40.2	0.055

Estimación del probable nivel trófico

La concentración promedio de fósforo en los embalses se estimó utilizando los mismos procedimientos mencionados. En el Cuadro 4-13, se resumen los valores de los parámetros que determinan el nivel trófico de los distintos embalses en los tres ríos de la ROCC bajo estudio.

En las opciones 5 a 10, se transferiría agua entre uno o dos embalses, previo a su descarga a Gatún. En estas opciones se estimará la carga de fósforo que se transferiría de un embalse a otro, asumiendo la concentración estimada por el modelo y multiplicada por el volumen de agua transferido, asumiendo que éste es el 90% de la descarga media anual, ya que un 10% se descargaría aguas abajo de la presa como caudal ecológico.

En el Anexo, se muestra la hoja electrónica donde se hicieron los cálculos realizados para estimar la concentración promedio de fósforo en los embalses.

Cuadro 4-13
Resumen del nivel trófico de las opciones de agua en la ROCC

Embalses / Opciones	Lp ¹ gr/m ² /año	Z (m)	Lp/Z	Tw años	Fósforo mg/m ³	Trasvase ² Mm ³ /año	Nueva carga (t/año)
Indio 80-40	0.11	34.58	0.0032	1.94	0.0017		
Indio 45-40	0.24	19.29	0.0123	0.50	0.0025		
Caño Sucio 100-90	0.11	5.38	0.0202	0.31	0.0028	233.37	0.66
Caño Sucio 100-90 y Toabré 100-90	(3.07 + 1.48) / 13.5 = 0.34	5.38	0.0626	0.05	0.0022	1,290	2.87
Toabré 100-90	0.18	22.92	0.0080	0.88	0.0024	1,290	3.07
Toabré 95-50	0.27	24.82	0.0107	0.66	0.0027	1,290	3.43
5. Caño Sucio e Indio 80-40	(0.66 + 4.98) / 45.6 = 0.12	34.58	0.0034	1.51	0.0016		
6. Caño Sucio e Indio 45-40	(0.66 + 4.98) / 20.9 = 0.27	19.29	0.0078	0.39	0.0013		

Embalses / Opciones	Lp ¹ gr/m ² /año	Z (m)	Lp/Z	Tw años	Fósforo mg/m ³	Trasvase ² Mm ³ /año	Nueva carga (t/año)
7. Toabré 100-90 e Indio 80-40	(3.07 + 4.98) /45.6= 0.18	34.58	0.0051	0.57	0.0011		
8. Toabré 95-50 e Indio 45-40	(3.43 + 4.98) /20.9=0.40	19.29	0.0209	0.81	0.0059		
9. Toabré 100-90 a Caño Sucio 100-90 e Indio 80-40	(2.87 + 4.98) /45.6 =0.17	34.58	0.0049	0.68	0.0012		
10. Toabré 100-90 a Caño Sucio 100-90 e Indio 45-40	(2.87 + 4.98) /20.9=0.38	19.29	0.0195	0.17	0.0017		

/1 Se multiplicaran por 1.2 (20%) los valores del cuadro 41, para tomar en cuenta la carga por fuentes puntuales.

/2 Se multiplicaran por 0.9 (90%) la descarga media anual, ya que un 10% se descarga aguas abajo del sitio de presa (caudal ecológico).

En resumen, las concentraciones de fósforo en cada uno de las opciones varían de 0.0011 a 0.0059 ug/l. La concentración de fósforo estimada para los embalses reportan valores entre 0.0017 y 0.0028 ug/l. Como se indicó al inicio, el lago Gatún y los embalses de Alhajuela y Bayano, después de varios años de estar operando presentan aún buena calidad y comparativamente bajo riesgo de eutrofización. Como punto de comparación se debe mencionar que las concentraciones de fósforo estimadas por el mismo modelo para Bayano y Alhajuela son de 0.0018 y 0.0030 ug/l, respectivamente. La opción 8, Toabré 95-50 e Indio 45-40 es la que reporta la mayor concentración de fósforo.

El sistema de distribución probabilística de los niveles de eutrofización para lagos tropicales propuso los límites de 30 y 70 ug/l, como frontera entre los estados mesotrófico y eutrófico. Este rango es mayor que el de los lagos templados (10 a 20 ug/l), debido a que los sistemas tropicales pueden tolerar mayores cargas de fósforo. En la gráfica 4-1, se muestra la ubicación de las opciones de agua, en el sistema de distribución probabilística de niveles de fósforo para los sistemas tropicales.

Contenido estimado de Clorofila

Se aplicó la misma relación mencionada anteriormente para estimar la posible concentración de clorofila "A" en las aguas de los embalses bajo estudio en los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré y los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro No. 4-13 a continuación.

Las concentraciones de clorofila varían de 0.08 a 0.66 ug/l. Las opciones 5, 6, 7, 9 y 10, presentan concentraciones (entre 0.08 y 0.15 ug/l). La opción 8 presenta la mayor concentración de clorofila "a" (0.66 ug/l). Como punto de referencia se debe mencionar que las concentraciones

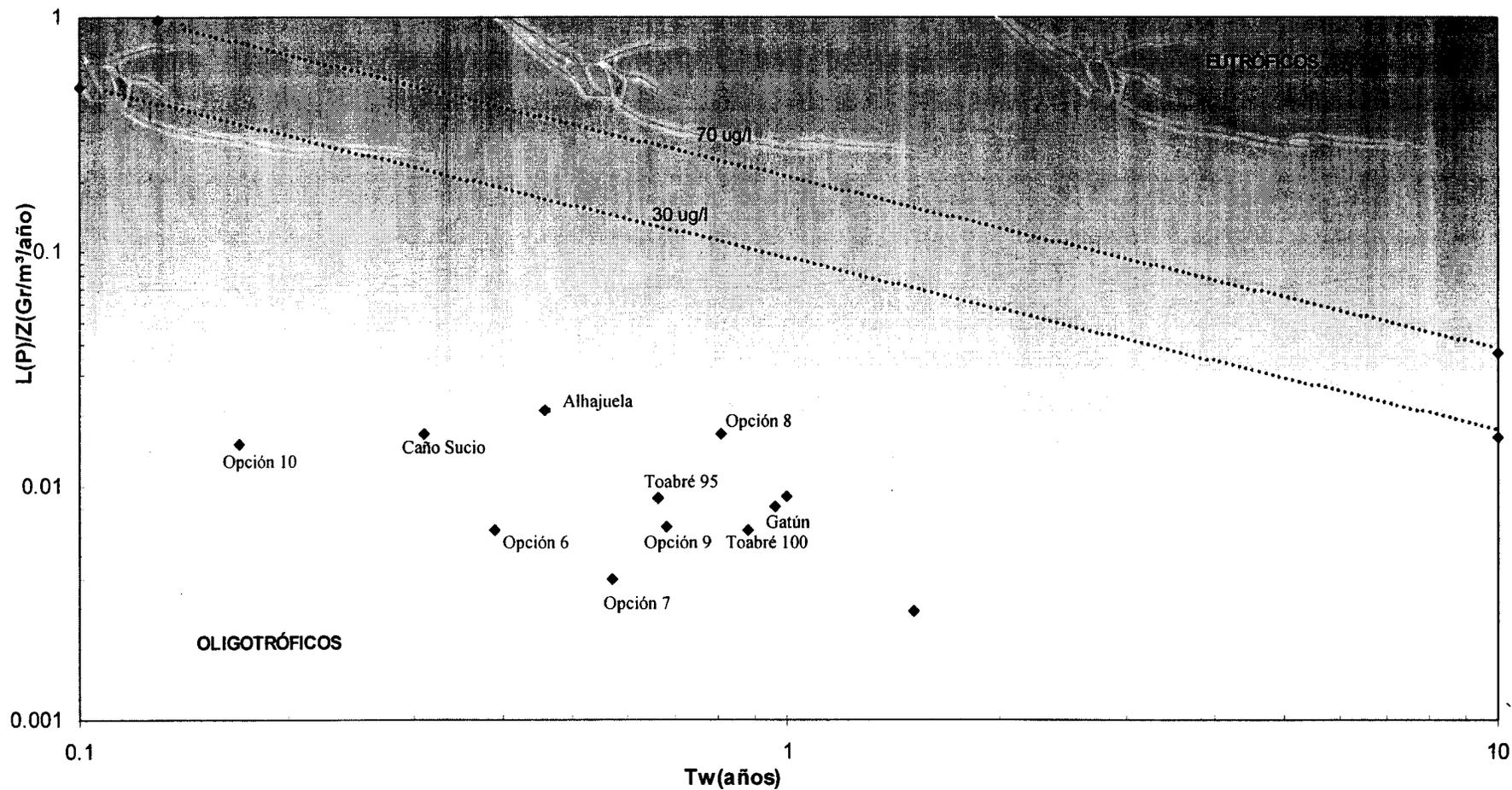
de clorofila "a" estimadas por el mismo modelo para Bayano y Alhajueta, son de 0.16 y 0.29 ug/l, respectivamente.

Penetración de la luz

En el caso de las opciones de agua que incluyen los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré, las profundidades del nivel de compensación de luz (1% de la intensidad en la superficie) se muestran también en el Cuadro 4-14 a continuación.

La localización del nivel de compensación de luz o límite de la zona eufótica de los posibles embalses en todas las opciones de agua de la ROCC bajo estudio, con excepción de la 8, presentan valores superiores a los 15 metros (15.06 - 15.25 m.). La opción 8, reporta 14.68 metros de profundidad. Como punto de comparación puede indicarse que las profundidades estimadas por el mismo modelo para Bayano y Alhajueta son de 15.20 y 15.07 metros, respectivamente.

Gráfico 4-1: Ubicación de las Opciones de Agua, estudiadas en la ROCC, y de los Embalses Bayano, Alhajuela y Gatún en el Sistema de Distribución de los Niveles de Eutrofización.



Estratificación Térmica

La aplicación de los mismos indicadores utilizados en la sección sobre opciones de agua en la cuenca de río Indio se aplicó a los esquemas de aprovechamiento de recursos hídricos que pudieran involucrar obras combinadas en las cuencas de los tres ríos. Los valores obtenidos para el número densimétrico de Fraude y para la tasa de renovación de agua se incluyen en el Cuadro 4-10.

Cuadro 4-14
Resumen del nivel trófico de las opciones
de agua en los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré

Opciones/Embalses	Fósforo mg/m ³	Clorofila A mg/m ³	Nivel de Compensación de luz (m)
Indio 80-40	0.0017	0.15	15.18
Indio 45-40	0.0025	0.24	15.10
Caño Sucio 100-90	0.0028	0.27	15.06
Toabré 100-90	0.0024	0.22	15.10
Toabré 95-50	0.0027	0.26	15.08
5. Caño Sucio e Indio 80-40	0.0016	0.14	15.19
6. Caño Sucio e Indio 45-40	0.0013	0.11	15.22
7. Toabré 95-50 e Indio 80-40	0.0011	0.09	15.24
8. Toabré 95-50 e Indio 45-40	0.0059	0.66	14.68
9. Toabré 100-90 a Caño Sucio 100-90 e Indio 80-40	0.0012	0.10	15.23
10. Toabré 100-90 a Caño Sucio 100-90 e Indio 45-40	0.0017	0.15	15.24
Embalse Bayano	0.0018	0.16	15.20
Embalse Alhajuela	0.0030	0.29	15.07

A manera de predecir cual podría ser la estratificación térmica en las opciones de agua en los tres ríos de la ROCC, que se consideran en este estudio, se describe a continuación lo que ha ocurrido en el embalse Bayano⁽⁵²⁾. La termoclina sólo se mostró bien definida en el sitio de monitoreo cerca de la presa, debido a la profundidad en ese punto (60 metros). Sin embargo, durante la estación seca si se reportó la formación de una discontinuidad térmica en el sitio cerca de la presa. Esta discontinuidad se incrementa en profundidad hasta aproximadamente los 15 metros de profundidad. La aparición de la termoclina responde a la formación de una capa epilimnica cálida, que reposa sobre un hipolimnio frío, denso y estable. Durante la época seca, los intensos vientos del Norte producen agitación de las capas superficiales del agua, promoviendo una distribución del calor en los primeros 10 a 15 metros.

En resumen, las opciones de agua en la ROCC, presentaran una estratificación térmica más o menos estable, que se verá influenciada por la presencia de los vientos, especialmente durante la

época seca. Las opciones de agua que presentan una estratificación más débil tendrán mayor reoxigenación, lo cual les permitirá tener en general, mejores condiciones para descomponer cargas de contaminantes.

La interpretación de esta información sugiere que habrá una capa de agua de aproximadamente 15 metros o más de profundidad con condiciones adecuadas para el crecimiento de los peces y de otros organismos acuáticos que requieren de condiciones aeróbicas para su desarrollo y sobre vivencia.

Niveles y Distribución del Oxígeno Disuelto

La estimación de la tasa de agotamiento de oxígeno a las opciones de agua bajo estudio en los ríos Indio Caño Sucio y Toabré proporcionó valores entre 0.1 y 1.0 mg de oxígeno por litro y por mes. Es decir, que durante el año el consumo de oxígeno es del orden de 1.2 a 12.0 mg/lit. Asumiendo una concentración inicial de oxígeno en el agua de 8.0 mg/lit en el agua de los ríos se observa que existe una diferencia significativa entre las opciones pues el período para que las condiciones lleguen a condiciones anóxicas varía entre 0.67 y 7 años. La tasa de agotamiento mayor corresponde a Caño Sucio, el cual tiene una profundidad media de un poco más de 5 metros y por lo tanto se espera que la mayor parte del mismo se encuentre dentro de la zona oxigenada. Sin embargo, se esperaría que este embalse presente una tendencia más fuerte que los otros a mostrar condiciones anóxicas y los fenómenos asociados con estas.

Se puede hacer una comparación similar con la información existente para el embalse Bayano y en términos generales llegar a conclusiones similares. Es decir que, se espera que en las opciones de agua en la ROCC consideradas en este estudio, se presente una capa oxigenada en los primeros 10-15 metros de la columna de agua y su profundidad variara dependiendo de la presencia de vientos de cierta intensidad.

Cuadro 4-14a
Parámetros Morfológicos e Hidrológicos de las Opciones de Embalse y Áreas de Captación Útiles para Estimar la Dinámica de Estratificación y Circulación de los Cuerpos de Agua.

Parámetros	Unidades	Río Indio		C. Sucio	Toabré	
		80-40	45-40	100-90	100-90	95-50
Longitud	Km	27.6	22.8	10.2	20.8	19.5
Volumen	Mm ³	1577	404	73	1131	850
Area del embalse	Km ²	45.6	20.94	13.56	49.35	34.25
Profundidad media	M	34.58	19.29	5.38	22.92	24.82
Descarga	Mm ³ /año	813.63	813.63	233.37	1290.00	1290.00
Tiempo de Residencia	años	1.94	0.50	0.31	0.88	0.66
No. Froude		0.004	0.024	0.062	0.011	0.012
Tasa de Renovación del Agua		0.52	2.01	3.20	1.14	1.52

OPCIONES DE AGUA

Parámetros	Unidades	5		6		7		8		9		10	
		Indio + Caño Sucio		Indio + Toabré		Indio + Sucio + Toabré							
		80-40	45-40	80-40	45-40	80-40	45-40	80-40	45-40	80-40	45-40	80-40	45-40
Longitud	Km	27.6	22.8	27.6	22.8	27.6	22.8	27.6	22.8	27.6	22.8	27.6	22.8
Volumen	Mm ³	1577	404	1577	404	1577	404	1577	404	1577	404	1577	404
Área del embalse	Km ²	45.6	20.94	45.6	20.94	45.6	20.94	45.6	20.94	45.6	20.94	45.6	20.94
Profundidad media	M	34.58	19.29	34.58	19.29	34.58	19.29	34.58	19.29	34.58	19.29	34.58	19.29
Descarga	Mm ³ /año	^{/1} 1047	1047	2103 ^{/2}	2103	^{/3} 2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337
Tiempo de residencia	Años	1.51	0.386	0.75	0.19	0.68	0.17	0.68	0.17	0.68	0.17	0.68	0.17
No. Froude		0.005	0.031	0.011	0.062	0.012	0.070	0.012	0.070	0.012	0.070	0.012	0.070
Tasa de Renovación del Agua		0.66	2.59	1.48	5.79	1.33	5.21	1.33	5.21	1.33	5.21	1.33	5.21

^{/1} Descarga = Descarga Caño Sucio + Descarga Indio; ^{/2} Descarga = Descarga Toabré + Descarga Indio;

^{/3} Descarga = Descarga Toabré + Descarga Caño Sucio + Descarga Indio;

Impactos potenciales durante la fase de construcción

Posibles impactos directos

En la sección 4.2.3.2, anterior se mencionaron algunos problemas que se pueden presentar con la calidad del agua durante la etapa de construcción. Los mismos están asociados con el riesgo de erosión y sedimentación en las áreas donde se realizarían movimientos de tierra significativos y de los riesgos de derrames de combustibles, aceites y otros materiales peligrosos de uso común en los campamentos y áreas de trabajo.

Posibles impactos indirectos

El desarrollo inducido que generará la construcción de cualquiera de las opciones de agua, aumentaría la carga de contaminantes a los cuerpos de agua, deteriorando su calidad.

Impactos potenciales durante la fase de operación

De ocurrir eutrofización en cualquiera de los embalses, ésta se evidenciará en la etapa de operación.

Posibles impactos directos

Los resultados de los modelos para predecir el estado trófico que podrían tener los embalses, muestran que todas las opciones están en el rango oligotrófico y el riesgo de eutrofización es bajo.

Posibles impactos indirectos

El desarrollo inducido que ocurrirá en la ROCC por el desarrollo de cualquiera de las opciones de agua, y si no se prevé la formulación e implementación de un plan de zonificación de usos del suelo de la cuenca del río Indio, afectará la carga de nutrientes y por consiguiente aumentará el riesgo de eutrofización.

Comparación de opciones

Las concentraciones de fósforo y clorofila estimadas para los embalses de las opciones de agua mostraron que la opción 7 presenta los menores valores, luego le siguen las opciones 9 y 6; la opción 8 presentó los valores mayores y bastante altos comparados con las demás opciones. Sin embargo, todas las opciones de agua estarían en el rango de los lagos oligotróficos.

4.2.3.2.1.5 Calidad del Agua, Aguas Abajo de las Presas

Las bajas concentraciones de oxígeno en el fondo de los embalses (anoxia) provocan que se liberen metales y otros elementos de los sedimentos. El hecho que haya interés de exploración y explotación minera en la cuenca, evidencia la presencia de metales, los cuales podrían constituir ya parte de los sedimentos. Sin embargo, como no hay análisis de metales en los sedimentos, no

se puede en estos momentos aclarar esta duda. El amonio es un compuesto que es dañino a los peces, pudiéndoles provocar la muerte.

Los peces, aguas abajo de la presa, pueden ser los más afectados por las probables altas concentraciones de amonio. Por eso debe prever tomas de agua a distintas profundidades, a manera de garantizar que las concentraciones de oxígeno no sean tan bajas que puedan provocar los problemas indicados.

4.2.3.2 Posibles impactos indirectos

Los posibles impactos indirectos están asociados con el desarrollo inducido en la opción seleccionada y sus alrededores, debe manejarse dentro de un esquema integrado de gestión para su desarrollo sostenible de acuerdo con las limitaciones biofísicas de los ecosistemas, el mismo puede presentar consecuencias en la calidad ambiental e introducir riesgos socio-ambientales adicionales para su operación segura de la opción u opciones seleccionadas y el bienestar de las comunidades locales.

El incremento en la tasa de generación de sedimentos en la cuenca y el aumento de la tasa de deposición de los mismos en el embalse podrían ser uno de los efectos más notorios, lo que traería como consecuencia la pérdida de capacidad del embalse.

4.2.3.3 Comparación de las opciones

La reducción de los riesgos de inundación, debido al efecto de la atenuación de caudales aguas abajo de los sitios de presa, dependerá de la ubicación de cada uno de los sitios de presa. Las alternativas que tienen sus sitios de presas más arriba, la reducción de los riesgos de inundación abarcarán un tramo mayor del río.

Las afectaciones a las personas que se movilizan por lancha y a los organismos acuáticos por la reducción de los niveles de agua y caudales se considera que será lo contrario a lo indicado en el párrafo anterior. Las opciones de agua ubicadas más aguas arriba, afectarán menos porque regulan menos volúmenes de agua, y por lo tanto afectarán menos la movilización y/o a los organismos acuáticos.

El deterioro de la calidad del agua del río principal y de los tributarios puede darse por el movimiento de tierra y de no implantarse adecuada y oportunamente las medidas para minimizar

la escorrentía. Por lo tanto, las opciones de agua mayores tendrán un mayor volumen de movimiento de tierra y en consecuencia mayor posibilidad de escorrentía.

En el Cuadro 4-15 se hace un resumen de los impactos potenciales a los recursos hídricos, caracterizados por el nivel y caudal de agua, aguas debajo de los sitios de las presas, la erosión y transporte de sedimentos, el riesgo de eutrofización de los embalses y la calidad del agua, aguas debajo de los sitios de las presas.

Cuadro 4-15
Resumen de los Impactos al Recurso Hídrico por las Distintas Opciones de Agua, en las Fases de Construcción y Operación, en las Áreas de Influencia Directa e Indirecta.

Opciones	Nivel de agua y caudales, aguas abajo	Transporte y sedimentación	Riesgo de eutrofización	Calidad del agua, aguas abajo presa	Total
5	1	1	1	1	4
6	1	1	1	1	4
7	1	1	1	1	4
8	1	1	2	1	5
9	2	1	1	1	5
10	2	1	1	1	5

1 = menor; 2 = medio; y 3 = mayor. Nota: Ver datos de los opciones 1 y 2 en los anexos.

Los valores asignados a cada variable, de acuerdo al criterio de los especialistas de URS, muestran que las opciones 8, 9 y 10 son las que presentan los números mayores; la opción 8 es la que presenta el mayor riesgo de eutrofización. El resto de opciones 5, 6 y 7 presentan los números menores.

4.2.4 Calidad del Aire

Al igual que en el caso de la Cuenca del Río Indio, los impactos potenciales a la calidad del aire en las tres cuencas bajo estudio (Indio, Caño Sucio y Toabré) pueden ser agrupados en dos grandes categorías. Los impactos que pudieran esperarse por el incremento en el tránsito vehicular y el movimiento de tierra relacionado a las actividades de construcción; y los impactos asociados al posible cambio en las tasas de incidencia de incendios forestales.

Impactos Asociados al Tránsito Vehicular y Movimiento de Tierra

Usando la misma metodología planteada anteriormente para las alternativas consideradas en la cuenca de Río Indio, se definió una franja de 90m a lo largo de las carreteras y alrededor de los principales de trabajo, como el área de posibles impactos. Una vez establecida el área de

afectación, se procedió a contabilizar aquellos poblados que serían afectados negativamente por las distintas alternativas. Las emisiones de gases provenientes del tubo de escape de los vehículos pesados pueden ser altamente contaminantes para el caso de motores que utilizan diesel. Estos contaminantes son gases o partículas que perjudican la salud de los humanos, de la siguiente manera:

- Hidrocarburos (HC): Contiene agentes cancerígenos como la benzopirena. su último derivado, el peroxiacetil nitrato (PAN) destruye las plantas e irrita los ojos.
- Monóxido de Carbono (CO): Gas que puede desplazar al oxígeno en el proceso de oxigenación de la sangre, resultante de una combustión incompleta y tiene incidencia en el calentamiento de la atmósfera.
- Partículas suspendidas. Las partículas suspendidas serán el producto del levantamiento de polvo por el tránsito vehicular y el movimiento de tierra. Produce irritación en los ojos, nariz y garganta, afectan la fotosíntesis cuando se pegan a las hojas y disminuye la productividad agrícola y forestal.
- Dióxido de azufre (SO₂). Resultante de la ignición de combustibles fósiles. principalmente aceite y carbón. Puede afectar los ojos y las membranas mucosas. En combinación con partículas puede formar Ácido Sulfúrico en los pulmones.
- Óxidos de Nitrógeno (NO_x). Se forman por ignición de combustibles fósiles, principalmente diesel. Es altamente tóxico afecta las vías respiratorias e incrementa la sensibilidad al polen.
- Partículas de combustión diesel. Han sido catalogadas como probables precursoras del cáncer y causan enfermedades respiratorias.

Impactos sobre la Incidencia de Incendios Forestales

El posible efecto sobre las tasas de incendios forestales y la emisión de contaminantes a la atmósfera es similar al descrito para las alternativas ubicadas completamente dentro de la cuenca de Río Indio. Aunque al crearse los embalses que forman parte de cualquiera de las opciones se reduciría la superficie susceptible a los incendios forestales, al facilitar el acceso a zonas anteriormente poco accesibles se aumenta el riesgo de los incendios por una mayor intervención humana.

4.2.4.1 Impactos potenciales durante la fase de construcción

Posibles impactos directos

Para determinar las áreas que pudieran ser afectadas por las emisiones vehiculares, se consideró que la mayoría de las emisiones estarían localizadas a lo largo de las vías principales y de acceso al proyecto, así como en las áreas de canteras y frentes de trabajo. Basado en la experiencia previa de URS y en principios de dispersión de gases y partículas suspendidas en el aire, se ha establecido que una franja de 90m a lo largo de las carreteras presentaría concentraciones permisibles de contaminantes atmosféricos, por tanto, se asume que las áreas de impacto no irán más allá.

Una vez establecida el área de afectación, se procedió a contabilizar aquellos poblados que serían afectados negativamente por las distintas alternativas. El siguiente Cuadro 4-16 presenta los resultados de este ejercicio e indica la cantidad de poblados que podrían ser afectados por los distintos tipos de obra que forman parte de las alternativas.

Cuadro 4-16
Cantidad de Poblados que Podrían ser Afectados por Emisión
de Gases de Combustión y Partículas según Alternativa y Tipo de Obra

Alternativa	Tipo de Obra					Total
	Caminos	Represa	Canteras	Túnel / Canal	Diques	
5 - Caño Sucio 100-90 Indio 80-40	20	2	9	1	2	34
6 - Caño Sucio 100-90 Indio 45-40	20	2	9	1	0	32
7 - Toabré 95-50 Indio 80-40	22	3	15	8	2	50
8 - Toabré 95-50 Indio 45-40	23	3	15	8	0	49
9 - Toabré 95-50 / Caño Sucio 100-90 / Indio 80-40	32	4	17	8	2	63
10 - Toabré 95-50 / Caño Sucio 100-90 / Indio 45-40	33	4	17	8	0	62

Nota – Al final del capítulo se presentan tablas detalladas que listan los poblados que serían afectados por cada alternativa.

En los anexos se presentan los datos para las opciones 1 y 2.

Fuente: Elaboración propia con información de la Base de Datos Socioeconómica para la ROCC e imágenes ráster de mapas de la Contraloría General.

Como se puede apreciar en el Cuadro 4-16, y como es de suponerse, las Alternativas 9 y 10, las cuales involucran las tres subcuencas bajo estudio, afectarían la calidad de aire de la mayor cantidad de poblados, 63 y 62 respectivamente. Similarmente, los valores en este cuadro son en general mayores que los indicados en un cuadro similar para las alternativas que involucran al Río Indio por sí solo (Alternativas 1, 2, 3, 4, 11 y 12), las cuales afectan a la calidad de aire de una menor cantidad de poblados. Cuando se analiza el tema de calidad de aire es importante

considerar quienes son los receptores. En el cuadro presentado se indican la cantidad de poblados que serían afectados, sin embargo, no se hace mención de los receptores sensibles tales como iglesias, escuelas y centros de salud. Utilizando la información disponible en la base de datos socioeconómica del área de estudio, se determinó la cantidad de receptores sensibles que serían afectados según alternativa. Esta información se presenta a continuación.

Cuadro 4-17
Cantidad de Receptores Sensibles a Impactos
en la Calidad de Aire Según Alternativa

Alternativa	Tipo de Infraestructura			Total
	Escuela	Iglesia	Centro de Salud	
5 - Caño Sucio 100-90 Indio 80-40	2	2	1	5
6 - Caño Sucio 100-90 Indio 45-40	2	2	1	5
7 - Toabré 95-50 Indio 80-40	5	5	3	13
8 - Toabré 95-50 Indio 45-40	5	5	3	13
9 - Toabré 95-50 Caño Sucio 100-90 Indio 80-40	6	6	3	15
10 - Toabré 95-50 Sucio 100-90 Indio 45-40	6	6	3	15

Ver Datos de las opciones 1 y 2 en los Anexos.

Fuente: Elaboración propia con información de la Base de Datos Socioeconómica de la ROCC.

Como se puede apreciar en el Cuadro 4-17, el patrón previamente identificado se mantiene, es decir, las alternativas ubicadas exclusivamente en la cuenca de Río Indio afectarían la menor cantidad de receptores sensibles. A medida que las alternativas involucran más de una subcuenca, se incrementa el número de receptores sensibles que serían afectados. En términos generales, se puede indicar que las alternativas bajo consideración tendrían un efecto bajo para las alternativas de Río Indio por sí solo y Río Indio en combinación con Caño Sucio. Las afectaciones serían moderadas para las alternativas que involucran el Río Toabré.

Las medidas de mitigación asociadas a estos impactos deberán incluir la aspersión de agua para el control de polvo en las vías de construcción y frentes de trabajo; así como el mantenimiento periódico y sistemático de los vehículos de la obra. Estas medidas se describen en detalle en el próximo capítulo (Plan de Manejo Ambiental).

4.2.4.1.2 Posibles impactos indirectos

Así como las opciones que se están considerando podrían tener efectos derivadas del tráfico vehicular y el movimiento de tierras principalmente durante su fase de construcción, también podrían existir efectos por el cambio en las tasas de ocurrencia de incendios forestales en el área.

El desarrollo inducido que se generará con la construcción de cualquiera de las opciones de agua, traerá consigo el aumento del número de vehículos a la región. Sin embargo, se considera que el aumento vehicular no será significativo comparado con el tráfico generado por el proyecto durante esta etapa de construcción.

4.2.4.2 Impactos potenciales durante la fase de operación

En la fase de operación también se espera la ocurrencia de ambos tipos de impactos, incremento de emisiones por motores de combustión y cambios en la incidencia de incendios forestales. Sin embargo, la relación de causalidad directa o indirecta es prácticamente inversa a la descrita anteriormente.

4.2.4.2.1 Posibles impactos directos

La afectación antes descrita se dará en su mayoría durante actividades de construcción y en menor escala durante actividades de operación. El aumento del tráfico vehicular durante la etapa de operación debido al proyecto es mínimo, ya que se trata de los vehículos del personal de operación y mantenimiento. La presencia misma de las obras y sobre todo de los cuerpos de agua que formarían parte de cualquiera de las opciones que resulte seleccionada reduciría la superficie susceptible a incendios forestales. Por lo tanto se espera que se reduzca la incidencia de los mismos por este concepto.

4.2.4.2.2 Posibles impactos indirectos

Si bien los espejos de agua literalmente eliminarían superficie disponible para la combustión de material vegetal por los incendios forestales, un mejor acceso al área podría intensificar la actividad humana, deteriorando aún más los remanentes de bosques. La alteración de la cobertura vegetal (de bosque a pasto o rastrojo) podría contribuir aún más a los incendios en el área. Por lo tanto, aún cuando a simple vista las opciones de agua tendrían un efecto positivo sobre las emisiones de gases de combustión, existe un alto riesgo de que los incendios se intensifiquen como resultado de una mayor presencia y actividad humana en el área.

Por lo antes señalado, las actividades de mitigación para las opciones de agua deberán incluir medidas para la reducción del potencial de incendios, mediante programas de reforestación y el control de asentamientos inducidos por las opciones bajo consideración.

Se considera que el desarrollo inducido por el proyecto durante la fase de operación contribuirá también con el aumento del tráfico vehicular. Este aumento vehicular podría evidenciarse durante esta etapa porque el tráfico generado por el proyecto será mínimo.

4.2.4.3 Comparación de las opciones con relación a su impacto potencial a la calidad del aire.

En el Cuadro 4-18 se hace un resumen de los impactos potenciales a la calidad del aire, caracterizados por el tránsito vehicular, el movimiento de tierra y los incendios forestales.

Cuadro 4-18
Resumen de los impactos a la calidad del aire por las Distintas Opciones de Agua, en las Fases de Construcción y Operación y en las Áreas de Influencia Directa e Indirecta.

Opciones	Impacto del tránsito vehicular y del movimiento de tierra en:		Incidencia de Incendios forestales	Total
	Poblados	Receptores sensibles		
5	1	1	1	3
6	1	1	1	3
7	2	3	2	7
8	2	3	1	6
9	3	3	3	9
10	3	3	2	8

1 = menor; 2 = medio; y 3 = mayor. Nota: Ver datos de las opciones 1 y 2 en los anexos.

Los valores asignados a cada variable, de acuerdo al criterio de los especialistas de URS, muestran que la opción 9 es la que presenta el número mayor, luego las opciones 10, 7 y 8 y los menores han sido asignados a las opciones 5 y 6.

4.2.5 Impacto Potencial sobre los Niveles de Ruido

Las actividades de construcción asociadas a las opciones de agua implicarían la utilización de equipo pesado para el traslado de materiales y movimiento de tierra; así como otros equipos como compresores, generadores, vibradores y trituradoras, entre otros, los cuales contribuirían al aumento en los niveles de ruido.

El ruido generado por la circulación de vehículos y camiones, se debe principalmente a la interacción entre ruedas y la superficie de rodadura y el estado del motor. Para expresar el ruido producido por el tráfico se usan los niveles de presión sonora a una distancia fija del eje de la vía. La unidad indicada para el nivel de presión sonora son los decibeles A (dBA), los cuales expresan la sensibilidad del oído humano ante el ruido.

El posible efecto del desarrollo de una o más de las opciones de agua en las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré se sometió a un análisis similar al realizado para las alternativas en la cuenca de Río Indio. En este análisis se considera que el ruido generado por la circulación de vehículos y camiones, y la operación de equipos pesados, se debe principalmente a la interacción entre ruedas y la superficie de rodadura y el estado del motor. Para determinar los receptores que serían afectados de una manera u otra se utilizó una franja de 160 m de ancho (80 m de lado y lado del centro de calle).

4.2.5.1 Impactos potenciales durante la fase de construcción

4.2.5.1.1 Posibles impactos directos

Una vez establecida el área de afectación, se procedió a contabilizar aquellos poblados que serían afectados negativamente por las distintas alternativas. El siguiente Cuadro 4-19 presenta los resultados de este ejercicio.

Como se puede apreciar en el Cuadro 4-19, y como es de suponerse, pues la localización de los poblados, las vías de acceso y los puntos de trabajo serían los mismos que fueron descritos para los posibles efectos sobre la calidad del aire, las Alternativas 9 y 10, tienen un mayor potencial de afectación.

Cuadro 4-19
Cantidad de Poblados Afectados por Ruido
Según Alternativa y Tipo de Obra

Alternativa	Tipo de Obra					Total
	Caminos	Represa	Canteras	Túnel / Canal	Diques	
5 - Caño Sucio 100-90 Indio 80-40	23	2	14	1	2	42
6 - Caño Sucio 100-90 Indio 45-40	25	2	14	1	0	42
7 - Toabré 95-50 Indio 80-40	27	3	23	8	2	63
8 - Toabré 95-50 Indio 45-40	29	3	23	8	0	63
9 - Toabré 95-50 Caño Sucio 100-90 Indio 80-40	38	4	25	8	2	77
10 - Toabré 95-50 Sucio 100-90 Indio 45-40	40	4	25	8	0	77

Nota - Al final del capítulo se presentan tablas detalladas que listan los poblados que serían afectados por alternativa. Ver Datos de las opciones 1 y 2 en los anexos. Fuente: Elaboración propia con información de la Base de Datos Socioeconómica para la ROCC e imágenes raster de mapas de la Contraloría General

Cuando se analiza el tema de ruido es importante considerar quienes son los receptores. En el Cuadro 4-19 se indican la cantidad de poblados que serían afectados, sin embargo, no se hace mención de los receptores sensibles tales como iglesias, escuelas, centros de salud y viviendas

particulares. Utilizando la información disponible en la base de datos socioeconómica del área de estudio, se determinó la cantidad de receptores sensibles que serían afectados según alternativa. Esta información se presenta a continuación, en el Cuadro 4-20.

Cuadro 4-20
Cantidad de Receptores Sensibles al Incremento
de Presión Sonora Según Alternativa

Alternativa	Tipo de Infraestructura			Total
	Escuela	Iglesia	Centro de Salud	
5 - Caño Sucio 100-90 Indio 80-40	2	3	2	7
6 - Caño Sucio 100-90 Indio 45-40	2	3	2	7
7 - Toabré 95-50 Indio 80-40	7	9	4	20
8 - Toabré 95-50 Indio 45-40	7	9	4	20
9 - Toabré 95-50 Caño Sucio 100-90 Indio 80-40	8	10	5	23
10 - Toabré 95-50 Sucio 100-90 Indio 45-40	8	10	5	23

Ver Datos de las opciones 1 y 2 en los anexos. Fuente: Elaboración propia con información de la Base de Datos Socioeconómica de la ROCC.

La misma tendencia identificada anteriormente para el número de poblados se presenta también para los receptores sensibles.

Se puede indicar que las alternativas bajo consideración tendrían un efecto bajo para las alternativas de Río Indio por sí solo y Río Indio en combinación con Caño Sucio, pero las afectaciones serían altas para las alternativas que involucran el Río Toabré.

Las medidas de mitigación asociadas a estos impactos deberán incluir el control del horario de tránsito vehicular, la velocidad de los vehículos, el mantenimiento periódico y sistemático de los vehículos de la obra; y en casos muy particulares la utilización de barreras sónicas.

4.2.5.1.2 Posibles impactos indirectos

El desarrollo inducido que se generará con la construcción de cualquiera de las opciones de agua, traerá consigo el aumento del número de vehículos a la región y en consecuencia el aumento de los niveles de sonido. Sin embargo, se considera que el aumento vehicular no será significativo comparado con el tráfico generado por el proyecto durante esta etapa de construcción.

4.2.5.2 Impactos potenciales durante la fase de operación

Durante la fase de construcción los niveles de sonido emitidos por los componentes de las opciones de agua se adicionan a los niveles de ruido asociados al tráfico vehicular. Sin embargo, dado que no existen grandes motores de combustión interna los niveles de ruido son relativamente modestos.

4.2.5.2.1 Posibles impactos directos

La afectación antes descrita en los Cuadros 4-19 y 4-20, se dará en su mayoría durante actividades de construcción y en menor escala durante actividades de operación. El aumento del ruido por el tráfico vehicular durante la etapa de operación debido al proyecto es mínimo, ya que se trata de los vehículos del personal de operación y mantenimiento. Por otro lado, las descargas del vertedero y los equipos de generación hidroeléctrica pueden requerir el establecimiento de áreas de amortiguamiento entre estos y la localización de receptores sensitivos como los descritos anteriormente.

4.2.5.2.2 Posibles impactos indirectos

Se considera que el desarrollo inducido por el proyecto durante la fase de operación contribuirá también con el aumento del tráfico vehicular y en consecuencia en los niveles de sonido. Este aumento vehicular podría evidenciarse durante esta etapa porque el tráfico generado por el proyecto será mínimo.

4.2.5.3 Comparación de opciones

En el Cuadro 4-21 se hace un resumen de los impactos potenciales sobre los poblados y los receptores sensibles por el ruido. Los valores asignados a cada variable, de acuerdo al criterio de los especialistas de URS, muestran que las opciones 9 y 10 son las que presentan los números mayores, luego las opciones 7 y 8 y las opciones 5 y 6 los menores valores. Las medidas de mitigación asociadas a estos impactos deberán incluir el control del horario de tránsito vehicular, la velocidad de los vehículos, el mantenimiento periódico y sistemático de los vehículos de la obra; y en casos muy particulares la utilización de barreras sónicas. Estas medidas se describen en detalle en el próximo capítulo (Plan de Manejo Ambiental).

Cuadro 4-21
Resumen de los Impactos por Ruido de las Distintas
Opciones de Agua, en las Fases de Construcción y Operación
y en las Áreas de Influencia Directa e Indirecta.

Opciones	Impacto del tránsito vehicular en:		Total
	Poblados	Receptores sensibles	
5	1	1	2
6	1	1	2
7	2	3	5
8	2	3	5
9	3	3	6
10	3	3	6

1 = menor; 2 = medio; y 3 = mayor. Ver datos de las opciones 1 y 2 en los anexos.

4.3 Impactos Potenciales sobre la Diversidad Biológica

Los impactos potenciales sobre la diversidad biológica están íntimamente relacionados con la transformación del medio en un espacio construido y en el caso de las áreas que serían cubiertas de agua, inundadas de forma permanente. La construcción de una represa y la consecuente inundación de áreas aguas arriba resulta en la pérdida de la vegetación terrestre y la conversión de hábitat terrestres a hábitat acuáticos.

La presencia misma de la presa establece una barrera para el libre desplazamiento de los organismos que necesitan de varios ambientes a lo largo del ecosistema fluvial para poder completar sus ciclos de vida. Además, la presencia del embalse mismo proporciona un nuevo ambiente a ser colonizado por las especies que pedan adaptarse al mismo. Finalmente, la reducción de flujo de agua y sedimento y los cambios en la calidad del agua, río abajo de los sitios de embalse puede cambiar el gradiente de salinidad y la frecuencia de inundación que determinan la distribución de especies en los ecosistemas de estuarios y en la zona costera

4.3.1 Comunidades Terrestres

Además en la conversión de hábitat mencionada anteriormente, la construcción de instalaciones auxiliares, tales como carreteras de acceso, áreas de apoyo a la construcción, y bombas y tuberías, también afectan a la flora y fauna terrestre (Cuadro 4-22). Para determinar las áreas que serían afectadas en cada una de las posibles opciones se procedió a sobreponer la descripción de proyecto sobre el mapa de cobertura vegetal (Figuras 4-7-12)

4.3.1.1 Impactos potenciales durante la fase de construcción

La fase de construcción es cuando más se manifiestan los posibles impactos a las comunidades vegetales terrestres. Esto se debe a que durante esta fase es cuando se debe eliminar la vegetación que se encuentra actualmente en los sitios donde serán construidas las obras civiles y las áreas que serán inundadas. Además, se pueden inducir la eliminación de áreas adicionales de vegetación existente por el desarrollo inducido en el área de influencia de la opción u opciones de agua que resulte seleccionada.

4.3.1.1.1 Posibles impactos directos

En función de importancia del impacto y de las comunidades terrestres se debe tomar en cuenta el tipo de vegetación que está siendo afectada en cada alternativa. Desde el punto de vista ecológico, el principal efecto de las distintas opciones es la pérdida adicional de la vegetación natural. Las áreas de bosque son más valiosas para la diversidad biológica que las áreas de matorrales y rastrojos. En ese sentido, se debe mencionar que el área de bosque que sería afectada en cada una de las alternativas es menor que las áreas de otros tipos de cobertura consideradas en este análisis y que incluyen pastizales y rastrojos. La cobertura natural de bosque maduro ha sido severamente disminuida, dejando sólo un mosaico altamente fragmentado de parches de bosque.

En la cuenca del Río Indio, los bosques maduros se distribuyen principalmente en las áreas medias y altas de la cuenca, mayormente fuera del área a ser inundada en las distintas opciones de embalses en ese río. Las áreas de bosque a ser afectadas en esta cuenca se encuentran principalmente en las áreas más al sur de los embalses, las cuáles se aproximan a algunos remanentes de bosque en las partes media de la cuenca. La cuenca del Caño Sucio es la más pequeña del área de estudio y contiene sólo un parche de bosque significativo. Las opciones de embalse en esta cuenca afectan a ésta área de bosque. Principalmente, en embalse disectará esta área en su porción media-norte y también afectará la el extremo suroeste de esta área boscosa. Finalmente, en la cuenca del Río Toabré, las áreas boscosas se concentran cuenca arriba, hacia el sureste y el oeste de la cuenca. Las opciones de embalse en el Río Toabré afectarán sólo algunos parches aislados de bosque remanente localizado en la zona norte de la cuenca, cerca del sitio de la presa.

El efecto directo de las seis opciones sobre la cobertura de bosque maduro por cuenca, varía desde un mínimo de 18.8 a 19.9% de bosque a ser afectado en la cuenca del Río Toabré

(opciones 6 a la 10) hasta un máximo de 22.6 % de bosque afectado las cuencas de Caño Sucio Toabré e indio (opciones 5, 7, 8 y 9).

Cuadro 4-22
Numero de Hectáreas Afectadas por Tipo de Vegetación

DESCRIPCIÓN	Bosque	Pastizal	Rastrojo	TOTAL
	Ha	Ha	Ha	Ha
Río Indio				
Caminos	18.92	45.17	27.41	91.50
Embalse 80-40	984.26	1731.3	1347.3	4062.86
Embalse 45-40	377.93	812.3	573.3	1763.53
Caño Sucio				
Caminos	10.76	25.305	16.5	52.60
Embalse	95	389.097	282.6	766.68
Toabré				0.00
Caminos	16.196	22.792	31.3	70.30
Embalse 100-90	739.359	1,784.39	1605.0	4128.76
Embalse 95-50	547.359	1218.773	1148.0	2914.14
Sitios de Préstamo	126.32	118.39	204.32	449.03
Cantera Arenisca	10.85	30.08	15.1	56.03
Depósitos Fluviales	7.66	13.52	48.17	69.35
Total Canteras	144.83	161.99	267.6	574.41

OPCIONES		Bosque	Pastizal	Rastrojo	Total
		Ha	Ha	Ha	Ha
5	Caño Sucio 100-90, Indio 80-40	1,253.8	2,352.9	1,941.4	5,548.0
6	Caño Sucio 100-90, Indio 45-40	647.4	1,433.9	1,167.4	3,248.7
7	Toabré 95-50, Indio 80-40	1,711.6	3,180.0	2,821.6	7,713.2
8	Toabré 95-50, Indio 45-40	1,105.2	2,261.0	2,047.6	5,413.9
9	Toabré 100-90, Caño Sucio 100-90, Indio 80-40	2,009.3	4,160.0	3,577.7	9,747.1
10	Toabré 100-90, Caño Sucio 100-90, Indio 45-40	1,403.0	3,241.0	2,803.7	7,447.8

Fuente: Base de Datos del Estudio de Recopilación de Datos Socioeconómico. Nota: En esta tabla solamente se refleja la superficie afectada para tres tipos de uso de suelo. Por consiguiente, la suma de la superficie en estos tres usos no totaliza la superficie del embalse.

Entre 647.4 y 2,009.3 hectáreas de bosque maduro fragmentado serían afectadas, dependiendo de la opción. En todas las opciones, el número de hectáreas de pastizales y rastrojos a ser afectadas es mayor que el número de hectáreas de bosque. Por ejemplo, la Opción 6 afectará 1,433.9 hectáreas de pastizales y 1,167.4 hectáreas de rastrojos, prácticamente un orden de magnitud superior a las 647 hectáreas de bosque a ser afectadas. La Opción 9 representa el extremo mayor: la inundación afectará más de 10 veces las hectáreas de pastizales (4,160 ha.) y más de 20 veces más hectáreas de rastrojos (3,577.7 ha.), mientras que en el bosque maduro se perderían

1,105.2 ha, cabe destacar que este bosque se encuentra fragmentado en las tres subcuencas y en el resto de la ROCC.

Dependiendo de la opción varía el número de cuencas y el área a ser afectadas. Las opciones 5 y 6 afectarán las cuencas del Río Indio y Caño Sucio. Las opciones 7 y 8 afectarán las cuencas del Río Toabré y Río Indio. Finalmente, las opciones 9 y 10 afectarán las tres cuencas. Las seis opciones que involucran más de una cuenca afectarán entre 3,248.7 hectáreas (Opción 6, ver totales de la opción) y 9,747.1 hectáreas (Opción 9) hectáreas de vegetación debido a la inundación del embalse y la infraestructura adicional. Además, se deben sumar una 574.41 hectáreas que se estima será el área requerida por las extracciones de material y sitios de préstamo.

En términos relativos al área total a ser afectada por cada opción, las seis alternativas presentan el mismo patrón (Cuadro 4-23).

Cuadro 4-23
Porcentaje del Área Total Afectada en
Cada Opción por Tipo de Vegetación

OPCIONES		Bosque	Pastizal	Rastrojo
5	Caño Sucio 100-90, Indio 80-40	22.60%	42.41%	34.99%
6	Caño Sucio 100-90, Indio 45-40	19.93%	44.14%	35.93%
7	Toabré 95-50, Indio 80-40	22.19%	41.23%	36.58%
8	Toabré 95-50, Indio 45-40	20.41%	41.76%	37.82%
9	Toabré 100-90, Caño Sucio 100-90, Indio 80-40	20.61%	42.68%	36.71%
10	Toabré 100-90, Caño Sucio 100-90, Indio 45-40	18.84%	43.52%	37.65%

Elaborado por el SIG de URS con datos de Louis Berger, 2003. Ver datos de las opciones 1 y 2 en los anexos.

La resolución No. AG-0235-2003 de la Autoridad Nacional del Ambiente, establece la tarifa para el pago en concepto de indemnización ecológica, para conceder los permisos de tala rasa, eliminación de rastrojos y pastizales. Las tarifas son de B/. 5,000 por hectárea de bosque talado, B/. 1,000 por hectárea por el corte de rastrojos y B/. 500 por hectárea por la eliminación de pastos. En el Cuadro 4-24, se muestra los cálculos y los pagos que se deben realizar por el corte y eliminación de vegetación arbórea y arbustiva.

Los costos por el resarcimiento del perjuicio causado por la tala de los distintos tipos de vegetación, van de alrededor de B/. 9.4 millones para la opción 5, luego le sigue la opción 6, con B/. 5.1 millones, la opción 8 con B/. 8.7 millones y las opciones 7, 9 y 10 entre B/. 11.4 y B/.15.7 millones, aproximadamente.

Cuadro 4-24
Pago en Concepto de Indemnización Ecológica para Cada Opción

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	Bosque	Costo	Pastizal	Costo	Rastrojo	Costo	TOTAL	Costo
		Ha	(Balboas)	Ha	(Balboas)	Ha	(Balboas)	Ha	Total
	Río Indio								
	Caminos	18.92	94,600.000	45.17	22,585.00	27.41	27,410.00	91.50	144,595.00
	Embalse 80-40	984.26	4,921,300.000	1731.3	865,650.00	1347.3	1,347,300.00	4062.86	7,134,250.00
	Embalse 45-40	377.93	1,889,650.000	812.3	406,150.00	573.3	573,300.00	1763.53	2,869,100.00
	Caño Sucio	0.00		0		0		-	
	Caminos	10.76	53,800.000	25.305	12,652.50	16.536	16,536.00	52.60	82,988.50
	Embalse	95.00	475,000.000	389.097	194,548.50	282.58	282,580.00	766.68	952,128.50
	Toabré	0.00		0		0		0.00	
	Caminos	16.20	80,980.000	22.792	11,396.00	31.307	31,307.00	70.30	123,683.00
	Embalse 100-90	739.36	3,696,795.000	1784.39	892,196.50	1605.01	1,605,011.00	4128.76	6,194,002.50
	Embalse 95-50	547.36	2,736,795.000	1218.77	609,386.50	1148.01	1,148,010.00	2914.14	4,494,191.50
	Sitios de Préstamo	126.32	631,600.000	118.39	59,195.00	204.32	204,320.00	449.03	895,115.00
	Cantera Arenisca	10.85	54,235.000	30.08	15,040.00	15.1	15,100.00	56.03	84,375.00
	Depósitos Fluviales	7.66	38,300.000	13.52	6,760.00	48.17	48,170.00	69.35	93,230.00
	Total Canteras	144.83	724,135.000	161.99	80,995.00	267.59	267,590.00	574.41	1,072,720.00
	OPCIONES	Bosque	Costo	Pastizal	Costo	Rastrojo	Costo	Total	Costo Total
		Ha	(Balboas)	Ha	(Balboas)	Ha	(Balboas)	Ha	(Balboas)
5	Caño Sucio 100-90, Indio 80-40	1,253.8	6,268,835.000	2,352.9	1,176,431.00	1,941.4	1,941,416.00	5,548.0	9,386,682.00
6	Caño Sucio 100-90, Indio 45-40	647.4	3,237,185.000	1,433.9	716,931.00	1,167.4	1,167,416.00	3,248.7	5,121,532.00
7	Toabré 95-50, Indio 80-40	1,711.6	8,557,810.000	3,180.01	1,590,012.50	2,821.6	2,821,617.00	7,713.2	12,969,439.50
8	Toabré 95-50, Indio 45-40	1,105.2	5,526,160.000	2,261.01	1,130,512.50	2,047.6	2,047,617.00	5,413.9	8,704,289.50
9	Toabré 100-90, Caño Sucio 100-90, Indio 80-40	2,009.3	10,046,610.000	4,160.0	2,080,023.50	3,577.7	3,577,734.00	9,747.1	15,704,367.50
10	Toabré 100-90, Caño Sucio 100-90, Indio 45-40	1,403.0	7,014,960.000	3,241.0	1,620,523.50	2,803.7	2,803,734.00	7,447.8	11,439,217.50

4.3.1.1.2 Posibles impactos indirectos

El desarrollo inducido que generará cualquiera de las opciones de agua, puede contribuir a aumentar la tasa de cambio de uso del suelo y en consecuencia el corte de los distintos tipos de vegetación. El corte de la vegetación arbórea tendría mayor efecto negativo sobre las comunidades terrestres.

4.3.1.2 Impactos potenciales durante la fase de operación

Los impactos potenciales sobre la cobertura vegetal y la flora terrestre durante la fase de operación son un tanto diferente, pues la remoción de vegetación por causas directamente imputables al proyecto ya no existen. Sin Embargo, los impactos indirectos producto del desarrollo inducido aún persisten.

4.3.1.2.1 Posibles impactos directos

No se generarán impactos directos durante la etapa de operación, ya que las tareas de mantenimiento no lo requieren

4.3.1.2.2 Posibles impactos indirectos

El desarrollo inducido que se podría dar durante la operación será similar para cualquiera de las opciones de agua puede contribuir a aumentar la tasa de cambio de uso del suelo y en consecuencia el corte de los distintos tipos de vegetación. El corte de la vegetación arbórea tendría mayor efecto negativo sobre las comunidades terrestres.

Comparación de las Opciones

La mayor parte del área en las tres cuencas del área de estudio está cubierta de pastizales y rastrojos. El principal efecto de las distintas opciones es la pérdida adicional de la vegetación natural. La cobertura natural de bosque maduro ha sido severamente disminuida, dejando sólo un mosaico altamente fragmentado de parches de bosque. Esta comparación se enfoca al efecto relativo de las varias opciones sobre la cobertura boscosa.

La Opción 9, la cual incluye tres embalses, es la que tendría el mayor efecto sobre la cobertura boscosa, al inundar 2,009.3 hectáreas de bosque. El 49% de estas hectáreas (984.26 de 2009.3) se encuentran en la cuenca del Río Indio. Desde el punto de vista de las cuencas individuales,

todas las opciones que incluyen un embalse en el Caño Sucio afectarán alrededor del 4.9% del bosque remanente en esa cuenca. En términos relativos, la cuenca del Caño Sucio podría ser la más afectada y la cuenca del Río Toabré sería la menos afectada.

4.3.2 Diversidad de Fauna

La situación en relación con la diversidad de la fauna es muy similar en el caso de las tres cuencas a la situación descrita para la cuenca de Río Indio. El desarrollo de una o más de las opciones de agua para apoyar la ampliación del Canal de Panamá podría afectar adversamente la diversidad de la fauna terrestre en las cuencas del Río Indio, Río Toabré, y Río Caño Sucio.

Los impactos negativos directos sobre la fauna terrestre son principalmente resultado de la pérdida de hábitat. Algunos impactos adicionales pueden provenir del ruido de la construcción y la operación. Los impactos indirectos del desarrollo inducido, tales como la erosión y sedimentación por la construcción de caminos y áreas intervenidas por la influencia de estos también pueden incidir sobre las poblaciones de fauna terrestre y la biodiversidad en áreas adyacentes, tanto durante la construcción como la operación.

Debido al fuerte grado de intervención humana y al uso agrícola, sobre todo en las secciones más bajas de las cuencas, la mayor parte de la fauna nativa que habitó una vez el bosque original ya no se encuentra presente. Desde una perspectiva global del ecosistema, la trama alimenticia ha sido fuertemente modificada y el valor de las propiedades de la comunidad ecológica como la biodiversidad y los procesos normales de circulación y transporte de materiales en el ecosistema se han reducido de manera significativa y contribuyen a mantener baja la calidad del hábitat.

La recolección reciente de información en estas áreas de hábitat perturbado dentro de la cuenca, que comprende las áreas potencialmente afectada por la inundación, identifica la presencia de mamíferos, principalmente especies de porte pequeño tales como comadreja, armadillo, perico ligero, armado, conejo pintado, gato solo, ardillas, y una variedad de murciélagos frugívoros e insectívoros. Los únicos mamíferos grandes reportados en el área son el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el corzo (*Mazama americana*).

Las especies y grupos de animales que se esperaría sean más afectados por la ejecución de una o más de las opciones de agua incluyen:

- Mamíferos y aves arbóreas incluyendo monos (*Aotus lemurienus*, *Aloutta palliata*), varias especies de murciélagos y guacamayas (macaws) que requieren una cobertura de bosque maduro;

- Depredadores grandes tales como el puma y el jaguar;
- Especies altamente especializadas de aves, mamíferos, reptiles, anfibios, e invertebrados que están adaptados a la complejidad estructural y diversidad biológica del bosque maduro latifoliado siempre-verde; y
- Especies de herbívoros grandes tales como el venado y el tapir.

La ausencia de estas especies, que juegan un papel importante en varios grupos funcionales de las tramas alimenticias regionales, puede crear inestabilidad en los procesos de organización de los ecosistemas (por ejemplo, los efectos adversos en ciclos de nutrientes) además de los efectos directos sobre las especies y grupos indicados.

4.3.2.1 Impactos potenciales durante la fase de construcción

Durante la construcción de una represa y la consecuente inundación de áreas aguas arriba resulta en la pérdida de hábitat terrestre y en la conversión de hábitat terrestre a hábitat acuáticos y litorales. La construcción de instalaciones auxiliares, tales como carreteras de acceso, áreas de apoyo a la construcción, y túneles, también afectan directamente el hábitat de los animales terrestre. Mientras la pérdida del hábitat afectaría negativamente a la mayoría de especies de fauna terrestre, la creación de lagos proporcionará hábitat adicional para aves acuáticas tales como las garzas, garcetas, patos y gansos, este efecto, sin embargo, sería más notorio durante la fase de operación de las opciones de agua.

4.3.2.1.1 Impactos potenciales directos

La mayoría del hábitat que podría ser potencialmente afectado por la implementación de una o más de las opciones de agua, ha sido sustancialmente transformado y degradado. En todas las opciones consideradas el número de hectáreas de pastizales y rastrojos que serían afectadas es mucho mayor que el número de hectáreas de bosque. Por lo tanto, los impactos negativos directos a la vida silvestre son relativamente pequeños.

La vegetación de las áreas que serían potencialmente inundadas por la implementación de cada una de las opciones de agua se mostró en el Cuadro 4-22. Dado que los animales son normalmente móviles, la importancia relativa del hábitat potencialmente afectado por cuenca es menos importante que para las especies de plantas y el enfoque debe dirigirse más hacia el total del área de hábitat boscoso afectado. La valoración comparativa de las opciones se discute a continuación:

- Opción 9 - causaría el mayor impacto a la fauna terrestre debido a los niveles de afectación de bosque maduro
- Opciones 5 y 7 - siguen en importancia debido a la misma razón del área de bosque maduro que sería afectada;
- Opciones 8, 6 y 10 - afectan más o menos la misma cantidad total de hábitat boscoso.

Algunos impactos directos sobre la flora y la fauna terrestre serán irreversibles, pero generalmente insignificantes a causa de la calidad pobre del hábitat que sería afectado, el cual sostiene una baja biodiversidad y redes alimenticias incompletas. Además, es notoria la ausencia general de depredadores importantes y de especies raras, amenazadas o en peligro de extinción, en la mayoría de las áreas que serían potencialmente afectadas. Por otro lado, las opciones podrían proporcionar algunos impactos ecológicos positivos (por ejemplo, el hábitat aumentado para aves acuáticas), que se deben considerar en la evaluación general de impactos.

En resumen, debido a que los impactos directos del desarrollo de las opciones de agua afectarían porciones relativamente pequeñas de hábitat terrestre degradado y solamente pequeñas áreas del hábitat ecológicamente valioso, hay muchas oportunidades de mitigar los efectos directos del desarrollo y prevenir, minimizar y compensar los impactos potenciales.

De especial consideración entre los impactos a la fauna terrestre es la muerte que se puede causar a muchas especies de movilidad relativamente restringida (algunos anfibios y reptiles) que no puedan escapar del área que será desbrozada para la construcción e inundación. Este incluye además de las especies de movilidad restringida en su condición adulta, las crías inmaduras de otras especies de mayor movilidad (aves, mamíferos). Para reducir este efecto al mínimo posible se debe implementar un programa de rescate y salvamento de fauna durante la fase de construcción y llenado del embalse.

4.3.2.1.2 Impactos potenciales indirectos

Existe el riesgo de impactos indirectos adicionales como resultado de actividades insostenibles como la cacería, las cuales deben ser prevenidas a toda costa. Si no se controlan estos impactos pueden llegar a ser aún más significativos que los impactos directos de la inundación. El desarrollo inducido que generará el proyecto, especialmente durante esta fase, también es una amenaza para la fauna.

4.3.2.2 Impactos potenciales durante la fase de operación

Los impactos a la fauna terrestre y su diversidad durante la fase de operación se espera que sean, en términos generales, de menor magnitud que durante la fase de construcción, especialmente aquellos atribuibles de manera directa a las acciones de operación de la opción de agua propiamente dicha.

4.3.2.2.1 Impactos potenciales directos

En la fase de operación las actividades propias disminuyen significativamente, por lo que las afectaciones a la fauna serán mínimas; Los vehículos de los trabajadores del proyecto atropellen animales en los caminos.

4.3.2.2.2 Impactos potenciales indirectos

El desarrollo inducido que generará el proyecto aún en esta fase, aunque en menor escala que durante la etapa de construcción, afectaría a la fauna. Por otro lado, las opciones podrían proporcionar algunos impactos ecológicos positivos, como la estadía de aves acuáticas en los embalses.

4.3.3 Comunidades Acuáticas

La construcción de embalses resulta en la conversión de hábitat terrestre a hábitat acuático, estos nuevos hábitat acuáticos presentan oportunidades para el establecimiento de comunidades de plantas acuáticas, peces y otros organismos que están mejor adaptados a las nuevas condiciones. En esta sección se describen los posibles efectos que el desarrollo de las posibles opciones de agua tendría sobre la vegetación y la fauna acuática en las cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré.

En general se ha seguido un enfoque similar al utilizado para la cuenca de Río Indio sola para determinar en la medida que la información disponible lo permite, los efectos de la conversión de hábitat terrestre a hábitat acuático.

Existen dos aspectos de los posibles impactos y riesgos asociados con la vegetación acuática. El primero es uno de sobrevivencia y distribución de las especies y el otro es más bien un riesgo de cómo las malezas acuáticas pueden afectar la operación de los cuerpos de agua que sean creadas según la alternativa seleccionada. La proliferación incontrolada de estas comunidades de plantas

acuáticas puede crear efectos negativos tanto biológicos, como operativos para la operación del embalse.

La creación de embalses o reservorios tropicales a menudo está acompañada por una proliferación excesiva e incontrolada de malezas acuáticas, como en el caso del helecho flotante (*Salvinia* spp.) en los lagos africanos de Kariba, el jacinto de agua en el Lago Lempa (El Salvador) y en Apanas (Nicaragua), y *Pistia stratiotes* en el Lago Bayano.

En el caso de las opciones de agua que incluyen a los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré se han considerado los aspectos de sobre vivencia por un lado de las especies de plantas acuáticas que hoy existen en los ríos y la posibilidad o riesgo de que algunas especies de plantas, clasificadas comúnmente como malezas, puedan colonizar espacios considerables de los embalse y problemas con su operación.

Existe poca información sobre las plantas acuáticas en los embalses panameños. Candanedo (1978) y Von Chong (1986) son las publicaciones que abordan este tema. En el Cuadro 4-24a, se muestran las familias y especies de plantas acuáticas reportadas por el Consorcio TLBG/UP/STRI para los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré. En el cuadro se muestra que en el río Indio se reportaron más especies de plantas acuáticas, luego en Caño Sucio y menor número en Toabré, debido probablemente a la mayor intervención humana en el primero.

En la cuenca del Río Indio, la distribución altitudinal actual de especies acuáticas sugiere que sólo dos especies se localizan dentro del área del futuro embalse: la Aracea *Spathiphyllum quindiuense* y la Cyclanthacea *Dicranopigyum crinitum*. Sin embargo, más de 20 otras especies se encuentran en la cuenca y podrían eventualmente establecerse en el embalse.

Spathiphyllum quindiuense podría proliferar significativamente en el embalse, ya que suele crecer en las márgenes de los reservorios (0 – 3m), abarcando en ocasiones grandes extensiones de agua y obstaculizando la libre navegación. *Dicranopigyum crinitum* podría establecerse en algunas áreas, pero se anticipa que no prosperará ya que esta especie crece principalmente en ambientes cercanos a las corrientes, entre las rocas expuestas de las corrientes, pero no sumergida. En las zonas aguas arriba del futuro embalse, existen otras dos especies *Sagittaria platyphylla*, y *Heteranthera reniformis*, que pueden colonizar las orillas de poca profundidad del embalse.

Cuadro 4-24a
Especies de Macrófitas y su Distribución Altitudinal
en los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré

Familia	Especie	Distribución altitudinal (m)	Indio	Caño Sucio	Toabré
Alismataceae	<i>Sagitaria platyphylla</i>	20	X		
Apiaceae	<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	600	X		
Araceae	<i>Montrichardia arborescens</i>	20; 30	X	X	
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	20	X		
Araceae	<i>Spathiphyllum friedricsthalli</i>	20; 30	X	X	
Araceae	<i>Spathiphyllum sp.</i>	20; 200	X	X	
Araceae	<i>Spathiphyllum quindiuense</i>	600; 160; 105	X	X	X
Araceae	<i>Spathiphyllum phrynifolium</i>	160			X
Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i>	600	X		
Cyclanthaceae	<i>Dicranopigum crinitum</i>	600; 200	X	X	
Cyclanthaceae	<i>Dicranopigum wedelli</i>	160			X
Cyperaceae	<i>Eleocharis geniculata</i>	30; 450		X	X
Hydrocharitaceae	<i>Hydromystria laevigata</i>	600	X		
Hydrocharitaceae	<i>Hydrilla verticillata</i>	30		X	
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea blanda</i>	20; 160	X	X	
Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>	20	X		
Podostemaceae	<i>Marathrum alleni</i>	600	X		
Podostemaceae	<i>Maranthrum haenkeanum</i>	450			X
Podostemaceae	<i>Marathrum oxycarpum</i>	200; 500		X	X
Podostemaceae	<i>Tristicha trifaria</i>	160			X
Pontederiaceae	<i>Eichornia crasipes</i>	20; 30	X	X	
Pontederiaceae	<i>Heteranthera reniformes</i>	600; 200	X	X	
Pontederiaceae	<i>Pontederia rotundifolia</i>	20; 30	X	X	
	Total:		16	12	8

Fuente: Lóuis Berger, 2003.

En la cuenca del Río Toabré, la distribución altitudinal actual de especies acuáticas muestra que sólo dos especies, la ciclantácea *Dicranopigum wedelli* y la podostomacea *Maranthrum haenkeanum* crecen a la altitud de los embalses estudiados. Se anticipa que estas dos especies no prosperen en el embalse, ya que están asociadas a zonas de corrientes rápidas y no prosperan en embalses o aguas estancadas. Dos especies que se encuentran aguas abajo del embalse, la ciperacea *Eleocharis geniculata* y la pontedereacea *Pontederia rotundifolia*, podrían colonizar y proliferar en áreas poco profundas.

Por su parte en la cuenca del río Caño Sucio, poca información existe sobre la distribución de plantas acuáticas. Por lo tanto, conociendo la altura de la represa, decidimos incluir como las especies que pueden afectar directamente al embalse, aquellas que se encuentran en las zonas

superiores a los 100 m de altura. Basados en esta premisa, se identificaron las siguientes especies: *Spathiphyllum quindiuense*, *Spathiphyllum sp.*, *Dicranopigyum crinitum*, *Heteranthera reniformis*, *Marathrum oxycarpum*, y *Nymphaea blanda*. De estas especies pueden permanecer en el embalse *Spathiphyllum sp.*, *Spathiphyllum quindiuense*, *Nymphaea blanda* y *Heteranthera reniformis*, que son las especies más adaptadas a orillas menos profundas (0 – 3 m de profundidad) de los lagos y embalses. *Marathrum oxycarpum* y *Dicranopigyum crinitum*, son especies típicas de ambientes correntosos y no se espera que prosperen en las condiciones de baja corriente del embalse.

Además, basados en la experiencia panameña y de otros embalses tropicales, se anticipa que las especies *Pistia stratiotes* (lechuga de agua), *Eichhornia crassipes* (jacinto de agua), e *Hydrilla verticillata*, las cuales tienen gran potencial de infestación, podrían colonizar los embalses. Su posible colonización constituye un peligro latente y potencial para los embalses dentro de cualquiera de las opciones.

En el Cuadro 4-25, se muestra el perímetro de los embalses propuestos. La relevancia de este parámetro se debe a que a mayor perímetro mayor posibilidad de que las plantas acuáticas encuentren lugares adecuados para desarrollarse. A manera de comparar las opciones, el perímetro se dividió entre el área de cada embalse. Por lo tanto, la opción Caño Sucio, es la que presenta mayor posibilidad de que se desarrollen las plantas acuáticas. Los demás embalses son bastantes similares como se observa en el Cuadro 4-25.

Cuadro 4-25
Perímetro de los Posibles Embalses en kilómetros

Opciones	Indio (80-40)	Indio (45-40)	Caño Sucio (100-90)	Toabré (95-50)
Perímetro (km)	182.9	96.6	167.0	162.9
Perímetro/Área Embalse (km/km ²)	4.0	4.6	12.3	4.8

La experiencia reciente en Panamá incluye el caso del embalse de Bayano, en el cual las macrofitas invadieron el embalse a las tres semanas de haberse llenado⁽⁵²⁾. Desde el inicio del embalse hasta principios de los años ochenta, el área que cubrían las plantas acuáticas era alrededor de 7,000 hectáreas, siendo *Pistia*, la especie dominante (5,000 ha); En 1999 cuando se realizó el estudio por Berger⁽⁵³⁾, el área era entre 3,000 y 3,500 ha, siendo *Pistia* y *Polygonum*, las que cubrían la mayor superficie (alrededor de 1,000 ha cada una).

Por lo tanto, se estima que para las opciones de agua en los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré, aún cortando la mayoría de la vegetación arbórea, habrá al inicio proliferación de plantas acuáticas,

las cuales, como en el caso del Bayano se deberán ir controlando hasta reducir su superficie y población en cantidades manejables. En el país, hay experiencia exitosa del manejo de las plantas acuáticas.

4.3.3.1 Impactos potenciales durante la fase de construcción

Durante la fase de construcción no se espera que los impactos asociados con la proliferación de plantas acuáticas se manifiesten de manera significativa, debido a que para su desarrollo se requiere la presencia misma del cuerpo de agua, el cual no estaría todavía presente.

4.3.3.1.1 Impactos potenciales directos

Se considera que durante la etapa de construcción no proliferarán las plantas acuáticas. Como ya se mencionó anteriormente, en Bayano las plantas surgieron a las tres semanas de haberse formado el embalse.

4.3.3.1.2 Impactos potenciales indirectos

El desarrollo inducido que se dará en la cuenca como consecuencia de la construcción del proyecto, no contribuirá a la proliferación de plantas acuáticas durante esta fase del proyecto. Únicamente, si hubiese cambios significativos en el uso del suelo, y que significarían una mayor utilización de agroquímicos, los residuos de éstos pudiesen aportar nutrientes a los cuerpos de agua y favorecieran la proliferación de las plantas acuáticas.

4.3.3.2 Impactos potenciales durante la fase de operación

Durante los primeros años de la fase de operación es de esperar la incidencia de malezas acuáticas en los embalses recién formados. A continuación se presentan los posibles efectos directos e indirectos relacionados con este aspecto.

4.3.3.2.1 Impactos potenciales directos

La proliferación incontrolada de plantas acuáticas puede crear efectos negativos operativos del embalse. Esta proliferación excesiva de plantas acuáticas puede llegar a afectar la toma de agua para el trasvase o para el caudal ecológico. Igualmente la constante lluvia de material vegetal, proveniente de las mismas plantas, especialmente en las macrófitas emergentes, provoca la

Es probable que en los primeros años el sistema sea afectado por plantas flotantes (lechuga de agua y jacinto de agua) que se dispersan fácilmente por la acción del viento y sean favorecidas por los niveles altos de nutrientes característicos de la fase de estabilización del embalse. Sin embargo, en el largo plazo, si el proceso de eutrofización avanza más o menos lentamente se esperaría un cambio hacia una predominancia de *Hydrilla sp.* Con una columna de agua de bastante transparencia es posible que *Hydrilla sp.* se establezca en aquellas áreas del embalse con profundidades inferiores a los 10 metros, aunque la fluctuación del nivel del agua en un embalse podrá tener un efecto deletéreo sobre su crecimiento se espera que la misma siempre esté presente. Este es el caso en el Lago Gatún, donde la especie está ampliamente distribuida.

4.3.3.2.2 Impactos potenciales indirectos

Esta proliferación excesiva de plantas acuáticas puede tener consecuencias negativas, además, sobre la salud pública, las actividades humanas, y la fauna acuática en general. Un efecto común de las malezas en los embalses es el atascamiento de los canales de navegación y el incremento de la sedimentación. Algunas plantas acuáticas son hospederos de vectores de organismos patógenos al hombre, aumentan la materia orgánica en descomposición y disminuyen el valor estético del área donde aparecen. Al haber un aumento desordenado de plantas acuáticas, también se incrementa la descomposición de las mismas, por la acción de bacterias aeróbicas, lo que da como resultado una desoxigenación de grandes extensiones de agua en el reservorio, que repercute negativamente en las poblaciones de peces y macro invertebrados.

Grandes cantidades de malezas o plantas acuáticas pueden afectar negativamente las actividades turísticas y de recreación en embalses. Por ejemplo, la formación de enormes masas de malezas, como el Jacinto de agua, la lechuga de agua e *Hydrilla sp.* puede impedir la libre y rápida movilización o navegación en las aguas del reservorio. La proliferación de plantas acuáticas también puede traer como consecuencia directa el incremento de las poblaciones de insectos, como los mosquitos, chitras y tábanos, los cuales son una molestia al momento de realizar cualquier actividad recreativa en estos ambientes.

4.3.4 Peces y Macro-Invertebrados

Basados en la lista de peces y macro invertebrados reportados para los ríos bajo estudio, la cual se incluye en el anexo 3, se realizó un análisis para determinar los posibles cambios que habría de esperar con la implementación de una de las opciones de agua consideradas.

De acuerdo con el estudio de línea base en la ROCC⁽⁵³⁾, en el río Indio se reportaron 15 especies de peces que tienen cierto grado de importancia alimenticia; 26 especies en Caño Sucio y 16 en Toabré. Sin embargo, los habitantes tienen acceso a otras fuentes de proteína de origen animal y no dependen totalmente de estos recursos acuáticos para su sobrevivencia; La mayor dependencia sobre estos recursos (peces y macroinvertebrados) se acentúa durante el periodo de cuaresma y Semana Santa.

Todas las especies de peces se pueden encontrar a diversas alturas en los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré, sin mostrar un patrón definido, exceptuando que una gran mayoría se encuentra en las zonas inferiores a los 100 msnm. Algo interesante es que algunas especies como el *P. gillii*, *S. altum*, *A. aeneus*, se encuentran desde los 0 m hasta alturas superiores a los mil metros. En el río Indio se reportaron 35 especies, en el Caño Sucio 34 y en Toabré 38. De estas especies de peces que suelen remontar los ríos, en Indio se estima que 23 especies podrían permanecer en el embalse y sus afluentes; en Caño Sucio, 20 especies; y en Toabré, 17 especies.

Se considera, por experiencias previas de Bayano, Gatún y Alajuela, que las familias omnívoras Characidae, Poeciliidae y Cichlidae, incrementarán rápidamente sus poblaciones en el embalse o embalses que se construyan, ya que poseen una alta tasa de producción de huevos y usualmente desovan varias veces al año. Por otra parte, también se espera que la presencia del carnívoro *Gobiomorus dormitor* se vea beneficiada con el aumento de las presas (pececillos o crías) en las orillas de estos lagos, por lo que también aumentarán sus poblaciones, pero no en la misma proporción o eficiencia de las familias mencionadas anteriormente, ya que usualmente éstas reproducen una vez por año.

Tanto en la vertiente Pacífica como en el Caribe de Panamá, existen peces que remontan los ríos, para crecer y luego retornar al mar o aguas salobres para desovar, contándose entre éstos los robalos (Centropomidae), los bocachicas y dajaos (Mugilidae), los gobidos (Gobiidae) y los roncadores (Haemulidae). En el río Indio se estima que 5 especies de peces desaparecerán aguas arriba del embalse; en Caño Sucio, 5 especies; y en Toabré, 5 especies. Las especies *Sycidium altum* y *Agonostomus monticula* desaparecerían aguas arriba de cualquiera de las opciones.

Con relación a los crustáceos, éstos se encuentran desde las zonas bajas hasta las partes más altas de los ríos de la ROCC; Los camarones palemonidos y los cangrejos seudotelfusidos se les encuentra en todas las alturas, desde el nivel del mar hasta las partes más altas de la región. En cambio los atidos, se les encuentra en las áreas bajas (20 a 30 m) pero nunca cerca a las zonas de estuarios. Por otro lado, el caracol *M. tuberculata* se encuentra en todas las alturas.

4.3.4.1 Impactos potenciales durante la fase de construcción

La mayoría de los impactos sobre las poblaciones de peces y macro-invertebrados acuáticos se espera que ocurran durante la fase de operación, más, sin embargo, durante la fase de construcción es necesario contener y desviar el río, lo cual establece un obstáculo que en función de movilidad de las especies es muy similar a la presencia misma de la presa. Estos efectos se describen a continuación.

4.3.4.1.1 Impactos potenciales directos

Se estima que las especies de peces que desaparecerán aguas arriba en el río Indio serán 4, en Caño Sucio serán 5, al igual que en Toabré, debido en parte a que las presas serán un obstáculo físico imposible de flanquear y esto les impedirá su paso libre aguas arriba. El resto de especies de peces marinas reportadas en los ríos no desaparecerán ya que estarán aguas abajo de los sitios de presa.

Las consecuencias de la disminución y del cambio del régimen del caudal aguas abajo de la presa harán que las especies de peces se adapten y sobrevivan. Se estima que la alteración en las poblaciones de peces aguas abajo, no será tan drástico, ya que se estima es función inversa a la distancia entre la presa y el mar; en el caso de Río Indio esa distancia es de 31.2 Km, para el río Caño Sucio es de 43.4 km y para el río Toabré 42.8 km., situación que favorecerá a las especies en su búsqueda de alternativas de sobre vivencia.

Las especies de interés especial en el campo científico, *Roeboides sp. nov* y *Rivulus sp.* han sido reportadas en los ríos de la ROCC. Estas dos especies de importancia científica están asociadas a las pequeñas quebradas y riachuelos localizadas aguas arriba, caracterizadas por tener aguas cristalinas y un cauce cubierto por bosques de galería y con corrientes y profundidades moderadas. Estos hábitat permanecerán aún con los embalses, lo que garantizará su existencia.

4.34.1.2 Impactos potenciales indirectos

Existe el riesgo de impactos indirectos adicionales como resultado de actividades insostenibles como la pesca incontrolada, utilizando inclusive dinamita, las cuales deben ser prevenidas a toda costa. El desarrollo inducido que generará el proyecto, especialmente durante esta fase, también es una amenaza para la fauna acuática.

4.3.4.2 Impactos potenciales durante la fase de operación

La mayoría de los impactos potenciales sobre las poblaciones de peces y macro-invertebrados Acuáticos ocurrirían durante esta fase, pues los mismos están mayormente relacionados a la presencia del embalse y la reducción de caudales asociados con la transferencia de agua hacia la Cuenca del Lago Gatún.

4.3.4.2.1 Impactos potenciales directos

Otro aspecto importante que tendrá que afrontar la ictiofauna de los posibles embalses lo constituirán las fluctuaciones de los niveles de agua que se esperan, como consecuencia de las operaciones de las represas. Como regla general, se estima que si los cambios son muy bruscos todos los peces dentro de los embalses, principalmente aquellos que utilizan las orillas, troncos sumergidos y malezas acuáticas, para colocar sus huevos, como los carácidos y los cíclidos van a ser afectados negativamente, ya que sus huevos o larvas pueden quedar expuestos al aire y no sobrevivir. Los cambios de volumen en los embalses no afectarán grandemente a los macro invertebrados, ya que estos por lo general no se encuentran en las orillas del embalse, sino en las quebradas o en la zona bentónica de los mismos.

Los embalses si son bien manejados, pueden producir a través de la pesca (artesanal y comercial), rendimientos sostenibles y a la vez pueden ser utilizados para generar actividades como el turismo (pesca deportiva), que resultarían beneficiosos para las poblaciones humanas.

4.3.4.2.1.1 Especies que pueden desaparecer, aguas arriba del sitio de presa

Basados en los estudios previos, algunas especies que se encuentran actualmente, no se encontrarán más allá del punto de presa, debido en parte a que la misma será un obstáculo físico imposible de flanquear y esto les impedirá su paso libre aguas arriba. Las especies de los gobidos (*Sycidium altum* y *Awaous banana*), los mugilidos (*Agonostomus monticola* y *Joturus pichardi*), y el hemulido (*Pomadasys crocro*) requieren en un momento determinado de su vida especialmente cuando son larvas o postlarvas, permanecer en aguas salobres y si esta conexión del río con el mar se ve interrumpida, estos se verán totalmente afectados. Es evidente y tal como lo muestran los resultados de Bayano, que la fauna de peces diádromos (que se mueven entre el mar y el agua dulce), por lo general tienden a desaparecer de las aguas más allá del punto de presa. Se estima que las especies que desaparecerán aguas arriba de la presa son: 4 en río Indio, 5 en Caño Sucio y 5 en Toabré. El resto de especies de peces marinas reportadas en los ríos no desaparecerán ya que estarán aguas abajo de los sitios de presa.

Basándose en las observaciones realizadas en el Bayano y compararla con los macro invertebrados reportados en los ríos de la ROCC, se estima que los camarones de agua dulce de la familia Palaemonidae (*M. carcinus*, *M. acanthurus* y *M. crenulatum*) y de la familia Atyidae (*Atya scabra* y *Potimirim glabra*), serán las especies candidatas a desaparecer del área del embalse y sus afluentes principales.

4.3.4.2.1.2 Especies que se espera permanecerían en el área del embalse y sus afluentes

Basados en la información disponible y las evaluaciones realizadas en los lagos Bayano, Gatún y Alhajuela, se estima que en río Indio 23 especies, en Caño Sucio 20 especies y en Toabré 15 especies podrían mantenerse como miembros de la ictiofauna en los embalses que se llegaran a construir y sus afluentes. Estas especies son miembros de las familias Cichlidae (mojarras); Characidae (sardinas de río, sábalo pipones); Erythrinidae (pejeperros); Loricariidae (chupapiedras); Poeciliidae (parivivos), Eleotridae (guabinas de río), Synbranchidae (culebras de agua), Hypopomidae (cabuyas), Rivuliidae (killies) y Trichomycteridae (bagrecillos).

Las especies que rápidamente colonizarán o se adaptarán al embalse son: Characidae (*Astyanax aeneus*, *Brycon chagrensis*, *Brycon obscurus*, *Compsura mitoptera*, *Gephyrocharax intermedius*, *Hyphessobrycon panamensis*, *Roeboides guatemalensis*, *Roeboides sp nov.*); Cichlidae (*Aequidens coeruleopunctatus*); Eleotridae (*Gobiomorus dormitor*); y la Poeciliidae (*Poecilia gillii*, *Brachyrhaphis cascajalensis*). La mayoría de ellas poseen hábitos alimenticios omnívoros y esto presenta una mayor ventaja en la colonización de nuevos ambientes, por que utilizan diversas fuentes de alimentos y están capacitados para tolerar ambientes acuáticos con condiciones muy adversas.

De esas 12 especies, se espera que 9 podrán compartir las zonas de las orillas de poca pendiente y mediana profundidad (0.30 m a 2 m), generalmente cubiertas de malezas acuáticas y terrestres, y cercanas a las desembocaduras de las quebradas y ríos (*Astyanax aeneus*, *Brycon chagrensis*, *Compsura mitoptera*, *Gephyrocharax intermedius*, *Roeboides guatemalensis* y *Roeboides sp nov.*, *Aequidens coeruleopunctatus*, *Poecilia gillii* y *Brachyrhaphis cascajalensis*). Por otro lado, *Gobiomorus dormitor*, se asociará a las zonas de más profundidad (2 a 4 m), ya que es una especie carnívora, pero hábitos bentónicos y crípticos, o sea que les gusta permanecer oculto durante el día. Las especies *Brycon obscurus*, *Bryconamericus emperador*, *Hyphessobrycon panamensis*, *Brachyrhaphis roswithae*, *Brachyhypopomus occidentalis*, *Piabucina panamensis*, *Synbranchus marmoratus* y *Trichomycterus striatus*, vivirán más asociados a las áreas de los ríos y quebradas, con corrientes de poca a mediana velocidad y no se verán incursionando en el embalse.

En cuanto a los crustáceos, basados en la experiencia de Bayano, la única especie de crustáceo que se espera sobrevivirá aguas arriba de la presa será el cangrejo *Pseudothelphusa americana*, ya que en su ciclo de vida no requiere del agua salada para desarrollarse. A pesar que en el embalse de Bayano se reportó la presencia de *Macrobrachium tenella*, después del cierre, se estima que todas las especies de camarones no sobrevivirán en el embalse, ya que necesitan de agua salada para completar su ciclo de vida. En el caso de los moluscos, el caracol *Melanoides tuberculata* verá afectada sus poblaciones en la zona del embalse, ya que se eliminarán sus hábitats preferidos, que son las márgenes de los ríos. No obstante debido a su capacidad de adaptación a diferentes alturas, puede ser que se establezcan poblaciones de *M. tuberculata* y *P. americana* en las zonas más allá de la cota máxima del nuevo embalse.

Posibles efectos por las fluctuaciones del nivel del embalse

Otro aspecto importante que tendrá que afrontar la ictiofauna de los posibles embalses lo constituirán las fluctuaciones de los niveles de agua que se esperan, como consecuencia de las operaciones de la represa. Como regla general, se estima que si los cambios son muy bruscos todos los peces dentro del embalse, principalmente aquellos que utilizan las orillas, troncos sumergidos y malezas acuáticas, para colocar sus huevos, como los caracidos y los cíclidos van a ser afectados negativamente, ya que sus huevos o larvas pueden quedar expuestos al aire y no sobrevivir. Un ejemplo de estos cambios se puede observar en la actualidad en el lago Alhajuela, donde los niveles suelen bajar como máximo 4 metros al mes o subir 2 metros por mes. En los 4 meses secos el embalse disminuye alrededor de 10.5 metros, los cuales se recuperan en los 8 meses restantes. Estos cambios resultan significativos para las poblaciones de peces que habitan en él.

En la opción del río Indio, se estima una transferencia de agua en la época seca hacia Gatún de 43 m³/seg durante 4 meses (Febrero a Mayo), lo cual hará que el nivel del embalse baje, y en los restantes meses lluviosos se volvería a llenar el embalse. Si el embalse está a una cota de 80 metros a finales de Enero, y si a finales de Mayo se encuentra a 45 metros, se estima que 35 metros bajarían en los 4 meses, lo que equivaldría a 9 metros por mes o 30 centímetros diarios, valor que es bastante mayor a lo reportado en Alhajuela. Los cambios serán similares en el embalse Toabré, en el caso que este se utilice solo con Indio, pero no serán tan dramáticos si el esquema seleccionado incluye los tres embalses porque su fluctuación total sería solamente de 10 metros.

Los cambios de volumen en los embalses no afectarán grandemente a los macroinvertebrados, ya que estos por lo general no se encuentran en las orillas del embalse, sino en las quebradas o en la zona bentónica de los mismos.

4.3.4.2.1.3 Efectos potenciales sobre las especies, aguas abajo del sitio de presa

La situación aguas debajo de las presas en Caño Sucio y Toabré, es muy similar a la reportada para Río Indio. Como consecuencia de la disminución y del cambio del régimen del caudal aguas abajo de la presa se afectaría a especies como *Agonostomus monticola*, *Joturus pichardi*, *Sycidium altum*, *Awaous banana*, *Brycon chagrensis*, *Ancistrus chagresi*, y *Pomadasys crocro*, que usualmente requieren que haya bastante corriente, situación que los forzaría a refugiarse en riachuelos o quebradas, aguas debajo de los sitios de presa, o ir más aguas abajo donde el caudal vuelva a su nivel original. Se estima que la alteración en las poblaciones de peces aguas abajo, es función inversa a la distancia entre la presa y el mar. En el caso de Río Indio esa distancia es de 31.2 Km, para el río Caño Sucio es de 43.4 km y para el río Toabré 42.8 km.

En el caso de los camarones la situación para los otros dos ríos se espera que sea muy similar a la descrita para río Indio. Por lo tanto, se espera que todas las poblaciones sufran los efectos de la reducción y cambio del régimen actual del caudal. Poblaciones reducidas de las especies presentes en estos ecosistemas, como los palemonidos, serán de esperar en las secciones del río más cerca de la presa y estas irán aumentando a medida que se restablece el caudal y las condiciones en el río. Este evento se observó en las poblaciones de crustáceos, aguas abajo de la represa de Fortuna⁽²⁷⁾.

4.3.4.2.1.4 Efecto sobre la productividad pesquera

Usando los rendimientos potenciales de peces en los embalses panameños entre 4.8 a 5.3 kg/ha/año según han reportado varios autores (Bayley, 1986; Maturell & Bravo 1994, Jackson & Marmulla, 2002), y multiplicándolos por el área de los futuros embalses, se puede estimar de manera aproximada la productividad anual de peces de los potenciales embalses. Los resultados se incluyen en el Cuadro 4-26.

Cuadro 4-26
Productividad Potencial de los Posibles Embalses
en Kilogramos por Año

	Indio (80-40)	Indio (45-40)	Caño Sucio (100-90)	Toabré (95-50)
Rendimiento (kg/año)	22,800	10,470	6,775	17,125

La introducción de especies exóticas, que ya se encuentran ampliamente distribuidas en Panamá, tales como la tilapia (*O niloticus*) y el pez sargento (*C. monoculus*) a los nuevos embalses, podría tener un efecto positivo sobre las pesquerías comercial y deportiva. Si se analizan las especies nativas, que pueden utilizarse para este propósito, realmente son pocas y entre ellas están el sábalo pipón (*Brycon chagrensis*), y la guabina de río (*Gobiomorus dormitor*). Estas especies presentan muchas desventajas (espinas intramusculares, aspecto del pez, sabor de la carne y crecimiento lento) al compararlas con las especies exóticas, elementos que limitarían el uso potencial del embalse a la pesca de subsistencia y consumo local.

En vista de esta realidad, se cree conveniente que una vez se construyan los embalses, incorporar en sus programas de manejo, actividades de siembra controladas de tilapias (*Oreochromis niloticus*), especie exótica, que se ha adaptado bien en Gatún y Alhajuela y que en la actualidad están involucrados unos 3,011 pescadores (Z. Trotman, comunicación personal DINAAC-MIDA, 2003). Sobre este particular desde el año 1997, la captura de tilapia en los embalses del país, representa para la economía nacional una actividad en crecimiento; En 1997, se exportaron 63,339 kilos de tilapia, de los cuales el 95% de esta cantidad, procedió de los lagos Bayano y Alhajuela⁽⁶³⁾.

Esta pesca comercial combinada con la pesca deportiva, puede ser una alternativa de producción sostenible para aquellas comunidades que serán reubicadas alrededor de los embalses. En esta línea, se sugiere incentivar la pesca deportiva o recreativa, utilizando el pez sargento (*Cichla monoculus*), especie que se encuentra en los embalses canaleros desde 1967, y que es una alternativa muy rentable, que a la vez ayudará a controlar el crecimiento excesivo de la tilapia en estos embalses, ya que el pez sargento es un depredador eficiente.

4.3.4.2.1.5 Posibles efectos sobre especies de interés especial

Las especies de interés especial en el campo científico, *Roebooides sp.nov* y *Rivulus sp.* han sido reportadas en los ríos de la ROCC. Estas dos especies de importancia científica están asociadas a las pequeñas quebradas y riachuelos localizadas aguas arriba, caracterizadas por tener aguas cristalinas y un cauce cubierto por bosques de galería y con corrientes y profundidades

moderadas. Estos hábitat permanecerán aún con los embalses, lo que garantizará su existencia. Una experiencia similar se experimentó en el Lago Bayano, con la especie endémica de sardina *Eretmobrycon bayano*, la cual habitaba en las quebradas y ríos de aguas cristalinas. A pesar de que la mayoría de estas áreas fueron inundadas o alteradas con la creación del embalse, en la actualidad todavía sus poblaciones se encuentran en los afluentes de este reservorio.

4.3.4.2.2 Impactos potenciales indirectos

El desarrollo inducido que generará el proyecto aún en esta fase, aunque en menor escala que durante la etapa de construcción, podría afectar a la fauna acuática. Por otro lado, la siembra controlada de tilapia puede representar para la economía local y nacional ingresos económicos.

Esta pesca comercial combinada con la pesca deportiva, puede ser una alternativa de producción sostenible para aquellas comunidades que serán reubicadas alrededor de los embalses. En esta línea, se sugiere incentivar la pesca deportiva o recreativa, utilizando el pez sargento (*Cichla monoculus*), especie que se encuentra en los embalses canaleros desde 1967, y que es una alternativa muy rentable, que a la vez ayudará a controlar el crecimiento excesivo de la tilapia en estos embalses, ya que el pez sargento es un depredador eficiente.

Comparación de las opciones de agua sobre la Diversidad Biológica

Ninguno de los impactos potenciales sobre la diversidad biológica que se pueden anticipar en este momento, es lo suficientemente significativo como para prevenir la ejecución de la alternativa seleccionada. En el Cuadro 4-27 se hace un resumen de los impactos potenciales a la diversidad biológica, caracterizados por las comunidades terrestres (vegetación y fauna) y comunidades acuáticas (plantas, peces y macroinvertebrados).

Cuadro 4-27
Resumen de los Impactos a la Diversidad Biológica por las Distintas
Opciones de Agua, en las Fases de Construcción y Operación y en las Áreas de Influencia
Directa e Indirecta.

Opciones	Impacto sobre comunidades terrestres en:		Impacto sobre comunidades acuáticas en:		Total
	Vegetación	Fauna	Vegetación	Fauna	
5	3	2	1	2	8
6	1	1	1	1	4
7	2	1	2	2	7
8	1	1	1	1	4
9	3	2	1	3	9
10	1	1	1	3	6

1 = menor; 2 = medio; y 3 = mayor. Ver datos de las opciones 1 y 2 en los anexos

Los valores asignados a cada variable, de acuerdo al criterio de los especialistas de URS, muestran que la opción 9 es la que presenta el número mayor, luego las opciones 5, 7, 10 y los menores han sido asignados a las opciones 6 y 8.

En resumen, debido a que los impactos directos del desarrollo de las opciones de agua afectarían porciones relativamente pequeñas de hábitat terrestre degradado y solamente pequeñas áreas del hábitat ecológicamente valioso, hay muchas oportunidades de mitigar los efectos directos del desarrollo y prevenir, minimizar y compensar los impactos y riesgos potenciales.

4.4 Impactos Potenciales sobre los Aspectos Socioeconómicos y Culturales

La estimación precisa de los posibles impactos socioeconómicos de la ejecución de una o más de las opciones de agua consideradas en las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré es importante por varias razones. Primero, porque la ACP tiene la intención y la responsabilidad de compensar adecuadamente a las personas desplazadas por la infraestructura y áreas inundadas propuestas. Segundo, porque existe la percepción de que los beneficiarios principales de la ampliación del Canal son los productores y consumidores urbanos, dejando completamente por fuera a la población que directamente afectada por dicha expansión. Tercero, porque hay necesidad de aclarar las confusiones que se derivan del uso de información falsa o inexacta respecto a los impactos negativos del Plan de Ampliación del Canal, o sobre la distribución de los beneficios directos de empleo e ingreso durante la fase de construcción. Finalmente, porque la ACP necesita estimar en forma objetiva los impactos socioeconómicos para poder acceder a financiamiento externo de la banca de desarrollo.

Esta sección describe los impactos socioeconómicos potenciales de cada uno de las seis opciones que están siendo consideradas en la cuenca de Río Indio. La estimación realizada de estos impactos se basa principalmente en los datos recopilados de las siguientes fuentes:

- a. Información del Ministerio de Desarrollo Agropecuario, del CLICAC, del Instituto de Mercadeo Agropecuario, del IDIAP y otras instituciones.
- b. Datos procesados del Censo Agropecuario y Económico y del Directorio de Establecimientos.
- c. La matriz de Contabilidad Social de la Región Occidental de la Cuenca del Canal elaborada por URS¹.

¹ URS-Dames and Moore, 2003. Región Occidental/ Contrato No.SSA-53-299. Recopilación y Presentación de Datos Socioeconómicos de la Región Occidental de la Cuenca del Canal de Panamá. URS, Panamá.

- d. Datos primarios recolectados en la ROCC por el equipo de URS en 2003.
- e. Datos procesados por el equipo de URS para el cálculo de los espejos de agua y su cobertura geográfica.
- f. Estudio sociocultural de la zona elaborado por Abt Associates y Planeta Panamá².

El impacto general de las opciones de agua para el Canal en la ROCC bajo estudio, sería de las siguientes formas principales:

- a. Incremento en la oferta de agua y confiabilidad hídrica del Canal;
- b. Impacto sobre el empleo y el ingreso en las zonas de trabajo de las opciones de agua;
- c. Impacto sobre el comercio y mercadeo;
- d. Impacto que implica el desplazamiento de la población;
- e. Impacto sobre la cohesión social y comunitaria;
- f. Reducción o eliminación de la producción agropecuaria y de servicios en la áreas inundadas; e
- g. Impacto sobre la demanda de infraestructura social.

Algunos de estos impactos pueden ser favorables (positivos) mientras que otros pueden ser desfavorables (negativos). Los impactos desfavorables pueden ser normalmente mitigados, pero no eliminados completamente. Sin embargo, dado el nivel de subsistencia y pobreza de la población, es posible proponer niveles de compensación que permitan a los residentes de la región reconstruir sus comunidades a un nivel de vida mejor que el actual.

Algunos de estos impactos se manifiestan principalmente la fase de construcción, otros se manifiestan durante la fase de operación, pero continúan su efecto durante la fase de operación y otros se manifestarían exclusivamente durante la fase de operación de la opción u opciones de agua seleccionadas. Sin embargo, para facilitar la presentación de los mismos, estos se discuten primeramente viéndolos como el fenómeno continuo que efectivamente ocurre, y luego en secciones posteriores se discute su mayor o menor incidencia en cada una de las fases de construcción, operación o ambas.

² Abt Associates/Planeta Panamá, 2004. "Estudio Sociocultural de la Región Occidental de la Cuenca del Canal de Panamá." Informe de Conculor"ia presentado a la Autoridad del Canal de Panamá, Ciudad Panamá.

4.4.1 Impacto Potencial sobre la Confiabilidad Hídrica del Canal

Desde el punto de vista de la confiabilidad hídrica del canal cada opción evaluada proporciona una cantidad diferente de agua adicional para la operación del Canal. Esta se debe comparar con la meta de operar la vía de navegación a razón de 50 esclusajes diarios con una confiabilidad hídrica del 99.6%. Aunque esta evaluación se realizará cuando se tengan los resultados del desempeño de las mismas, aparentemente todas las alternativas consideradas que involucran dos o más cuencas satisfacen el requerimiento de agua. Por otro lado, las opciones evaluadas son muy diferentes en cuanto a costo financiero, costo social y exceso de capacidad en el volumen de agua producido.

Evidentemente que el beneficio neto de una mayor oferta de agua es positivo debido a que— como se verá más adelante en este informe—los costos sociales son relativamente pequeños en términos financieros en relación con los costos totales. Sin embargo, es muy importante recalcar que aunque los costos sociales son relativamente pequeños, tienen que ser compensados en forma apropiada, ya que hay riesgo sobre la imagen institucional y que podría retrasar el cronograma de ejecución de las opciones contempladas.

4.4.2 Impactos Potenciales sobre la Población

El impacto relativo de las seis opciones de agua contempladas en las cuencas de los ríos en estudio no es lineal en cuanto al impacto social, puesto que no hay una relación aritmética entre los espejos de agua y la población afectada. Esto se debe a que la localización de los asentamientos poblacionales depende de factores diferentes de los factores que determinan el caudal producido por las opciones analizadas. Por lo tanto, cada opción tiene impactos diferentes que no están necesariamente relacionadas con el caudal de agua producido.

Como es de esperar, el impacto sobre la población tiende a aumentar a medida que se incorporan un mayor número de cuencas (Cuadro 4-29 y Gráfico 4-1). Dicho impacto es directamente proporcional con la altura de las represas, ya que implican un espejo de agua de mayor superficie, e indirectamente relacionado al tamaño de las comunidades existentes que absorberían a las familias desplazadas. El mayor impacto se da en el caso de la opción Río Indio 80-40 + Caño Sucio 100-90 + Toabré 100-90, donde dicha opción desplazaría un total de 3,361 personas que habitan 684 viviendas. Tomando este impacto como el límite mayor de las opciones se puede comparar con las otras opciones para analizar las reducciones relativas asociadas con las otras opciones evaluadas. La sobre posición de las descripciones de las alternativas sobre la población e infraestructura del área se puede observar en las figuras 4-13-

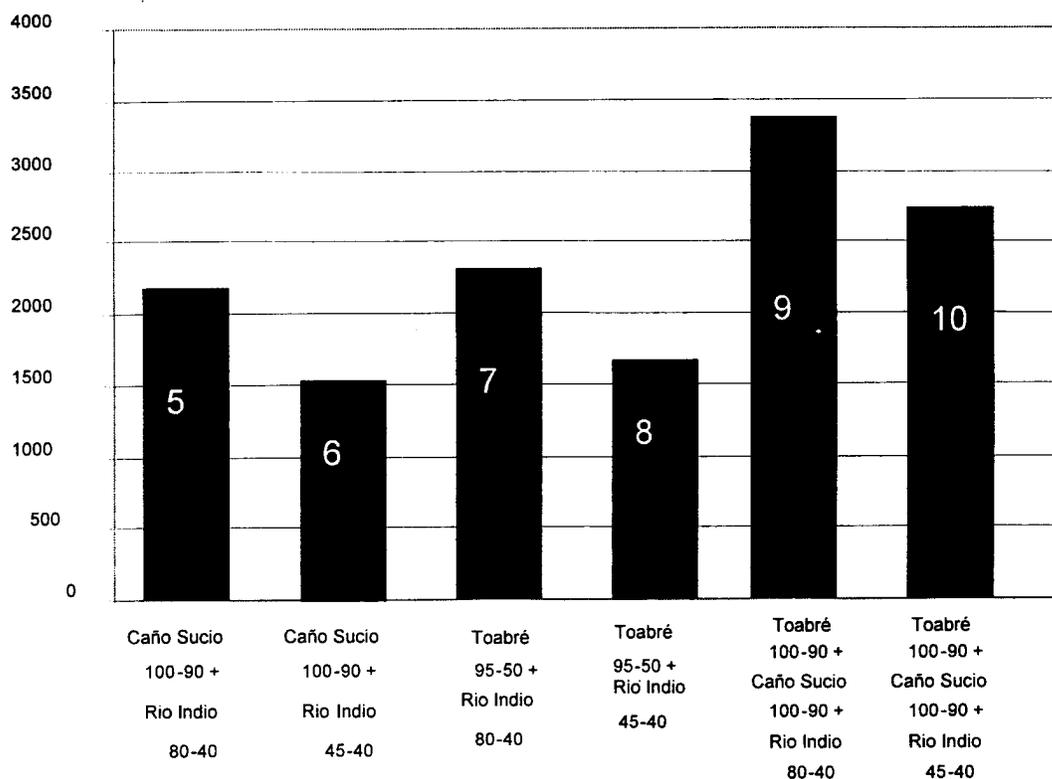
18. El impacto relativo de las opciones indica que es necesario evaluar cual de las opciones cumple con los requerimientos mínimos de volumen y confiabilidad, para aminorar un impacto innecesario sobre la población. Utilizando la opción de mayor impacto como el límite superior, se puede desarrollar un indicador ad-hoc que permite comparar las opciones consideradas por la ACP, con la opción Toabré 100-90 + Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40 como el 100%. Los resultados de esta comparación muestran que si las necesidades de expansión se cubren con la opción Toabré 95-50 + Indio 45-40, la población impactada sería 50% menor que la opción que produce el mayor impacto. Este punto es muy importante porque indica que el dimensionamiento adecuado de la alternativa que sea seleccionada es una variable crucial para prevenir y facilitar la mitigación del impacto social de la ampliación del Canal.

Cuadro 4-29
Población Afectada Directamente Por Las Opciones De
Agua Que Involucran Los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré

Opción	Viviendas	Población	Índice comparativo de impacto sobre la población
Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	438	2,170	0.65
Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	310	1,541	0.46
Toabré 95-50+Río Indio 80-40	468	2,300	0.68
Toabré 95-50+Río Indio 45-40	340	1,671	0.50
Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	684	3,361	1.00
Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	556	2,732	0.81

Ver datos de las opciones 1 y 2 en los anexos. Fuente: Estudio Socioeconómico de la ROCC, URS-2003.

Gráfico 4-1: Número de Habitantes Afectados Directamente



4.4.3 Impacto sobre la Cohesión Comunitaria

El impacto de las opciones debe incluir una aproximación del efecto sobre la cohesión comunitaria, ya que una vez desplazada la población, es muy difícil reconstruir una comunidad que se desarrolló en forma orgánica a través de los años. Aunque no hay manera de determinar el impacto de las opciones sobre la cohesión comunitaria en forma exacta, se puede hacer una aproximación a través del número de asentamientos afectados por cada opción (Cuadro 4-30). Aunque el número de asentamientos es una aproximación al posible impacto de cada opción, el tamaño del asentamiento es muy importante también, puesto que es mucho más difícil reconstruir la cohesión social de los asentamientos a medida que aumenta su tamaño³.

Los datos de campo indican que el número de asentamientos con más de 10 casas es relativamente pequeño, pero significativo. En caso de ejecutarse la opción Río Indio 80-40 + Caño Sucio 100-90 + Toabré 100-90, se desplazarían 29 asentamientos con más de 10 casas y 9

³ Dados el aislamiento y la insustentabilidad económica de la ROCC, la cohesión comunitaria no incluye el empleo remunerado o el acceso a servicios urbanos como variables de evaluación.

asentamientos con más de 20 casas. El pueblo con mayor número de casas a ser afectado sería el de Tres Hermanas, con 48 casas, el cual está localizado en el sitio escogido para la represa del Río Indio (Cuadro 4-30).

Cuadro 4-30
Impacto de las Opciones Sobre los
Asentamientos de Población por Tamaño

Opción	Asentamientos	Asentamientos con 10 casas o más	Asentamientos con 20 casas o más
Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	56	18	3
Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	42	13	2
Toabré 95-50+Río Indio 80-40	57	19	6
Toabré 95-50+Río Indio 45-40	38	15	6
Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	78	29	9
Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	64	24	8

Ver datos de las opciones 1 y 2 en los anexos. Fuente: Estudio Socioeconómico de la ROCC, URS- 2003.

En resumen, el número de poblados con más de 20 casas que serían afectadas por las opciones es relativamente pequeño, lo cual facilita la compensación y el manejo de los programas de mitigación de impacto. Cabe mencionar que en términos globales, la opción Toabré 100-90 + Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40 afectaría directamente a 684 de 4,951 familias, lo cual representa el 13% de los hogares y el 17% de la población de las cuencas en cuestión. La posibilidad de que las familias desplazadas tengan que ser absorbidas localmente es alta, por dos razones: (i) la familiaridad de los desplazados con el ecosistema local y la compatibilidad de sus prácticas agropecuarias con el patrón de producción circundante crearía un incentivo para minimizar los cambios bruscos en su vida, por lo que preferirían quedar cerca de donde estaban antes; (ii) aunque el desplazamiento crea una oportunidad para iniciar otras actividades mejor remuneradas—como la emigración de parte del hogar a centros urbanos o a sitios cercanos a la construcción de la represa—hay una tradición de diversificación de actividades entre los hogares rurales de bajo ingreso, que sugiere que una parte de cada familia preferiría minimizar la distancia de desplazamiento y permanecer cerca de donde vivían antes.

Por ahora no se puede predecir dónde es que se asentarán las familias desplazadas, pero lo más seguro es que sus viviendas serán localizadas cerca de las comunidades circundantes, por lo que esto debe ser tomado en cuenta durante la administración del componente de mitigación. De particular importancia para la mitigación es de considerar el bienestar relativo de las comunidades absorbentes, puesto que si los desplazados traen consigo una mayor cantidad de dinero que la que puede absorber la economía local, se crearían espirales inflacionarias a nivel

local que afectarían negativamente a los no desplazados. Por lo tanto, el desembolso gradual y la administración adecuada de los fondos de compensación jugarán un gran papel en la recuperación de la cohesión comunitaria.

4.4.4 Riesgos a la Salud Pública

En relación con la problemática de salud en las cuencas de Indio, Toabré y Caño Sucio, aportantes es necesario considerar tanto la incidencia actual de enfermedades como el posible efecto de la construcción de la opción u opciones de agua que sea seleccionadas sobre la prevalencia de las mismas. Desde el punto de vista de las enfermedades se deben considerar tanto enfermedades presentes en la zona como otras que potencialmente se pudieran presentar por su relación con el hábitat acuático que es significativamente aumentado por la represa. Entre estas se deben considerar las enfermedades transmitidas por vectores, entre las cuales destaca en importancia en la cuenca la Leishmaniasis. Aunque esta enfermedad no está directamente ligada al agua pues ni los agentes etiológicos, vectores u hospederos silvestres serían afectados en sus poblaciones por la ejecución de la opción de agua seleccionada, es posible que el movimiento de población hacia otros sitios la ponga en contacto con áreas de alta incidencia de hospederos infestados.

Otras enfermedades transmitidas por vectores que deben ser consideradas por su relación con el agua incluyen la malaria la encefalitis equina venezolana, la fiebre amarilla, el dengue y la enfermedad de Chagas. Aunque no existe una incidencia notable de estas enfermedades en la cuenca, es posible que estas puedan aparecer y afectar a la población, especialmente durante la fase del llenado. Otras como la oncocercosis y la esquistosomiasis que no están reportadas en el país deben mantenerse bajo una vigilancia constante a fin de detectarlas rápidamente en caso de que aparezcan.

Finalmente, también se debe considerar la tasa de incidencia de enfermedades tradicionales que ya existen en la región pues la población puede estar más vulnerable a las mismas, especialmente durante el período de desplazamiento. Entre estas enfermedades se deben mencionar las parasitosis intestinales, las cuales son causadas por protozoos o helmintos parásitos del sistema digestivo que se adquieren sin la intervención de un vector en el ciclo de vida. La transmisión es un resultado directo del comportamiento humano, causado por una deficiente higiene personal y bajos estándares de higiene ambiental. La prevención consiste en la educación, el abastecimiento adecuado de agua y sistemas para la eliminación de desperdicios y el mejoramiento general de las condiciones de vida. La incidencia de las parasitosis intestinales no va a ser modificada por la

presencia de la presa y su embalse asociado, sin embargo, una evaluación de las mismas es importante porque afectan significativamente la calidad de la vida de los pobladores del área.

4.4.5 Impacto Potencial sobre el Empleo y el Ingreso

El nivel y tipo de empleo entre las familias que habitan la Región Occidental depende de tres factores principales: su nivel de acceso a tierra y bienes productivos propios, su nivel de acceso a los mercados laborales formales, y las destrezas y nivel educativo de los miembros del hogar que son económicamente activos. De acuerdo con el estudio sociocultural⁴, las labores tradicionales de la agricultura de subsistencia cambian a medida que las familias incrementan su acceso a los mercados y a otras fuentes de trabajo mejor remuneradas. En el caso de haber un proyecto de construcción en las áreas cercanas a los hogares de las tres cuencas, habrá un desplazamiento de mano de obra local hacia el proyecto de construcción que será proporcionalmente directo a las habilidades locales de competir por los empleos a ser ofrecidos, los cuales requieren ciertas destrezas que no son fácilmente disponibles en la ROCC: conductores, albañiles, carpinteros, mecánicos y otras formas de mano de obra calificada. Por lo tanto, el impacto de las opciones de agua sobre el empleo dependerá de la rapidez que tenga la ACP para instalar centros de capacitación para calificar a la mano de obra local.

Todas las opciones consideradas tienen el potencial de generar mucho empleo e ingreso entre la población local especialmente sobre aquellos poblados que pudieran ser desplazados, siempre y cuando se invierta en programas de capacitación que permitan a la población económicamente activa adquirir nuevas destrezas y aumentar su productividad. Una manera eficiente de facilitar este impacto es a través de capacitación ejecutada por entes independientes, bajo contrato con la ACP. Aunque es difícil predecir la proporción de mano de obra que se califique bajo este sistema, se puede predecir el impacto del empleo basándose en proporciones crecientes de participación de la mano de obra local en los trabajos de construcción de la opción de agua seleccionada, tal como se presenta en el Cuadro 4-30a.

⁴ Abt Associates/Planeta Panamá, 2004. *Op. cit.*

Cuadro 4-30a
Impacto Potencial del Empleo Local Sobre el PIB Regional

Opción	Número de Familias	% de participación laboral Balboas			Impacto sobre PIB ⁵		
		10%	25%	50%	10%	25%	50%
Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	438	105,120	262,800	525,600	1.90%	4.74%	9.49%
Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	310	74,400	186,000	372,000	1.34%	3.36%	6.72%
Toabré 95-50+Río Indio 80-40	468	112,320	280,800	561,600	2.03%	5.07%	10.14%
Toabré 95-50+Río Indio 45-40	340	81,600	204,000	408,000	1.47%	3.68%	7.37%
Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	684	164,160	410,400	820,800	2.96%	7.41%	14.82%
Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	556	133,440	333,600	667,200	2.41%	6.02%	12.04%

Ver datos de las opciones 1 y 2 en los anexos.

El efecto del empleo adicional entre la población desplazada sobre el PIB regional puede llegar a ser substancial. Si un adulto en el 10% de las familias desplazadas es empleado en las obras, a un salario de B/.200 mensual, el impacto anual sobre el PIB regional actual podría llegar a un 3% adicional. Si el 50% de las familias desplazadas tienen un adulto trabajando en las obras, el impacto adicional podría llegar hasta un 15%.

4.4.6 Impacto Potencial sobre los Canales de Comercio y Mercadeo

El cambio físico que experimentarían los ríos Indio, Caño Sucio, Toabré y Teriá debajo de las represas por la construcción de las obras civiles asociadas con cualquiera de las opciones, alteraría los patrones de comunicación y comercio dentro del área a intervenir. Esto afectará a las poblaciones localizadas en la ribera del río, las cuales experimentarían una fuerte reducción en sus actividades comerciales al efectuarse una sustitución neta del tráfico comercial de la modalidad fluvial a la modalidad terrestre. Esta transformación es de esperarse, debido a la presencia de las carreteras de acceso incluidas dentro del programa de construcción de las opciones y la presencia de las presas. Aunque aún no se puede precisar este impacto en detalle, esta variable hay que tomarla en cuenta en el futuro.

Actualmente la parte más alta de la ROCC ya está conectada con algunos centros de consumo, como Capira y el Valle. Los canales de mercadeo ya están bien definidos y es muy dudoso que experimenten una transformación radical como consecuencia de las actividades de construcción. Las familias que habitan estas zonas ya están integradas al mercado sub-regional. Por otro lado, las zonas que queden río debajo de las represas sufrirían una reducción del caudal fluvial y, por

⁵ Evaluado sobre el PIB de la ROCC

ende, tendrían que adoptar nuevos medios de transporte. Por consiguiente, la presencia de una represa tendría consecuencias negativas sobre el volumen de transporte acuático que podría ser compensado con la creación de una carretera paralela a los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré, que permitiría el cambio local de medio de transporte. Este cambio no tiene repercusiones fuertes, ya que—según el estudio sociocultural—este tipo de cambio ha pasado en varias áreas de la ROCC a través de los años, sin consecuencias negativas permanentes.

4.4.7 Impacto sobre la Infraestructura Local

Dado que la presencia de infraestructura en una zona es directamente proporcional a su importancia económica, no sorprende encontrar que la infraestructura potencialmente afectada por las opciones de agua es relativamente modesta. La infraestructura social (Vg.: escuelas, centros de salud, áreas de recreo) es pequeña y dispersa, lo cual corresponde con la alta dispersión de la población de la zona. La zona tiene pocas vías de acceso, siendo en su mayoría caminos de herradura y la actividad comercial se basa en un número pequeño de kioscos localizados en los caseríos más importantes.

El Cuadro 4-31 muestra que la zona de Río Indio presenta la mayor cantidad de infraestructura. Esto es predecible dada la mayor población de la zona. A Río Indio le sigue en importancia la cuenca del Río Toabré, mientras que la cuenca del Río Caño Sucio carece completamente de infraestructura, dado que es una zona casi totalmente aislada. Una vez combinadas las diferentes cuencas se obtienen una perspectiva total del impacto de las opciones.

Las combinaciones de Río Indio con Toabré producen los mayores impactos sobre la infraestructura. Cabe notar que las iglesias son las infraestructuras más numerosas, seguido de los cementerios, las escuelas y los centros comunales. Los centros de salud son poco numerosos en comparación, lo cual es un indicador adicional de la baja calidad de vida de la región.

Es importante mencionar que el impacto discutido arriba solo incluye la infraestructura per se. Sin embargo, la población afectada por la desaparición de dicha infraestructura trasciende a la población desplazada. Cada obra de infraestructura social o económica tiene un área de influencia que, en la mayoría de los casos, traslapa solamente en parte con las áreas inundadas. Como consecuencia, una escuela puede servir a tres poblados, de los cuales solamente uno va a ser inundado. El impacto real de la desaparición de dicha escuela incluye a la población de los tres poblados. Este análisis se hará en detalle en la sección sobre la mitigación de impactos.

Dentro de esta discusión cabe también incluir la necesidad de que las opciones de agua seleccionadas incluyan los costos de reemplazo de la infraestructura social que serviría a las poblaciones afectadas indirectamente, es decir, a las poblaciones, aunque no fueron inundadas, están dentro del área de influencia de la infraestructura desplazada. Por ejemplo, en el caso de la escuela del ejemplo anterior, se tendría que reemplazar con dos escuelas, para mitigar adecuadamente el impacto social, una para la población desplazada y otra para las poblaciones que recibían servicios escolares pero que no fue desplazada.

Cuadro 4-31
Resumen del Impacto de las Opciones
Sobre la Infraestructura Local

Infraestructura	Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	Toabré 95-50 + Río Indio 80- 40	Toabré 95- 50+ Río Indio 45-40	Toabré 100- 90+ Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	Toabré 100- 90+ Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40
Edificaciones	No.	No.	No.	No.	No.	No.
Escuela	11	3	19	11	19	11
Centro de Salud	3	1	5	3	5	3
Área Recreativa	6	4	11	9	13	11
Cementerio	8	4	12	8	16	12
Iglesia	15	6	21	12	22	13
Junta Comunal	9	4	12	7	12	7
Caminos	Km.	Km.	Km.	Km.	Km.	Km.
Permanentes	1	0	1	0	1	0
Verano	18.8	8.7	18.8	8.7	18.8	8.7
Herradura	94.8	63.8	127.2	96.2	176.8	145.8
Instalaciones	No.	No.	No.	No.	No.	No.
Antena telefónica	3	2	6	5	7	6
Postes de luz	0	0	1	1	1	1
Puente Colgante	3	10	0	7	3	10
Puente de concreto	0	0	9	9	14	14
Puente de Madera	8	0	8	0	8	0
Kiosco (Comercio)	16	7	16	7	16	7
Parada de buses	0	0	6	6	7	7
Cabina telefónica	3	0	3	0	3	0
Tanque de almacén.	2	0	2	0	2	0

Fuente: URS Holding, 2003. Ver datos de las opciones 1 y 2 en los anexos

Los costos de la infraestructura afectada se calculan basándose en costos unitarios de la región, obtenidos durante la fase de estudio⁶, suplida con informantes calificados de las entidades

⁶ URS-Dames and Moore, 2003. Región Occidental/ Contrato No.SSA-53-299. Recopilación y Presentación de Datos Socioeconómicos de la Región Occidental de la Cuenca del Canal de Panamá. URS, Panamá.

gubernamentales respectivas. El costo nominal de la infraestructura económica y social de las áreas afectadas por las opciones de agua (Cuadro 4-32) oscila entre B./850,000 para el caso de Caño Sucio—la zona más aislada y menos poblada—y B/3.3 millones para las opciones de mayor cobertura geográfica, como Río Indio 80-40 + Caño Sucio + Toabré. Cabe mencionar que estos costos se refieren a los costos directos de reemplazo y no incluyen los costos de compensación a las familias afectadas, ni los costos de mitigación para la población que, aunque no viven en las áreas a ser inundadas, serían afectadas por la pérdida de acceso a dichos servicios.

Cuadro 4-32
Costo de la Infraestructura Afectada
por cada Opción (en Balboas)

Infraestructura	Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	Toabré 95-50 + Río Indio 80-40	Toabré 95-50+ Río Indio 45-40	Toabré 100-90+ Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	Toabré 100-90+ Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40
Edificaciones						
Escuela	698,500	190,500	1,206,500	698,500	1,206,500	698,500
Centro de Salud	151,500	50,500	252,500	151,500	252,500	151,500
Área Recreativa	5,700	3,800	10,450	8,550	12,350	10,450
Cementerio	6,240	3,120	9,360	6,240	12,480	9,360
Iglesia	485,250	194,100	679,350	388,200	711,700	420,550
Junta Comunal	135,450	60,200	180,600	105,350	180,600	105,350
Caminos						
Permanentes	90,000	0	90,000	0	90,000	0
Verano	376,000	174,000	376,000	174,000	376,000	174,000
Herradura	190,000	128,000	254,400	192,400	354,000	292,000
Instalaciones						
Antena telefónica	15,000	10,000	30,000	25,000	35,000	30,000
Postes de luz	0	0	2,000	2,000	2,000	2,000
Puente Colgante	6,000	20,000	0	14,000	6,000	20,000
Puente concreto	0	0	18,000	18,000	28,000	28,000
Puente Madera	12,000	0	12,000	0	12,000	0
Kiosco (Comercio)	16,000	7,000	16,000	7,000	16,000	7,000
Parada de buses	0	0	6,000	6,000	7,000	7,000
Cabina telefónica	21,000	0	21,000	0	21,000	0
Tanque almacén.	10,000	0	50,000	40,000	10,000	0

Infraestructura	Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	Caño Sucio 100- 90 + Río Indio 45-40	Toabré 95- 50 + Río Indio 80-40	Toabré 95- 50+ Río Indio 45-40	Toabré 100-90+ Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	Toabré 100-90+ Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40
Costo total	2,218,640	841,220	3,214,160	1,836,740	3,333,130	1,955,710

Ver datos de las opciones 1 y 2 en los anexos.

Los costos directos de reemplazo de la infraestructura que desaparecería bajo cada opción ya incluyen los costos adicionales que implican la construcción de infraestructura modernizada; cabe recordar que la mayor parte de la infraestructura existente es de baja calidad. En el caso especial de los cementerios, los costos directos se refieren a los costos de terrenos y no incluyen los costos de traslado de las tumbas existentes a otras localidades. Estos costos serán incluidos en la sección sobre mitigación y compensación en otro capítulo de este informe.

4.4.8 Impacto Potencial sobre la Producción Agropecuaria

Las cuencas de los ríos Indio, Caño sucio y Toabré, al igual que toda la ROCC son en general pobre y no son autosuficientes. Aunque la producción regional es mucho menor que el consumo regional total, la pérdida de producción agropecuaria representaría—en promedio—el 42% del consumo familiar. Por lo tanto, el costo de la producción agropecuaria que se perdería por las inundaciones es un componente muy importante del ingreso total regional.

Dado que la agricultura de la región es mayormente de subsistencia, en la cual las familias cultivan lotes pequeños localizados en diferentes localidades para garantizar una diversión en tiempo y espacio, es muy difícil contabilizar la producción agropecuaria sobre la base de un inventario momentáneo. La agricultura de subsistencia es estacional, es decir, las familias cultivan lotes diferentes en localizaciones diferentes durante el año agrícola. Por lo tanto, para propósitos de evaluación se utiliza el área total apta para cultivos como el punto de referencia para medir el impacto total sobre la producción.

La agricultura local es de temporal, con un ciclo inicial durante el cual se cultivan arroz y maíz, al igual que tubérculos de clima húmedo (yuca, ñame). Este primer ciclo es seguido de un segundo ciclo más seco en el cual se cultiva maíz de secano y frijoles en combinación con maíz. Los cultivos para consumo casero (hortalizas, frutales) y otros cultivos permanentes comerciáveis (café, guineo, pixbae) ocupan áreas pequeñas cerca de la casa familiar.

Dada la baja intensidad de capital de la agricultura de subsistencia, el mayor limitante para las familias productoras es la mano de obra—especialmente durante la época de siembra y de

cosecha. Esto explica el hecho de que la mayor parte de las familias cultivan menos de 1 hectárea de tierra. El ganado y las aves son utilizados como fuente de alimentos (leche, huevos) para el consumo diario, y como almacenamiento de capital.

En general, las familias que tienen ganado provienen de zonas ganaderas, especialmente de la península de Azuero, por lo que traen consigo una cultura ganadera en la cual se busca la creación de pastizales y la expansión del hato como un indicador de éxito familiar. De acuerdo con el estudio base de la zona, el hato de un ganadero local oscila entre 25 y 50 animales, los cuales pastan a una tasa de 1 animal por hectárea.

Actualmente, la mayor parte de la producción comerciable se encuentra en las cuencas de los ríos Indio y Toabré. Esto tienen sentido en cuanto dichos ríos son utilizados como medios de comunicación navegables, logrando llevar la producción comerciable a los centros de acopio costaneros.

El impacto de las opciones de agua sobre la cobertura vegetal y el uso del suelo se da mayormente sobre los pastizales, potreros y terrenos en rastrojo (cubiertos por matorrales y barbecho), los cuales usualmente están en descanso (Cuadro 4-33). El valor⁷ total de las tierras desplazadas oscila entre B/. 4.8 millones y B/. 17.2 millones.

El área en cultivo desplazada por las opciones es bastante pequeña, lo cual confirma la agricultura de subsistencia de la región, lo mismo que la mayor importancia relativa de la ganadería.

Cuadro 4-33
Impacto Económico de la Pérdida de
Cobertura Vegetal y Uso del Suelo

Cobertura vegetal	Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	Toabré 95-50 + Río Indio 80-40	Toabré 95-50+ Río Indio 45-40	Toabré 100-90+ Caño Sucio 100- 90 + Río Indio 80-40	Toabré 100- 90+ Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40
Bosque Maduro	66.8	36.9	91.6	61.7	100.6	70.8
Bosque secundario	1,012.5	436.0	1,447.5	871.0	772.3	742.4
Pastizal/Potrero	2,090.5	855.9	2,313.7	1,539.6	3,874.5	2,639.9
Rastrojo	4,175.9	3,401.9	2,495.3	1,721.3	5,780.9	5,006.9
Cultivos	74.305	22.729	105.405	53.829	142.905	91.329
Valor aproximado (B/.)	9,987,697	4,757,146	10,453,987	6,881,236	17,178,657	12,221,466

⁷ Este cálculo se basa en los siguientes precios por hectárea: Bosque maduro: B/. 600; Bosque secundario: B/. 500; Pastizal: B/. 3,600; Rastrojo: B/. 400; Cultivos: B/. 3,300. Según la resolución No. AG-0235-2003 de la ANAM.

En cuanto al valor de la producción perdida, los estimados son aproximados. De acuerdo al estudio de base de 2003, una finca típica produce un ingreso bruto de B/.232 per capita⁸. Por lo tanto, *anualmente* se dejaría de producir un valor que oscila entre B/.360 mil y B/.780 mil en las áreas directamente afectadas por las opciones.

Cuadro 4-34
Valor implícito anual de la producción
afectada por las opciones de agua (B./)

Opción	Población	Valor implícito
Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	2,170	503,440
Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	1,541	357,512
Toabré 95-50+Río Indio 80-40	2,300	533,600
Toabré 95-50+Río Indio 45-40	1,671	387,672
Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	3,361	779,752
Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	2,732	633,824

URS Holding, 2003. Ver datos de las opciones 1 y 2 en los anexos.

En cuanto al impacto sobre la ganadería, es difícil de estimar un impacto directo debido a que los animales son semovientes. Es decir, se pueden trasladar a zonas localizadas fuera del perímetro de inundación sin que pierdan su valor. Sin embargo, es bueno tener en cuenta el número de animales a ser desplazados por las opciones. Por otro lado, la contabilización de los animales a ser desplazados es solamente una aproximación, puesto que los inventarios actuales se desplazan dentro de varios corregimientos⁹. El Cuadro 4-35 muestra una aproximación de los animales desplazados.

Cuadro 4-35
Número Aproximado de Animales en
las Cuencas de las Opciones de Agua

	Vacunos	Porcinos	Caballar	Aves
Río Indio	16,329	2,604	5,408	50,753
Caño Sucio	2,803	894	1,314	9,707
Toabré	702	609	1289	4,952

/1 En los vacunos se incluye los caballos y mulas; Fuente:URS Holding, 2003.

⁸ Este cálculo se basa en el 42% del ingreso per capita de B/.547 observado en la región en 2003. El restante 58% proviene de remesas familiares y de actividades no agrícolas. Fuente: URS Holding, 2003.

⁹ El ganado contabilizado se base en el censo agropecuario para los siguientes corregimientos que se encuentran dentro de las subcuencas de este estudio: Ciri Grande, El Cacao, El Valle, La Encantada, Santa Rosa, La Laguna, Los Llanitos, Ciri de los Sotos, Río Indio y Sorá

4.4.8.1 Resumen de los Impactos Potenciales para las opciones de agua

Los aspectos socio-económicos evaluados para determinar los impactos potenciales de las opciones de agua evaluadas han sido descritos anteriormente y son los siguientes: Incremento en la oferta de agua y confiabilidad hídrica del Canal; Impacto sobre el empleo y el ingreso en las zonas de trabajo de las opciones de agua; Impacto sobre el comercio y mercadeo; Impacto que implica el desplazamiento de la población; Impacto sobre la cohesión social y comunitaria; Reducción o eliminación de la producción agropecuaria y de servicios en las áreas inundadas; e Impacto sobre la demanda de infraestructura social.

Algunos de estos impactos pueden ser positivos mientras que otros pueden ser negativos. Los impactos desfavorables pueden ser normalmente mitigados, pero no eliminados completamente. Sin embargo, dado el nivel de subsistencia y pobreza de la población, es posible proponer niveles de compensación que permitan a los residentes de la región reconstruir sus comunidades a un nivel de vida mejor que el actual.

4.4.9 Impacto Potencial Sobre Concesiones Mineras

En la Región Occidental, incluyendo el área de la cuenca de Río Indio, existen o existieron numerosas concesiones mineras para la exploración y explotación de materiales metálicos y no metálicos. Dichas concesiones fueron identificadas durante el estudio de recopilación de datos socioeconómicos y fueron ingresadas al sistema de información geográfica. En el próximo cuadro se presentan aquellas concesiones que serían afectadas por las opciones de agua bajo consideración.

Cuadro 4-36
Concesiones Mineras Afectadas

Alternativas	Código de Concesión	Tipo	Vigente
5 –Caño Sucio100-90, Indio 80-40	94-117	Metálicos	No
	94-85	Metálicos	Si
	95-91	Metálicos	Si
	94-87	Metálicos	Si
6 - Caño Sucio100-90, Indio 45-40	94-85	Metálicos	Si
	94-87	Metálicos	Si
	95-91	Metálicos	Si
	94-117	Metálicos	No
7 – Toabré 95-50. Indio-80-40	94-85	Metálicos	Si
	94-87	Metálicos	Si
	94-117	Metálicos	No

Alternativas	Código de Concesión	Tipo	Vigente
	95-91	Metálicos	Si
	95-75	Metálicos	Si
8 - Toabré 95-50, Indio 45-40	94-85	Metálicos	Si
	94-87	Metálicos	Si
	95-75	Metálicos	Si
	95-91	Metálicos	Si
9 -Toabré 100-90,Caño Sucio 100-90, Indio 80-40	94-85	Metálicos	Si
	94-87	Metálicos	Si
	95-91	Metálicos	Si
	94-117	Metálicos	No
	95-75	Metálicos	Si
10 -Toabré 100-90, Caño Sucio100-90, Indio 45-40	94-85	Metálicos	Si
	94-87	Metálicos	Si
	94-117	Metálicos	No
	95-91	Metálicos	Si
	95-75	Metálicos	Si
	93-75	Metálicos	Si

Fuente: URS Holding, 2003. Ver datos de las opciones 1 y 2 en los anexos.

Como se puede apreciar de la tabla, pareciera que la mayoría de las concesiones de exploración están vigentes. Debido a que la información presentada en el cuadro proviene de un estudio realizado en el año 2000, durante el transcurso de este estudio se procuró identificar qué concesiones de las indicadas están vigentes en la actualidad. Se contactó al departamento de Recursos Minerales del Ministerio de Comercio e Industria, quienes indicaron que ninguna de estas concesiones tienen vigencia en la actualidad. No se logró obtener un documento oficial para respaldar esta aseveración, por lo que se deberá confirmar esto en un futuro, de proceder con alguna de las opciones de agua.

4.4.10 Impactos Potenciales durante la Fase de Construcción

Como se indicó anteriormente la mayoría de los impactos socioeconómicos se manifestarían durante la fase de construcción de la opción de agua seleccionada. Especialmente aquellos que pueden afectar negativamente a los habitantes de la cuenca y áreas adyacentes. Estos pueden ser directamente atribuibles a las acciones destinadas a construir la opción de agua propiamente dicha, o pueden ser derivados del efecto de desarrollo inducido que probablemente ocurriría en el área.

4.4.10.1 Impactos potenciales directos

Cualquiera de las opciones de agua que se decida construir generará un desplazamiento de mano de obra local hacia el proyecto, que será proporcionalmente directo a las habilidades locales de competir por los empleos a ser ofrecidos y al tamaño de las obras (se estima que los trabajos durarán entre tres y cinco años). Todas las opciones consideradas tienen el potencial de generar mucho empleo e ingreso entre la población local especialmente sobre aquellos poblados que pudieran ser desplazados, siempre y cuando se invierta en programas de capacitación que permitan a la población económicamente activa adquirir nuevas destrezas y aumentar su productividad para los tipos de trabajos demandados durante la construcción de las obras.

El cambio físico que experimentaría los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré por la construcción de las obras civiles asociadas con cualquiera de las opciones, alteraría los patrones de comunicación y comercio dentro del área. Esta transformación es de esperarse, debido a la presencia de las carreteras de acceso incluidas dentro de la construcción de las opciones y la presencia misma de la presa. Actualmente la parte más alta de la ROCC ya está conectada con algunos centros de consumo, como Capira y el Valle. Los canales de mercadeo ya están bien definidos y es muy dudoso que experimenten una transformación radical como consecuencia de las actividades de construcción. Las familias que habitan estas zonas ya están integradas al mercado sub-regional.

En cuanto a desplazamiento, el impacto de las opciones sobre la población es en términos generales directamente relacionado al área del espejo de agua e indirectamente relacionado al tamaño de las comunidades existentes que absorberían a las familias desplazadas. El mayor impacto se da en el caso de la opción Río Indio 80-40 + Caño Sucio 100-90 + Toabré 100-90, donde dicha opción desplazaría un total de 3,361 personas que habitan 684 viviendas. Sin embargo, es necesario evaluar cual de las opciones cumple con los requerimientos mínimos de volumen y confiabilidad, para aminorar un impacto innecesario sobre la población.

Aunque no hay manera de determinar el impacto directo de las opciones sobre la cohesión comunitaria en forma exacta, se puede hacer una aproximación a través del número y el tamaño de los asentamientos afectados por cada opción, puesto que es mucho más difícil reconstruir la cohesión social de los asentamientos a medida que aumenta su tamaño. El número de poblados con más de 20 casas que serían afectadas por las opciones es relativamente pequeño, lo cual facilita la compensación y el manejo de los programas de mitigación de impacto. Además, la posibilidad de que las familias desplazadas tengan que ser absorbidas localmente es alta, por la familiaridad de los desplazados con el ecosistema local, la compatibilidad de sus prácticas agropecuarias, la preferencia a minimizar la distancia de desplazamiento y permanecer cerca de

donde vivían antes. Por ahora no se puede predecir dónde es que se asentarán las familias desplazadas, pero lo más seguro es que sus viviendas serán localizadas cerca de las comunidades circundantes. Además, hay que considerar el bienestar relativo de las comunidades absorbentes, puesto que si los desplazados traen consigo una mayor cantidad de dinero que la que puede absorber la economía local, se crearían espirales inflacionarias en el ámbito local que afectarían negativamente a los no desplazados.

Dado que la presencia de infraestructura potencialmente afectada por las opciones de agua es relativamente modesta y de baja calidad, el impacto sobre la misma será pequeño y será compensado construyéndola de nuevo. Estos costos serán incluidos en la sección sobre mitigación y compensación en otro capítulo de este informe.

Las cuencas de los ríos Indio, Caño sucio y Toabré, al igual que toda la ROCC son en general pobre y no son autosuficientes. Sin embargo, la pérdida de producción agropecuaria es un componente muy importante del ingreso familiar. Dado que la agricultura de la región es mayormente de subsistencia y de baja intensidad de capital, el mayor limitante para las familias productoras es la mano de obra. Esto explica el hecho de que la mayor parte de las familias cultivan menos de 1 hectárea de tierra. El área en cultivo desplazada por las opciones es bastante pequeña, lo cual confirma la agricultura de subsistencia de la región, lo mismo que la mayor importancia relativa de la ganadería. En cuanto al impacto sobre la ganadería, es difícil de estimar un impacto directo debido a que los animales son semovientes y se pueden trasladar a zonas localizadas fuera del perímetro de inundación.

4.4.10.2 Posibles Impactos Indirectos

El impacto indirecto sobre las comunidades receptoras de desplazados es importante, aun cuando por ahora es difícil de estimar anticipadamente. Sin embargo, este impacto potencial sobre las comunidades receptoras será tomado en cuenta durante el diseño de los mecanismos de compensación y de mitigación.

La infraestructura social que sirva a las poblaciones afectadas indirectamente, es decir, a las poblaciones, aunque no fueron inundadas, están dentro del área de influencia de la infraestructura desplazada, deberá incluirse.

4.4.11 Impactos Potenciales Durante la Fase de Operación

Durante la fase de operación se manifiestan los impactos positivos que dieron origen a la conceptualización y eventual ejecución de la opción de agua. Además, algunos de los impactos cuyos efectos se iniciaron durante la fase de construcción pueden seguirse manifestando, especialmente aquellos asociados con el desarrollo inducido en el área.

4.4.11.1 Impactos potenciales directos

Desde el punto de vista de la confiabilidad hídrica del Canal cada opción evaluada proporciona una cantidad diferente de agua adicional para la operación del Canal. Esta se debe comparar con la meta de operar la vía de navegación a razón de 50 esclusajes diarios con una confiabilidad hídrica del 99.6%. Aunque esta evaluación se realizará cuando se tengan los resultados del desempeño de las mismas, aparentemente todas las alternativas consideradas que involucran dos o más cuencas satisfacen el requerimiento de agua. Sin embargo, el costo financiero y social y el exceso de capacidad en el volumen de agua producido son diferentes entre las opciones.

La mano de obra local que demandará cualquiera de las opciones de agua durante la fase de operación será mínima, comparada con la demanda durante la etapa de construcción.

4.4.11.2 Impactos potenciales indirectos

La construcción de cualquiera de las opciones de agua afectará a las poblaciones localizadas en la ribera de los ríos, las cuales experimentarían una fuerte reducción en sus actividades comerciales al efectuarse una sustitución neta del tráfico comercial de la modalidad fluvial a la modalidad terrestre. Por otro lado, las zonas que queden río abajo de la presa sufrirían una reducción del caudal fluvial y, por ende, tendrían que adoptar nuevos medios de transporte. Por consiguiente, la presencia de una represa tendría consecuencias negativas sobre el volumen de transporte acuático que podría ser compensado con la creación de una carretera paralela a los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré que permitiría el cambio local de medio de transporte. Este cambio no tiene repercusiones fuertes, ya que—según el estudio sociocultural—este tipo de cambio ha pasado en varias áreas de la ROCC a través de los años, sin consecuencias negativas permanentes.

4.4.12 Comparación de las opciones de agua sobre el impacto socioeconómico

A manera de comparar las opciones de agua se asignó un valor de 1 a 3 a cada una de las variables que caracterizan los aspectos socioeconómicos. Los valores más altos indican impactos potenciales negativos mayores. Sin embargo, como se muestra en el Cuadro 4-36a, con relación a la oferta de agua y confiabilidad hídrica, se le asignó un valor de 0 a las opciones que cumplen con 50 esclusajes y a las que no, un valor de 3. Si no se considera esta variable, los totales se muestran entre paréntesis.

Cuadro 4-36a
Resumen de los Impactos Potenciales de las Opciones de Agua en
los Aspectos Socioeconómicos, Durante las Fases de Construcción y Operación,
en las Áreas Directas e Indirectas

Opciones	Oferta de agua	Empleo e Ingreso	Comercio y Mercadeo	Desplazamiento de la población	Cohesión comunitaria	Infraestructura social y local	Producción agropecuaria	Total
5	0	3	1	1	1	2	2	10
6	0	3	1	1	1	1	1	8
7	0	2	1	2	2	3	2	12
8	0	3	1	1	2	2	1	10
9	0	1	1	3	3	3	3	14
10	0	2	1	2	3	2	3	13

Ver datos de las opciones 1 y 2 en los anexos.

La opción de agua 9 es la que presenta el mayor impacto potencial socioeconómico, de acuerdo con los criterios indicados. Luego le sigue las opciones 10 y 7, y después las opciones 5 y 8. Finalmente, la opción 6 es la que presenta los menores impactos potenciales negativos.

Dada la pobreza de la región y la dispersión de su población, los costos directos de reemplazar la infraestructura económica y social son relativamente pequeños. Los costos mayores se asocian con el reemplazo de la infraestructura social, especialmente las iglesias, escuelas, centros comunales y los cementerios.

Estos costos directos no incluyen los costos de compensación a las familias desplazadas ni los mecanismos de mitigación para aminorar el impacto sobre la cohesión familiar y la cohesión social de la comunidad. Es muy importante recalcar que aunque los costos sociales son relativamente pequeños, tienen que ser compensados en forma apropiada, ya que tienen un potencial de convertirse en un alto costo político que podría descarriar la ejecución de cualquiera de las opciones.

4.5 Recursos Culturales

El objetivo de la sección de recursos culturales de este estudio es identificar y describir los impactos sobre los recursos arqueológicos de la construcción y operación de posibles opciones de agua en la Región Occidental de la Cuenca del Canal de Panamá (ROCC). El trabajo se basó en la revisión por parte del inventario de recursos culturales disponible y un breve reconocimiento de campo, lo cual permitió identificar los posibles impactos arqueológicos de cada alternativa.

Los impactos se cuantificaron sobre la base de una revisión sistemática de las Alternativas trazadas en un mapa desarrollado por URS. También se calcularon los impactos arqueológicos acumulativos y se compararon sobre la base del número de sitios que reciben el impacto y la importancia relativa de cada sitio según lo indica el inventario existente.

Los posibles impactos a los recursos culturales fueron evaluados siguiendo metodologías internacionales, equiparadas con los procedimientos del Instituto de Cultura de Panamá. La metodología empleada fue desarrollada por el Banco Mundial y ha sido aplicada en muchos proyectos. Las organizaciones miembros del grupo del Banco Mundial, incluyendo la Corporación Financiera Internacional (IFC), el Banco de Reconstrucción y Desarrollo Internacional (IBRD) y la Agencia Internacional de Desarrollo (IDA), cuentan con metodologías detalladas sobre los recursos culturales, las cuales son también incorporadas como referencias por otras organizaciones, incluyendo el Banco Interamericano de Desarrollo (IDB) y la Corporación Privada de Inversión Extranjera (OPIC) y muchas otras más. Los requerimientos para los recursos culturales fueron desarrollados como parte del programa ambiental de seguridad y control de la calidad y constituye uno de los diez lineamientos ambientales que son exigidos por estos bancos para cualquier inversión.

El enfoque seguido en relación al Manejo de los Recursos Culturales, es el descrito en las normas del Banco Mundial (Banco Mundial 1999). Los procedimientos de la norma son dados por el documento titulado "Recursos Culturales en Evaluaciones Ambientales" (Banco Mundial 1994). Ambos documentos identifican el siguiente procedimiento para implementar la política del Banco:

- Revisar la información existente sobre los recursos culturales del área del proyecto;
- Si la revisión es positiva, llevar a cabo un reconocimiento rápido a través de un especialista; y

- Si el reconocimiento es positivo, implementar medidas de mitigación, incluyendo cambios en el diseño del proyecto, recopilación de datos y excavaciones de rescate previas a la construcción, así como actividades de monitoreo durante la construcción.

Con respecto al enfoque global sobre los recursos culturales, la misma norma internacional sugiere los siguientes principios:

- Reducción de los impactos significativos, rediseñando el proyecto lo cual es preferible que mitigar los impactos, recuperando los datos y rescate;
- Procedimientos para la protección de los recursos culturales es de primaria importancia a nivel nacional; y
- Aspectos de los recursos culturales deben ser abordados en el contexto de la evaluación ambiental (EA), procesos de planificación u otra documentación ambiental.

La metodología utilizada para evaluar los recursos culturales es compatible con las normas de UNESCO, la Comunidad Europea y el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS). La guía sobre los recursos culturales del Banco Mundial es más específica que la de estas organizaciones. Por esa razón, algunos de los elementos utilizados para evaluar los recursos culturales de las opciones de agua están basados en proyectos que han sido desarrollados recientemente y que han sido sujetos de revisión de parte del Banco Mundial y otras agencias que comparten esta guía. Algunos de estos proyectos:

- El gasoducto entre Brazil y Bolivia, cuya construcción empezó en 1997 con fondos del Banco Mundial y el IFC;
- El proyecto de energía integrado de Cuiabá entre Bolivia y Brazil, cuya construcción empezó en 1998 con fondos del OPIC;
- El proyecto de exportación de Chad, entre Chad y Camerún, construido en el 2000 con fondos del Banco Mundial y IFC; y
- El oleoducto de BTC entre Azerbaijan, la república de Georgia y Turquía, construido en el 2002 con fondos del IFC.

Las opciones de agua que actualmente se están evaluando tienen el potencial de afectar sitios y artefactos arqueológicos, con lo cual disminuirían los valores científicos y culturales que son parte del patrimonio cultural de Panamá. De llevarse a cabo algunas de las opciones, los impactos se darían como resultado de lo siguiente:

Los recursos arqueológicos tales como los identificados por el estudio de inventario del área del proyecto⁽²⁵⁾ constan de artefactos superficiales o cerca de la superficie y materiales relacionados en un contexto espacial y estratigráfico, lo que constituye un registro científico de las culturas pasadas que los crearon. Donde no existen registros escritos contemporáneos de una cultura, los restos arqueológicos pueden constituir el único registro en existencia de una cultura.

Los cronistas coloniales españoles del siglo XVI realizaron observaciones escritas útiles sobre los nativos de Panamá. Sin embargo, cuando corresponden, esas observaciones son sólo relevantes a la época más reciente del pasado precolombino del país. Los datos arqueológicos derivados de sitios arqueológicos bien preservados estratificados son nuestra única base para la comprensión del pasado precolombino de Panamá.

Sin embargo, cuando corresponden, esas observaciones son sólo relevantes a la época más reciente del pasado prehispánico del país. Los datos arqueológicos derivados de sitios arqueológicos bien preservados estratificados son nuestra única base para la comprensión del pasado precolombino de Panamá. Además, los restos arqueológicos del período Colonial Español pueden ser valiosos para complementar el conocimiento existente sobre la base de la documentación con información sobre patrones y eventos históricos no evidentes en los documentos históricos.

Las opciones de agua que actualmente se están evaluando tienen el potencial de dañar sitios y artefactos arqueológicos, con lo cual disminuirían los valores científicos y culturales que son parte del patrimonio cultural de Panamá. De llevarse a cabo algunas de las opciones, los impactos se darían como resultado de lo siguiente:

- Actividades de excavación en canteras de préstamo que contengan sitios arqueológicos;
- Construcción de sitios de represa directamente sobre un área que contiene sitios arqueológicos; e
- Inundación de sitios arqueológicos por la elevación de los niveles de las aguas dentro del área del embalse de retención.

Los primeros dos tipos de actividades podrían crear un daño físico irreversible a los sitios en sí, y el tercer tipo (inundación) haría que el sitio fuera inaccesible a la investigación arqueológica en el futuro cercano; puede ser dañado también por erosión y otros efectos de agua.

Los impactos de las opciones sobre los recursos arqueológicos están limitados en el espacio a la zona de actividad física que causa el impacto y en la mayoría de los casos es irreversible. Si se

considera en comparación con otros impactos ambientales causados por el proyecto, los impactos arqueológicos son atípicos.

Los sitios arqueológicos, aunque no tengan igual importancia, son todos originales y no se pueden regenerar. Además, aunque se puede mitigar los impactos mediante investigación y estudio previo a un proyecto de construcción, los arqueólogos mantienen que los sitios no deben ser totalmente excavados a fin de conservar datos para la investigación futura. Por ello, el evitarlo se considera siempre la forma preferible para mitigar los impactos. Este punto se discutirá en la sección del Plan de Manejo Ambiental.

Se debe considerar también que los impactos arqueológicos de un proyecto como el proyecto de ACP no necesita ser impactos negativos solamente. La recolección de datos, estudios y la transmisión al público de información arqueológica posibilitada por un gran proyecto de construcción podría representar una valiosa contribución cultural y científica. Mucho más si se considera que los fondos para dichos estudios importantes están muchas veces limitados seriamente por una financiación pública inadecuada.

4.5.1 Impactos potenciales durante la fase de construcción

Debido a la naturaleza misma de los impactos potenciales a los sitios arqueológicos identificados en el área de influencia de las opciones de agua consideradas, la mayoría de ellos se espera que ocurran durante la fase de construcción de las obras.

4.5.1.1 Impactos potenciales directos

Para la identificación de impactos específicos sobre recursos arqueológicos se utilizó la información disponible sobre las 12 alternativas, incluyendo los elementos principales de estas como la presa, embalse, cantera de préstamo y caminos principales. Esta información fue sobrepuesta en un mapa de los sitios arqueológicos conocidos identificados por el inventario. El Cuadro No. 4-37 resume el impacto de cada una de las doce alternativas. Los sitios de impacto que el estudio de inventario⁽²⁵⁾ considera que son de importancia media y alta se identifican según el código del sitio (por ejemplo, Pn-50) en el cuadro 4-37; los sitios de baja importancia se cuentan según su número total solamente.

4.5.1.2 Impactos potenciales indirectos

Existe el riesgo de impactos indirectos adicionales como resultado de actividades de saqueo de vestigios, las cuales deben ser prevenidas a toda costa. El desarrollo inducido que generará el proyecto, especialmente durante esta fase, también es una amenaza para los recursos culturales de la ROCC.

4.5.2 Impactos potenciales durante la fase de operación

En la etapa de operación de la opción de agua que sea ejecutada, los posibles impactos a los recursos culturales, especialmente los arqueológicos están asociados principalmente con el desarrollo que probablemente sea inducido en el área.

Cuadro 4-37
Resumen de Impactos Arqueológicos Posible por Alternativa

Alternativas	Sitios Arqueológicos con Impacto Potencial			Puntaje de Impacto Ponderado
	Alta Importancia (1 sitio = 10 puntos)	Moderada Importancia (1 sitio = 5 puntos)	Baja Importancia (1 sitio = 1 punto)	
<i>Río Indio</i>				
Alternativa 1	1 sitio (Pn-50)	1 sitio (Cp-37)	14	29
Alternativa 2	1 sitio (Pn-50)	1 sitio (Cp-37)	5	15
Alternativa 3	Sin sitios	1 sitio (Cp-37)	3	8
Alternativa 4	sin sitios	1 sitio (Cp-37)	3	8
Alternativa 11	sin sitios	3-(Cp-35;Cp-43;Cp-44)	15	30
Alternativa 12	sin sitios	3-(Cp-35;Cp-43;Cp-44)	2	18
<i>Caño Sucio – Río Indio</i>				
Alternativa 5	1 – (Pn-50)	3- (Pn-27; Pn-35;Cp-37)	8	33
Alternativa 6	1 – (Pn-50)	2- (Pn-27; Pn-35)	5	25
<i>Río Toabré – Río Indio</i>				
Alternativa 7	2 – (Pn-21; Pn-50)	7-(Cp-37; Do-66; Pn-22; Pn-23; Pn-27; Pn-35)	9	58
Alternativa 8	2 – (Pn-21; Pn-50)	7-(Cp-37; Do-66; Pn-22; Pn-23; Pn-27; Pn-35)	3	55
<i>Río Toabré – Caño Sucio– Río Indio</i>				
Alternativa 9	2 – (Pn-21; Pn-50)	7-(Cp-37; Do-66; Pn-22; Pn-23; Pn-27; Pn-35)	13	62
Alternativa 10	2 – (Pn-21; Pn-50)	7-(Cp-37; Do-66; Pn-22; Pn-23; Pn-27; Pn-35)	7	56

Fuente: Louis Berger, 2003.

4.5.2.1 Impactos potenciales directos

Las actividades de operación y mantenimiento del proyecto durante esta fase no generarán impactos potenciales a los recursos culturales.

4.5.2.2 Impactos potenciales indirectos

El desarrollo inducido que generará el proyecto aún en esta fase, aunque en menor escala que durante la etapa de construcción, podría afectar los recursos culturales, debido al saqueo de vestigios arqueológicos. Por otro lado, la transmisión al público de la información arqueológica recolectada por el proyecto, podría representar una valiosa contribución cultural y científica para el país.

4.5.3 Comparación de los Impactos Potenciales a los Recursos Culturales por Opción de Agua

En un esfuerzo por juzgar la severidad relativa del posible impacto arqueológico para cada alternativa, se desarrolló un sistema de puntaje donde se otorgaba un peso numérico distinto a cada sitio. Se otorgaba un puntaje de “10” a los sitios de gran importancia, los sitios de importancia moderada recibían un puntaje de “5” y los sitios de poca importancia un puntaje de “1”. Según este sistema, la suma de los puntajes de todos los sitios sujetos a impacto para la alternativa en cuestión representa una medida de la severidad del impacto arqueológico que la selección e implementación de esa alternativa causaría, ante la ausencia de cualquier medida de mitigación. Cuanto mayor el puntaje de una alternativa, mayor es el potencial de un impacto negativo de la implementación de la alternativa. El puntaje ponderado del impacto de cada una de las seis alternativas está indicado en la columna derecha del Cuadro 4-37.

La revisión del puntaje de impactos ponderados para cada opción muestra una diferencia substancial entre ellas. La opción de mayor impacto sería ocasionado por la alternativa 9, una opción de cuenca combinada, con un Puntaje de impacto ponderado de “62”. En general, el Cuadro No. 4-37 muestra que cualquiera de las alternativas que incluyen la cuenca de Río Indio por si sola tendría menos impacto arqueológico que cualquiera de las opciones de múltiples cuencas. El análisis también muestra que de las alternativas de múltiples cuencas, las alternativa 5 y 6 (las dos opciones de Caño Sucio-Río Indio) tendrían el menor impacto arqueológico.

Este resumen de impactos potencial brindará una base arqueológica para ponderar los posibles impactos de las alternativas con respecto al valor del proyecto de esas opciones. Aún más los

datos de impactos indicados en el cuadro brindarán una base para la planificación y medición de la utilidad de las distintas opciones de mitigación. El último proceso brinda información adicional para respaldar la selección y posible refinamiento de las alternativas disponibles.

4.6 Paisaje y Recursos Escénicos

El área de estudio está dominada por constantes e intensas lluvias y con mucha nubosidad y luz difusa en las mayores altitudes, por lo que dominan las vías de drenaje fluvial. En general es un área en donde las aguas fluyen continuamente con un drenaje interdigital dendrítico denso (Zona Ribereña). El área es extremadamente sensitiva a la intervención antrópica por el predominio de las fuertes pendientes, el micro relieve accidentado e intensas lluvias, poniendo en peligro su meta-estabilidad original (Zona Ecológicamente Sensitiva).

El inventario forestal de Donoso y los estudios realizados por ACP muestran importante biodiversidad. En adición, todavía existe la posibilidad de crear un corredor transversal desde el Parque General Omar Torrijos Herrera hasta la costa, en una secuencia de zonas altitudinales y paisajes ecológicos generalmente comprimidos y amenazados, por lo que el área puede considerarse importante para la vida silvestre y el mantenimiento de corredores biológicos (Zona con potencial para la conservación de la vida silvestre y el Ecoturismo).

El paisaje estudiado cuenta con un bajo porcentaje de bosques primarios, característicamente fragmentado, y con una consistente tendencia a convertirse en un paisaje relictual y degradado (Zona con Paisaje Fragmentado). La deforestación indiscriminada a la que ha estado sujeta la Región Occidental, además de prácticas tales como las quemas e incendios de los montes y pastizales está disminuyendo el potencial recreativo-ecoturístico del área de estudio. La ocupación ha sido desordenada, privilegiando la ganadería extensiva en vez de una diversidad de usos de acuerdo con la diversidad de ambientes naturales encontrados.

La evaluación de posibles impactos a los recursos paisajísticos se basó principalmente en la información levantada durante la Recopilación y Presentación de Datos Socioeconómicos de la ROCC. Durante este proyecto se realizaron numerosas encuestas, dentro de las cuales se incluyeron encuestas destinadas a identificar sitios de interés paisajístico y/o recreativo para las comunidades. El tipo de sitios que las comunidades reportaron incluyeron:

- Ríos, por su valor recreativo;
- Cerros, por su valor recreativo y cultural;
- Capillas, por su valor religioso;

- Chorros, por su valor recreativo;
- Bosques, por su valor natural;
- Escritos en piedra, por su valor cultural; y
- Playas, por su valor recreativo.

Los recursos antes descritos le permiten a la población del área actividades diversas como lo son la natación, paseos en bote, paseos a caballo, pesca, casería y caminatas, entre otras.

Para identificar aquellos poblados que podrían ver afectados sus recursos paisajísticos y/o recreacionales, se utilizó la base de datos de SIG de datos socioeconómicos; Se sobrepuso la cobertura de las distintas alternativas sobre los poblados con sitios de interés y de esta manera se obtuvieron los resultados que a continuación se presentan.

4.6.1 Impactos potenciales durante la fase de construcción

Dada la naturaleza de los impactos potenciales a los sitios e instalaciones recreativas identificados en el área de influencia de las opciones de agua consideradas, la mayoría de ellos se espera que ocurran durante la fase de construcción de las obras.

4.6.1.1 Impactos potenciales directos

Durante esta fase del proyecto, la construcción de las obras y las actividades conexas, como los caminos afectarán el paisaje que ya está deteriorado en la cuenca, por otro lado se estima la pérdida de las instalaciones y de los sitios de recreación referidos por la población ocurrirán durante esta fase.

4.6.1.2 Impactos potenciales indirectos

El desarrollo inducido que generará el proyecto en esta fase, podría afectar aún más el paisaje fragmentado, debido a la deforestación, las quemadas e incendios de los montes y pastizales.

4.6.2 Impactos potenciales durante la fase de operación

Durante la fase de operación de cualquiera de las opciones que llegue a ejecutarse se incluirá un nuevo elemento importante al paisaje regional, que es él o los embalses asociados a la alternativa

seleccionada. Esto introduce un elemento de diversidad y al mismo tiempo proporciona oportunidades para actividades recreativas que ahora no están disponibles.

4.6.2.1 Impactos potenciales directos

La implementación de cualquiera de las alternativas relacionadas a las opciones de agua de la subcuencas de Río Indio, Caño Sucio y Toabré tendría sin duda alguna un efecto sobre el paisaje de la región. Este efecto radica principalmente en la presencia de un cuerpo de agua que antes no estaba presente en el área. De igual manera, el interés de una entidad como ACP en el área y la ejecución de un Programa de Desarrollo Sostenible para la Región tendrían como consecuencia la protección y restauración de las zonas boscosas y de los corredores fluviales, lo cual promovería un cambio paisajístico importante y positivo. La presencia de embalses en el área impulsaría nuevas actividades de recreación.

4.6.2.2 Impactos potenciales indirectos

El desarrollo inducido que generará el proyecto aún en esta fase, aunque en menor escala que durante la etapa de construcción, podría afectar el paisaje fragmentado existente.

4.6.3 Comparación de las opciones de agua

La sobre posición de la cobertura de las distintas alternativas sobre los poblados con sitios de interés dio los resultados que se muestran en el Cuadro 4-38.

Cuadro 4-38
Cantidad de Poblados con Recursos Escénicos
(reportados por las comunidades) Afectados Según Alternativa

Alternativa	Tipo de Obra					Total
	Canteras	Represa	Túnel / Canal	Camino	Embalse	
5 - Caño Sucio 100-90 Indio 80-40	0	0	0	0	11	11
6 - Caño Sucio 100-90 Indio 45-40	0	0	0	0	7	7
7 - Toabré 95-50 Indio 80-40	4	1	0	0	15	20
8 - Toabré 95-50 Indio 45-40	4	1	0	0	11	16
9 - Toabré 95-50 Caño Sucio 100-90 Indio 80-40	4	1	0	0	15	20
10 - Toabré 95-50 Sucio 100-90 Indio 45-40	4	1	0	0	11	16

Fuente: Elaboración propia con datos de la base de datos socioeconómica de la ROCC. Ver datos de las opciones 1 y 2 en los anexos.

Como se puede apreciar en el Cuadro 4-38, las alternativas que involucran a más de una cuenca tienden a afectar un mayor número de lugares poblados que reportaron recursos de interés para sus comunidades; Las opciones 9 y 7 son las que afectan mayores recursos paisajísticos, luego las opciones 10 y 8 y en menor número las opciones 5 y 6.

En el cuadro 4-39 se indican algunos de los sitios de mayor importancia para las comunidades, según la opción que los afectaría:

Cuadro 4-39
Recursos Escénicos que Podrían ser Afectados Según Opción

Alternativa	Poblado	Lugar de Interés Local	Tipo de Actividad Asociada
5-Caño Sucio 100-90, Indio 80-40	Boca de Uracillo San Cristóbal La Conga Abajo Tres Hermanas El Torno	Praderas del Río Indio y Uracillo Río Indio, Charcos, Cascadas Piedras / Escritos Indígenas Piedras Indígenas, Cascadas Río Indio	Paseo en bote y natación Paseo, pesca, cacería Paseo Paseo Paseo en bote y natación
6-Caño Sucio 100-90, Indio 45-40	Boca de Uracillo San Cristóbal La Conga Abajo Los Uveros	Praderas del Río Indio y Uracillo Río Indio, Charcos, Cascadas Piedras / Escritos Indígenas Las Depresiones geomorfológicas	Paseo en bote y natación Paseo, pesca, cacería Paseo Paseo a caballo.
7-Toabré 95-50 Indio, 80-40	San Isidro San Cristóbal La Conga Abajo Banacito	La Boquilla de la Gloria; La Piedra del destiladero. Río Indio, Charcos, Cascadas Piedras / Escritos Indígenas Río Banazo	Paseo en Bote y Natación, paseo a Caballo Paseo, pesca, cacería Paseo Paseo a Caballo
8-Toabré 95-50, Indio 45-40	San Cristóbal La Conga Abajo Santa Elena La Inglesa	Río Indio, Charcos, Cascadas Piedras / Escritos Indígenas Santa Elena Las Cascadas en el Río	Paseo, pesca, cacería Paseo Charcos, Cascadas, pesca. Paseo caballo, rápidos
9-Toabré 100-90, Caño Sucio 100-90, Indio 80-40	San Isidro Santa Elena La Inglesa Los Uveros	La Boquilla de la Gloria; La Piedra del destiladero. Santa Elena Las Cascadas en el Río Las Depresiones geomorfológicas	Paseo en Bote y Natación, paseo a Caballo Charcos, Cascadas, pesca Charcos, Cascadas, pesca Paseo a caballo
10-Toabré 100-90, Sucio 100-90 Indio 45-40	San Cristóbal El Tornito Santa Elena	Río Indio Río Indio, los Cerros bien Inclinaados. Santa Elena	La pesca o cacería. Paseo a caballo Charcos, cascadas, pesca

Nota: Caño Sucio no tiene Recursos escénicos. Ver datos de las opciones 1 y 2 en los anexos.

Fuente: Elaboración propia con datos de la base de datos socioeconómica de la ROCC.

Para finalizar el capítulo de impactos, en la próxima página se presenta el Cuadro 4-40 que resume los impactos y sus correspondientes medidas de mitigación. Como muestra el Cuadro, la opción 9 fue la que recibió la mayor puntuación de 145, ya que el valor que obtuvo en los impactos geológicos y sísmicos, en suelos, en la calidad del aire, las comunidades terrestres y acuáticas, y en el aspecto socioeconómico fue el más alto. Las opciones 7 y 10 le sigue con un puntaje de 127; sugiriendo los impactos potenciales mayores en esta opción sobre los recursos hídricos, la calidad del aire, el ruido, las comunidades terrestres y acuáticas. La opción 8, con un puntaje de 110 puntos, tiene una tendencia a afectar la socioeconomía, calidad del aire, las comunidades terrestres y acuáticas. La opción 5 alteraría potencialmente la calidad del aire y las comunidades acuáticas, aumentaría el ruido y la socioeconomía. Las opciones 6 obtuvo un puntaje de 62, esta opción que afectaría menos el entorno físico, la diversidad biológica y los aspectos socio-económicos y culturales. Es importante resaltar que en este capítulo solamente se toman en consideración los impactos producidos por las opciones, independientemente del beneficio (producción de agua) que generan. Para realizar una comparación entre alternativas es necesario tomar en cuenta este factor "beneficio". En el Capítulo 6.0 del estudio se presenta la comparación de las opciones tomando en consideración el costo (inversión e impactos ambientales, sociales, económicos, culturales) y el beneficio (producción de agua en esclusajes).

Cuadro 4-40
Resumen de los Impactos Socio-Ambientales Potenciales y de las Medidas
de Mitigación de las Opciones de Agua en las Cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré

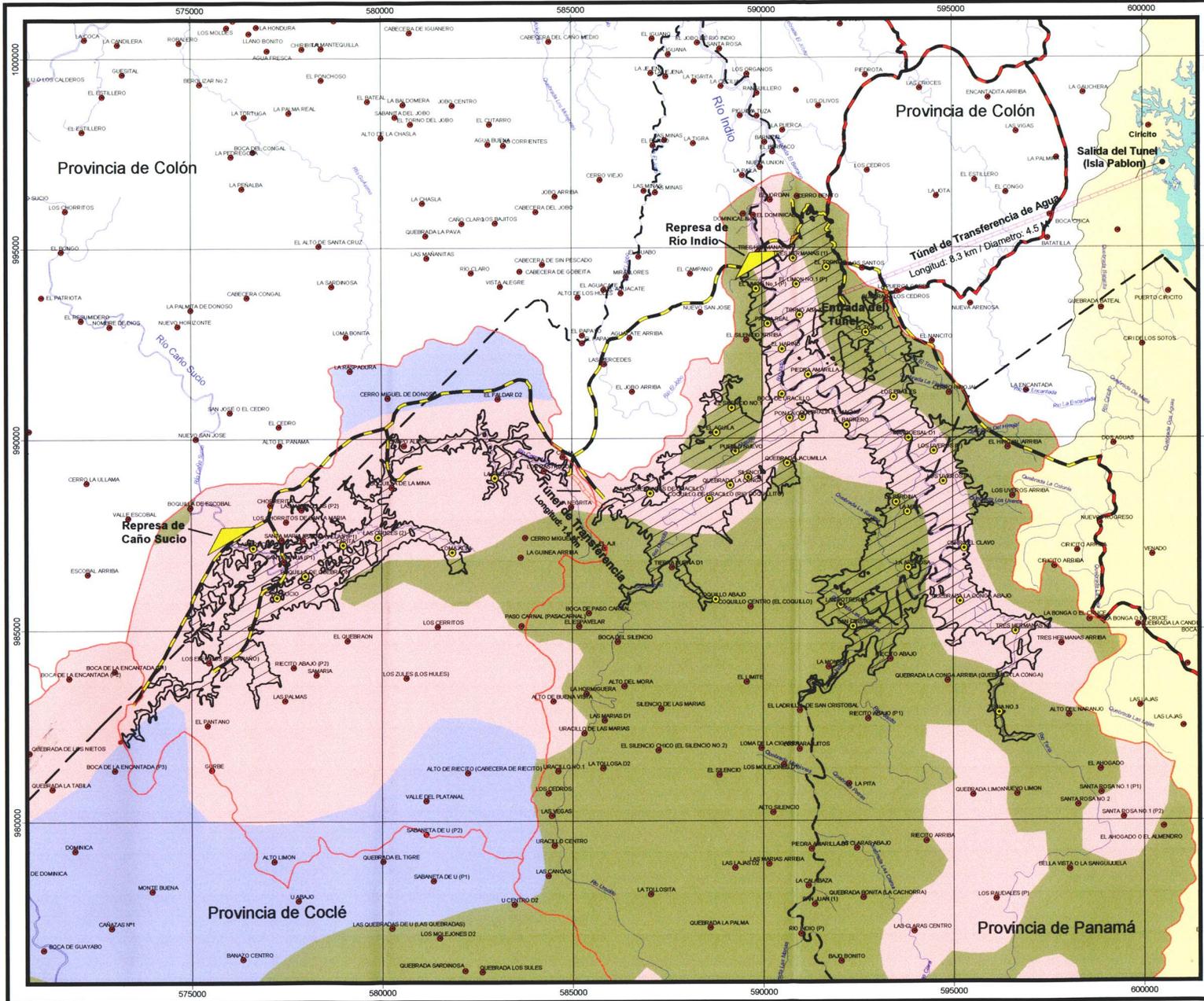
Impactos Socio-Ambientales Potenciales	Opción	Valor	Valor Acumulado
A. Impactos sobre el entorno físico			
1. Geología y Sismología Las características geológicas y geotécnicas en la cuenca, no presentan ninguna condición adversa que no pueda ser mitigada por medio de un diseño convencional y métodos de construcción apropiados. La magnitud de los impactos dependerá del tamaño de los embalses y la altura de las presas. -En la fase de construcción, los riesgos son similares a los descritos previamente para las opciones del río Indio, éstos incluyen: Deslizamientos de taludes: i) caminos (mayor riesgo en las opciones 11 y 12 por haber mayores pendientes); y ii) en las demás obras. Toabré es más susceptible a problemas de inestabilidad de los suelos, Indio, intermedio y Caño Sucio, menor. Inestabilidad de las fundaciones de las presas. La construcción del(os) túnel(es) con recubrimiento de concreto: i) filtraciones de agua; y ii) gases peligrosos. Disposición inadecuada de material de desperdicio (mayor volumen con la opción más grande). -En la fase de operación, los riesgos serán por: Deslizamientos de taludes: i) caminos; y ii) embalse (mayor riesgo donde habrá mayor fluctuación del nivel). Sismo: la posibilidad que un sismo afecte el proyecto es relativamente pequeño. Filtración de agua a través, por debajo o alrededor de la presa: i) Se considera mínima la filtración; ii) De ocurrir una falla, el daño mayor (aguas abajo) lo ocasionarían las opciones 11 y 12 por estar en la parte alta de la cuenca.	5	8	8
	6	5	5
	7	8	8
	8	5	5
	9	11	11
	10	10	10
	5	6	14
2. Suelos El mayor porcentaje de los suelos de la cuenca tienen poco valor agrícola (clases VI y VII). -A mayor tamaño del proyecto (embalse) mayor impacto al suelo. -Desarrollo inducido por el proyecto puede provocar deforestación.	6	4	9
	7	6	14
	8	4	9
	9	9	20
	10	7	17
	5	4	18
3. Recursos Hídricos Los recursos hídricos en las cuencas son de buena calidad, pero se pueden deteriorar durante la construcción de las obras, de no implementarse las medidas para minimizar la escorrentía y derrames y tratar las aguas residuales. Durante la operación la calidad del agua de los embalses será monitoreada a manera de determinar cambios y riesgo de eutrofización, a manera de tomar las medidas preventivas y correctivas necesarias.	5	4	18

Impactos Socio-Ambientales Potenciales	Opción	Valor	Valor Acumulado
<p>A. Nivel del agua y caudal, aguas debajo de la presa: -En la operación, los caudales máximos resultantes aguas debajo de las presas tendrán una atenuación significativa (alrededor del 85 al 90%; HEC-5), por lo tanto una reducción en las inundaciones (efectos negativos sobre los ecosistemas terrestres y acuáticos pero menores daños a los bienes y pérdida de vidas humanas). -En la operación, habrá una atenuación del lecho de los ríos aguas abajo. La reducción del caudal en los canales fluviales se manifiesta con la degradación en las bocas de los tributarios; La reducción en la carga de sedimentos transportada se manifiesta con el incremento en la erosión del canal de los ríos; La reducción de la capacidad de los ríos para transportar sedimentos se manifiesta con la acumulación de sedimentos en las bocas de los tributarios. Podría afectar la navegación debido a la reducción del caudal y deposición de materiales.</p>	6	4	13
<p>B. Erosión y transporte de sedimentos: -En la construcción, habrá un deterioro de la calidad del agua por los sedimentos provenientes del movimiento de tierra. -En la operación, la sedimentación del embalse no será un problema y por lo tanto no será necesario dragar; La capacidad del embalse se verá afectada en no más de un 1 o 2% a los 50 y 100 años, respectivamente (1.4 mm/año; 1.04 ton/m³).</p>	7	4	18
<p>C. Calidad del agua y riesgo de eutrofización: Lo indicado para las opciones en la cuenca del río Indio, se aplica para Caño Sucio y Toabré. -En la construcción, deterioro de la calidad del agua por el aporte de sedimentos (erosión), aguas residuales y derrames de hidrocarburos.</p>	8	5	14
<p>-En la operación, las concentraciones de <i>oxígeno disuelto</i> serán: i) aguas abajo: menores en las capas cercanas al fondo y sobre todo cuando el embalse se este llenando, afectando a los ecosistemas y la calidad del agua; Esta situación se puede aliviar variando la profundidad de las salidas de agua; y ii) Gatún: no afectará la calidad del agua del lago; No requerirá variar la profundidad de la toma. -En la operación, la <i>temperatura</i> o estratificación térmica será más o menos estable, se verá influenciada por la presencia de los vientos, especialmente durante la época seca; La termoclina estará entre los 10 y 15 metros de profundidad. La penetración de la luz llegará hasta los 15 metros de profundidad. -En la operación, el riesgo de <i>eutrofización</i> es bajo. Las concentraciones de fósforo y clorofila en las opciones de agua van en orden ascendente de la siguiente manera: 7, 9, 6, 5 y 8.</p>	9	5	25
<p>4. Calidad del aire Los impactos más importantes sobre la calidad del aire se relacionan principalmente por la emisión de</p>	10	5	22
	5	3	21

Impactos Socio-Ambientales Potenciales	Opción	Valor	Valor Acumulado
polvo a partir de las áreas desprovistas de vegetación y de los camiones que transporten material, en su mayor parte durante la etapa de ejecución y en menor escala durante las actividades de operación. -En la construcción más que en la operación, las opciones 9 y 10 afectarían la calidad del aire de un número mayor de poblados y receptores sensibles (escuelas, iglesias y centros de salud), que las demás alternativas. Los poblados y receptores sensibles de las opciones 5 a la 10, son mayores a las indicadas para las opciones 1 a 4 y 11 y 12. -En la construcción, los trabajadores estarán expuestos al polvo y eventualmente otras sustancias. -En la operación, la incidencia de incendios forestales y la emisión de contaminantes a la atmósfera es similar a lo descrito para el río Indio. Las áreas de los embalses ya no serían susceptibles a los incendios (impacto positivo). Pero un mejor acceso al área podría intensificar la alteración de la cobertura vegetal y contribuir a más zonas con incendios.	6	3	16
	7	7	25
	8	6	20
	9	9	34
	10	8	30
5. Ruido Los impactos más importantes del ruido se relacionan principalmente por las actividades de construcción y por el tránsito de los camiones que transporten material. -El ruido que se generarían en la construcción de las opciones 9 y 10 causarían problemas a un número mayor de poblados y receptores sensibles (escuelas, iglesias y centros de salud), que las demás alternativas. -En la construcción, los trabajadores estarán expuestos al ruido, que excedan los niveles de seguridad.	5	2	23
	6	2	18
	7	5	30
	8	5	25
	9	6	40
	10	6	36
B. Impactos potenciales sobre la diversidad biológica			
6. Comunidades terrestres A causa del alto grado de intervención humana existente, la diversidad biológica tiene un valor relativamente bajo en las cuencas de los ríos Indios, Caño Sucio y Toabré. La construcción de cualquiera de las opciones resultará inevitablemente en la remoción de la vegetación permanente. -En la etapa de construcción, se cortarían para construir caminos, otras obras y el embalse entre 189 (opción 8) y 559 hectáreas (opción 9) de bosque maduro. -En la etapa de construcción, se afectaría negativamente a la mayoría de especies de fauna terrestre por la pérdida del hábitat, sobre todo del bosque poco intervenido. -En la etapa de operación, se proporcionará hábitat adicional para aves acuáticas.	5	8	31
	6	4	22
	7	7	37
7. Comunidades acuáticas La experiencia sobre el crecimiento de malezas acuáticas en los embalses panameños indica que éstas invadirán cualquiera de los embalses propuestos. -En la construcción, las <i>malezas acuáticas</i> , aún cortando la mayoría de la vegetación arbórea, proliferarán las malezas acuáticas. -En la operación, se cuenta con experiencia en el país en el control de las malezas acuáticas. Durante la etapa de operación del embalse, los peces estarán sujetos a un nuevo régimen: de lótico a	8	4	29

Impactos Socio-Ambientales Potenciales	Opción	Valor	Valor Acumulado
léntico. La experiencia en los embalses del país indica que la introducción del pez sargento y tilapia, genera una actividad pesquera importante para las comunidades ribereñas. - En la operación, los peces y macro-invertebrados presentan las siguientes características: 23 especies de peces en río Indio, 20 en Caño Sucio y 15 en Toabré, permanecerán en la zona lacustre y efluentes; 4 especies de peces en río Indio, 5 en Caño Sucio y 5 en Toabré, desaparecerán aguas arriba; La alteración en las poblaciones no será tan drástico aguas debajo de las presas; La fluctuación rápida del nivel del embalse afecta a los peces que utilizan las orillas para colocar sus huevos (troncos y malezas), ya que quedarían expuestos; Las 2 especies de importancia científica están asociadas a riachuelos aguas arriba y que permanecerán aún con el embalse; La introducción del pez sargento y la tilapia generará una actividad pesquera importante para las comunidades reubicadas alrededor del embalse.	9	9	49
léntico. La experiencia en los embalses del país indica que la introducción del pez sargento y tilapia, genera una actividad pesquera importante para las comunidades ribereñas. - En la operación, los peces y macro-invertebrados presentan las siguientes características: 23 especies de peces en río Indio, 20 en Caño Sucio y 15 en Toabré, permanecerán en la zona lacustre y efluentes; 4 especies de peces en río Indio, 5 en Caño Sucio y 5 en Toabré, desaparecerán aguas arriba; La alteración en las poblaciones no será tan drástico aguas debajo de las presas; La fluctuación rápida del nivel del embalse afecta a los peces que utilizan las orillas para colocar sus huevos (troncos y malezas), ya que quedarían expuestos; Las 2 especies de importancia científica están asociadas a riachuelos aguas arriba y que permanecerán aún con el embalse; La introducción del pez sargento y la tilapia generará una actividad pesquera importante para las comunidades reubicadas alrededor del embalse.	10	6	42
C. Impactos potenciales sobre los aspectos socio-económicos y culturales			
8. Socioeconomía: Las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré contienen núcleos familiares y pequeñas comunidades que viven mayormente en extrema pobreza. -En la construcción, se presentarán los siguientes impactos potenciales que son proporcionales al tamaño de cada opción: Habrá que desplazar entre 1,541 (opción 6) a 3,361 personas (opción 10); Habrá un impacto sobre la cohesión comunitaria, ya que una vez desplazada será difícil de reconstruir, más aún cuando los asentamientos sean más grandes; Habrá una fuerte reducción de las actividades comerciales de las poblaciones localizadas en la ribera del río; Habrá una pérdida de infraestructura; Habrá una pérdida de la producción agropecuaria que representa el 42% del consumo familiar; Habrá empleo local e ingresos, siempre y cuando se capacite a la población. Dada la pobreza de la región y la dispersión de su población, los costos directos de reemplazar la infraestructura económica y social son relativamente pequeños. Los costos mayores se asocian con los costos de compensación a las familias desplazadas.	5	10	41
	6	8	30
	7	12	49
	8	10	39
	9	14	63
	10	13	55
9. Recursos culturales El inventario arqueológico actual en la ROCC indica que existen 20 sitios arqueológicos conocidos de diferentes niveles de importancia. Se perderá información científica y cultural valiosa por la inundación. -Los sitios arqueológicos que serían afectados, han sido calificados de alta, moderada y baja importancia. Las opciones 5 y 6, reportan 1 sitio de alta importancia y el resto de opciones reportan 2. Las opciones 5 y	5	33	74
	6	25	55
	7	58	107
	8	55	94

Impactos Socio-Ambientales Potenciales	Opción	Valor	Valor Acumulado
6 reportan 3 sitios de moderada importancia, y el resto de opciones reportan 7. Sitios de baja importancia se reportan 13 en la opción 9.	9	62	125
	10	56	111
10. Paisaje y recursos escénicos -Las opciones de agua 7 y 9, en las partes altas de las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré, tienden a afectar un menor número de lugares poblados que reportan recursos de interés para sus comunidades.	5	11	85
	6	7	62
	7	20	127
	8	16	110
	9	20	145
	10	16	127



EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC

OPCIÓN 5: CAÑO SUCIO 100-90 - INDIO 80-40
POSIBLES IMPACTOS SOBRE LOS SUELOS

AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

LEYENDA

- Represas
 - Diques Auxiliares
 - Poblados dentro del Embalse
 - Poblados fuera del Embalse
 - Túnel de Transferencia Río Indio - Lago Gatún
 - Túnel de Transferencia Caño Sucio - Río Indio
 - Limite Provincial
 - Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
 - Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
 - Ríos Principales y Secundarios
 - Límites de las Subcuencas de la ROCC
 - Embalses Caño Sucio 100-90 e Indio 80-40
 - Cuenca Oriental
- Tipos de Suelos**
- Arable, muy severas limitaciones en la selección de las plantas, requiere manejo muy cuidadoso o ambas.
 - No arable, con limitaciones muy severas apta para bosques, pastos, tierras de reservas.
 - No arable, con limitaciones que impiden su uso en la producción de plantas comerciales.
 - No arable, con limitaciones severas, apta para bosques, pastos, tierras de reservas.

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.

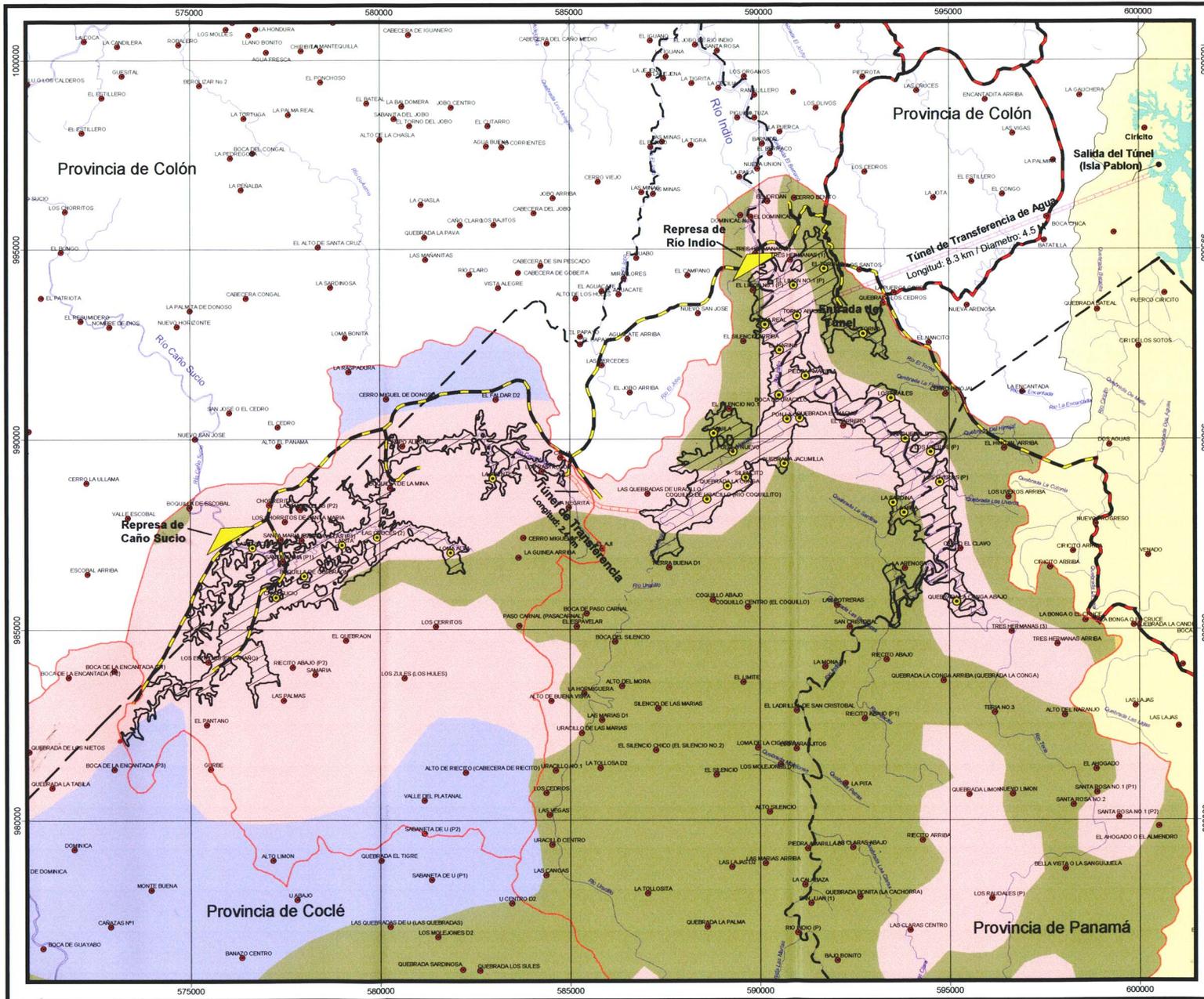


LOCALIZACIÓN REGIONAL



ESC. 1:100,000

Figura N° 4-1

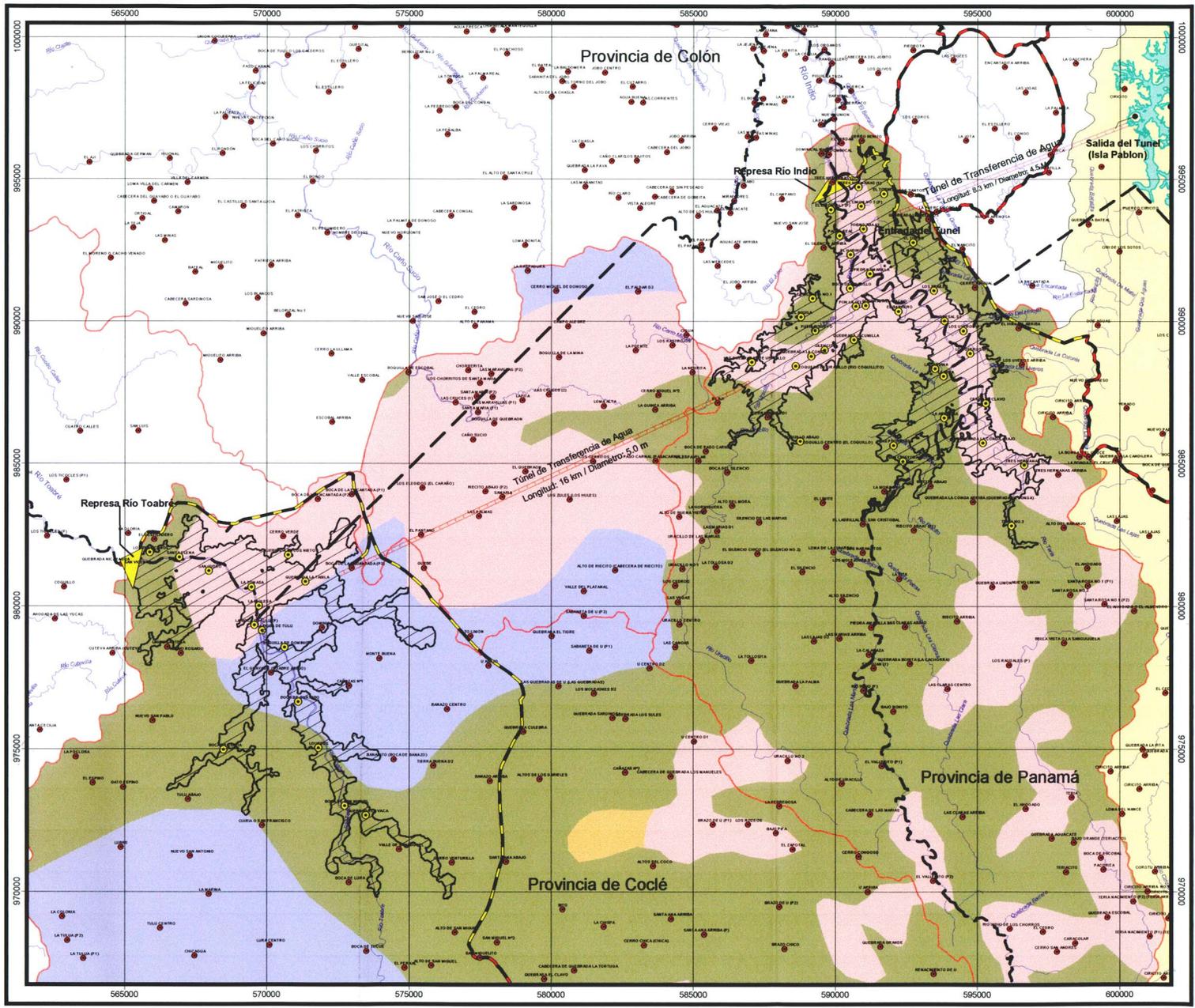


EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC
OPCIÓN 6: CAÑO SUCIO 100-90 - INDIO 45-40
POSIBLES IMPACTOS SOBRE LOS SUELOS
 AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

- LEYENDA**
- Represas
 - Poblados dentro del Embalse
 - Poblados fuera del Embalse
 - Túnel de Transferencia Río Indio - Lago Gatún
 - Túnel de Transferencia Caño Sucio - Río Indio
 - Límite Provincial
 - Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
 - Caminos Temporales durante la fase de Construcción
 - Ríos Principales y Secundarios
 - Límites de las Subcuencas de la ROCC
 - Embalses Caño Sucio 100-90 e Indio 45-40
 - Cuenca Oriental
- Tipos de Suelo**
- Arable, muy severas limitaciones en la selección de las plantas, requiere manejo muy cuidadoso o ambas.
 - No arable, con limitaciones muy severas apta para bosques, pastos, tierras de reservas.
 - No arable, con limitaciones que impiden su uso en la producción de plantas comerciales.
 - No arable, con limitaciones severas, apta para bosques, pastos, tierras de reservas.

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.





EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC
OPCIÓN 7: TOABRÉ 95-50 - INDIO 80-40
POSIBLES IMPACTOS SOBRE LOS SUELOS

AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

LEYENDA

- Represas
 - Diques Auxiliares
 - Poblados dentro del Embalse
 - Poblados fuera del Embalse
 - Túnel de Transferencia Río Indio - Lago Gatún
 - Túnel de Transferencia de Toabré a Río Indio
 - Limite Provincial
 - Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
 - Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
 - Ríos Principales y Secundarios
 - Límites de las Subcuencas de la ROCC
 - Embalses Toabre 95-50, Indio 80-40
 - Cuenca Oriental
- Tipos de Suelo**
- Arable, muy severas limitaciones en la selección de las plantas, requiere manejo muy cuidadoso o ambas.
 - No arable, con limitaciones muy severas apta para bosques, pastos, tierras de reservas.
 - No arable, con limitaciones que impiden su uso en la producción de plantas comerciales.
 - No arable, con limitaciones severas, apta para bosques, pastos, tierras de reservas.

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.



Norte de Cuadrícula U.T.M.
 Esferoide de Clarke de 1866
 Datum NAD 27
 Zona 17

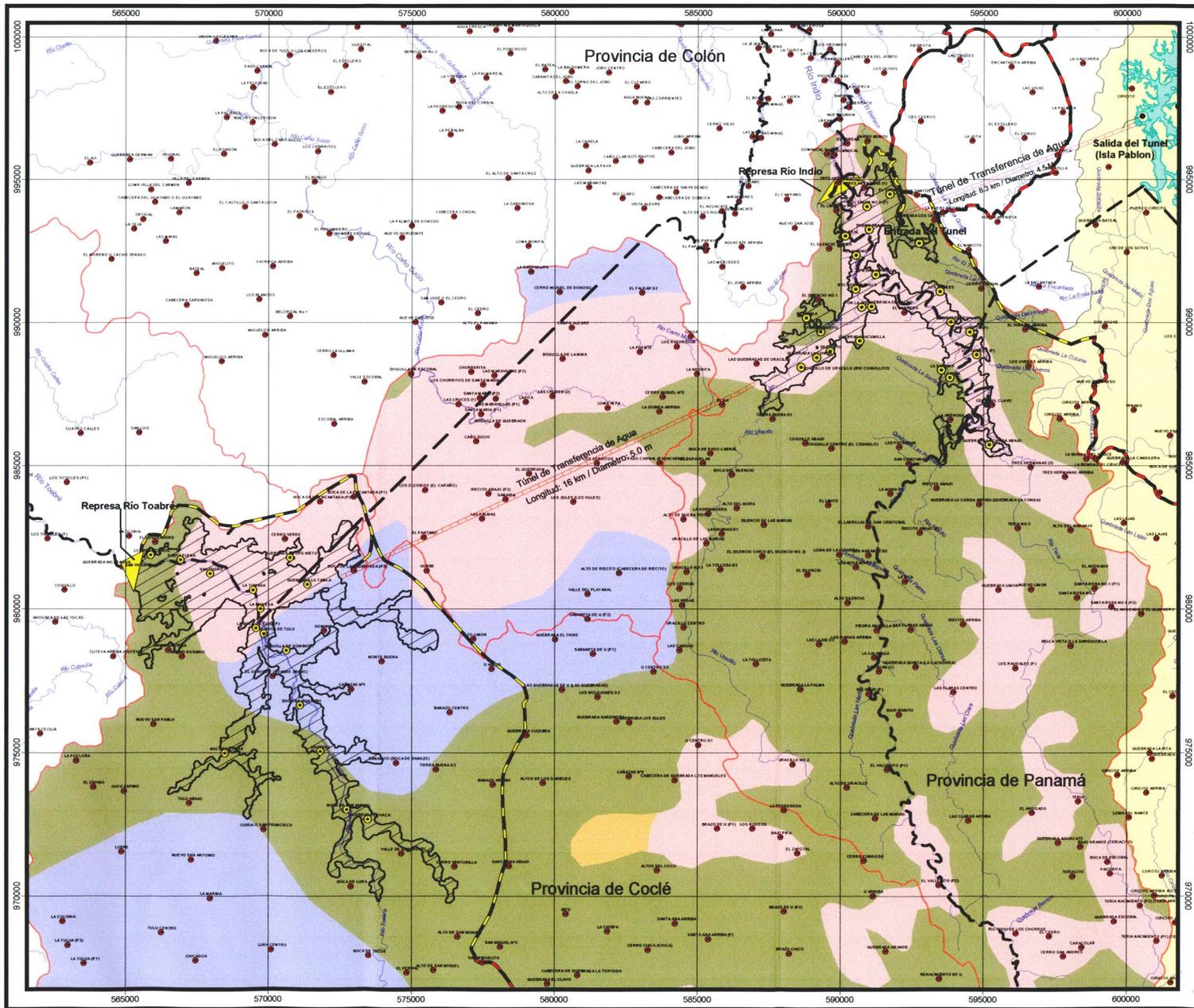
5 0 5 Km

LOCALIZACIÓN REGIONAL



ESC. 1:135,000

Figura N° 4-3



EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC

OPCIÓN 8: TOABRÉ 95-50 - INDIO 45-40
POSIBLES IMPACTOS SOBRE LOS SUELOS



AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

LEYENDA

- Represas
- Poblados dentro del Embalse
- Poblados fuera del Embalse
- Túnel de Transferecia Río Indio - Lago Gatún
- Túnel de Transferecia de Toabré a Río Indio
- Limite Provincial
- Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
- Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
- Ríos Principales y Secundarios
- Curvas de Nivel
- Límites de las Subcuencas de la ROCC
- Embalses Toabré 95-50 e Indio 45-40
- Cuenca Oriental
- Tipos de Suelo**
- Arable, muy severas limitaciones en la selección de las plantas, requiere manejo muy cuidadoso o ambas
- No arable, con limitaciones muy severas apta para bosques, pastos, tierras de reservas.
- No arable, con limitaciones que impiden su uso en la producción de plantas comerciales.
- No arable, con limitaciones severas, apta para bosques, pastos, tierras de reservas.

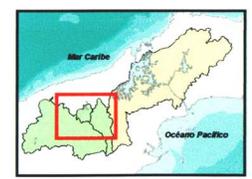
Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.



Norte de Cuadrícula U.T.M.
 Esferoide de Clarke de 1886
 Datum MAD 27
 Zona 17

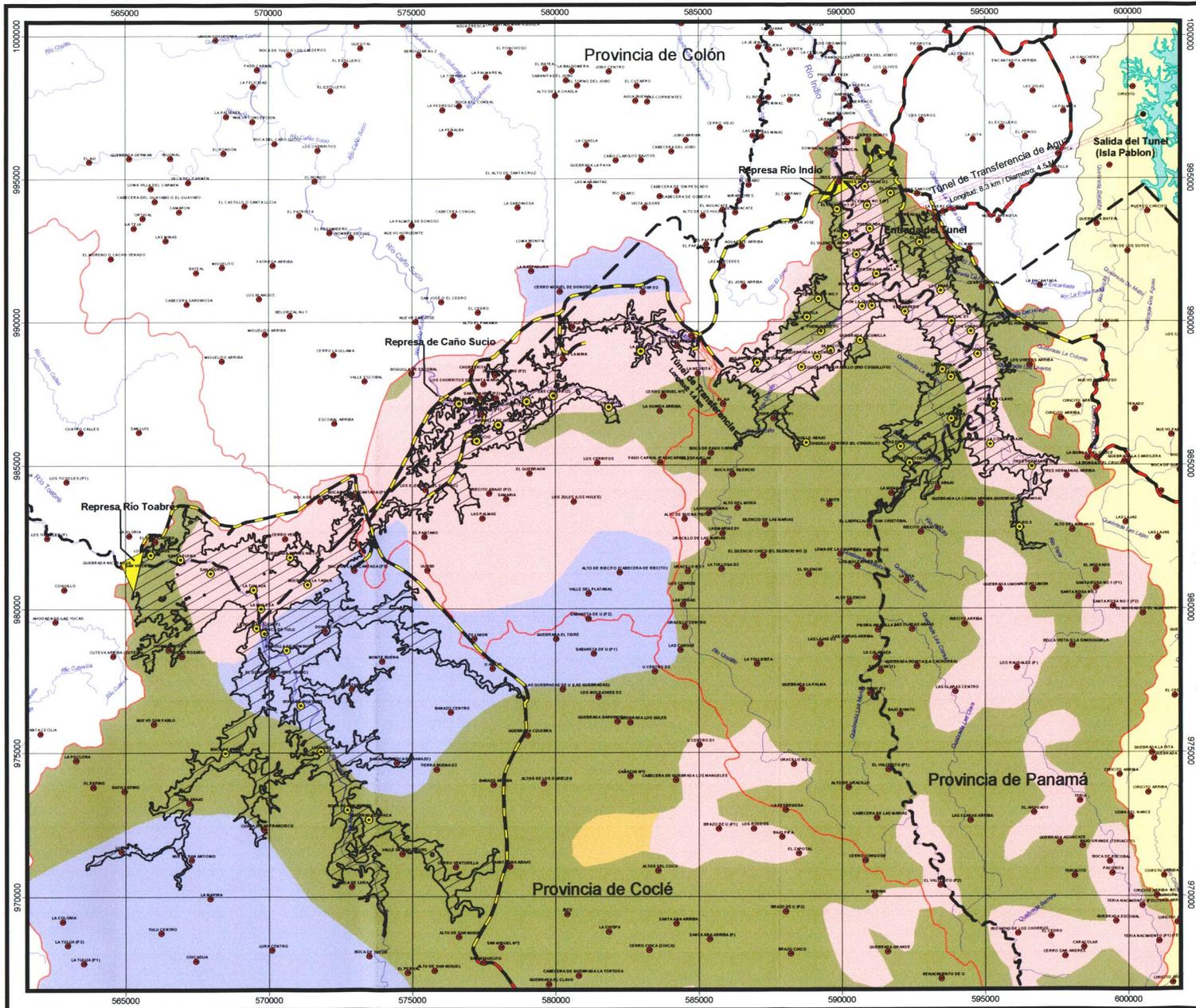


LOCALIZACIÓN REGIONAL



ESC. 1:135,000

Figura N° 4-4



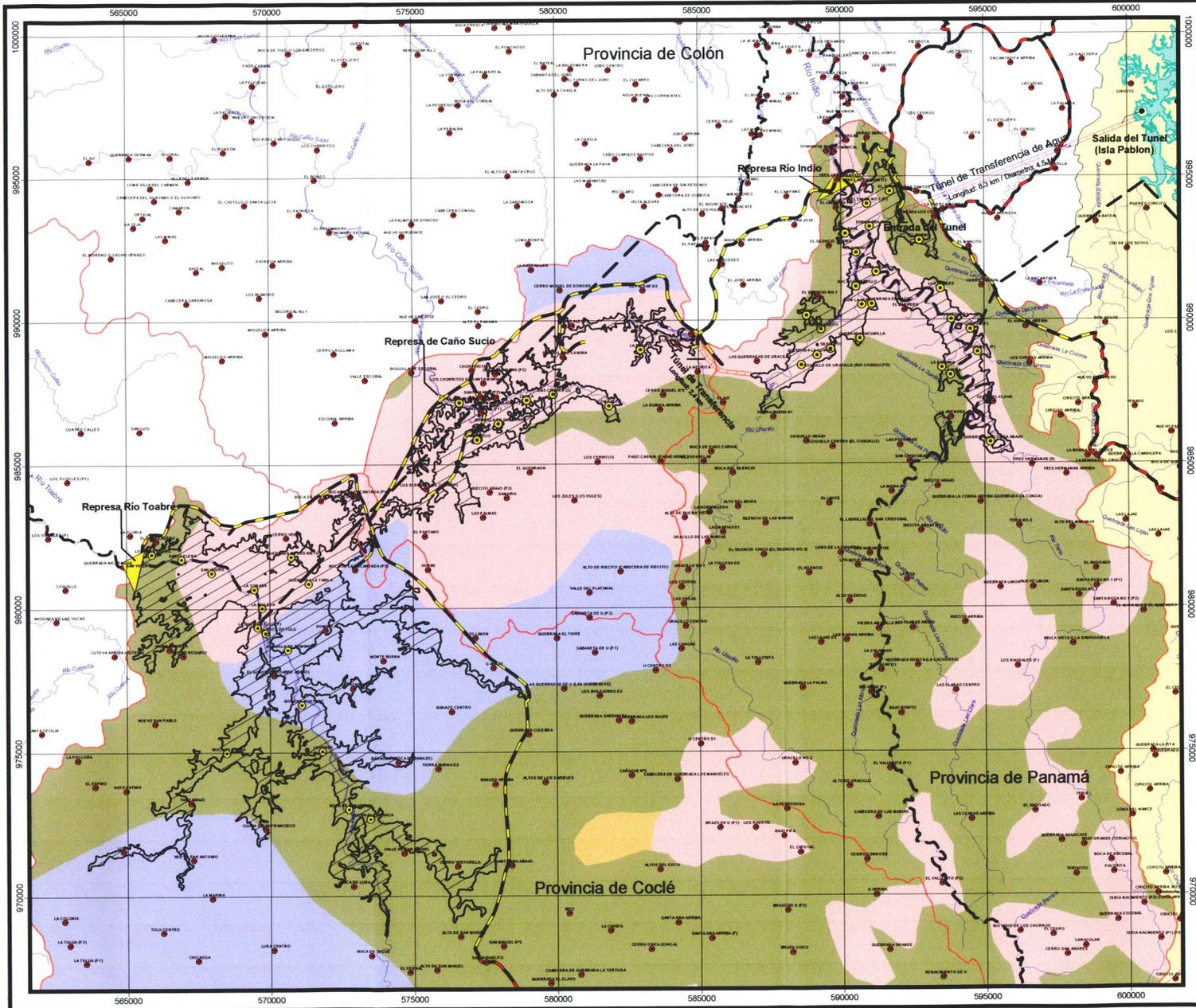
EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC
OPCIÓN 9: TOABRÉ Y CAÑO SUCIO A 100-90 INDIO 80-40
POSIBLES IMPACTOS SOBRE LOS SUELOS
 AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

- LEYENDA**
- ▲ Represas
 - ▲ Diques Auxiliares
 - Poblados dentro del Embalse
 - Poblados fuera del Embalse
 - Túnel de Transferencia Río Indio - Lago Gatún
 - Túnel de Transferencia de Caño Sucio - Río Indio
 - Límite Provincial
 - Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
 - Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
 - Ríos Principales y Secundarios
 - Límites de las Subcuencas de la ROCC
 - ▨ Embalses Toabré y Caño Sucio 100 -90 e Indio 80-40
 - Cuenca Oriental

- Tipos de Suelo**
- Arable, muy severas limitaciones en la selección de las plantas, requiere manejo muy cuidadoso o ambas.
 - No arable, con limitaciones muy severas apta para bosques, pastos, tierras de reservas.
 - No arable, con limitaciones que impiden su uso en la producción de plantas comerciales.
 - No arable, con limitaciones severas, apta para bosques, pastos, tierras de reservas.

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.





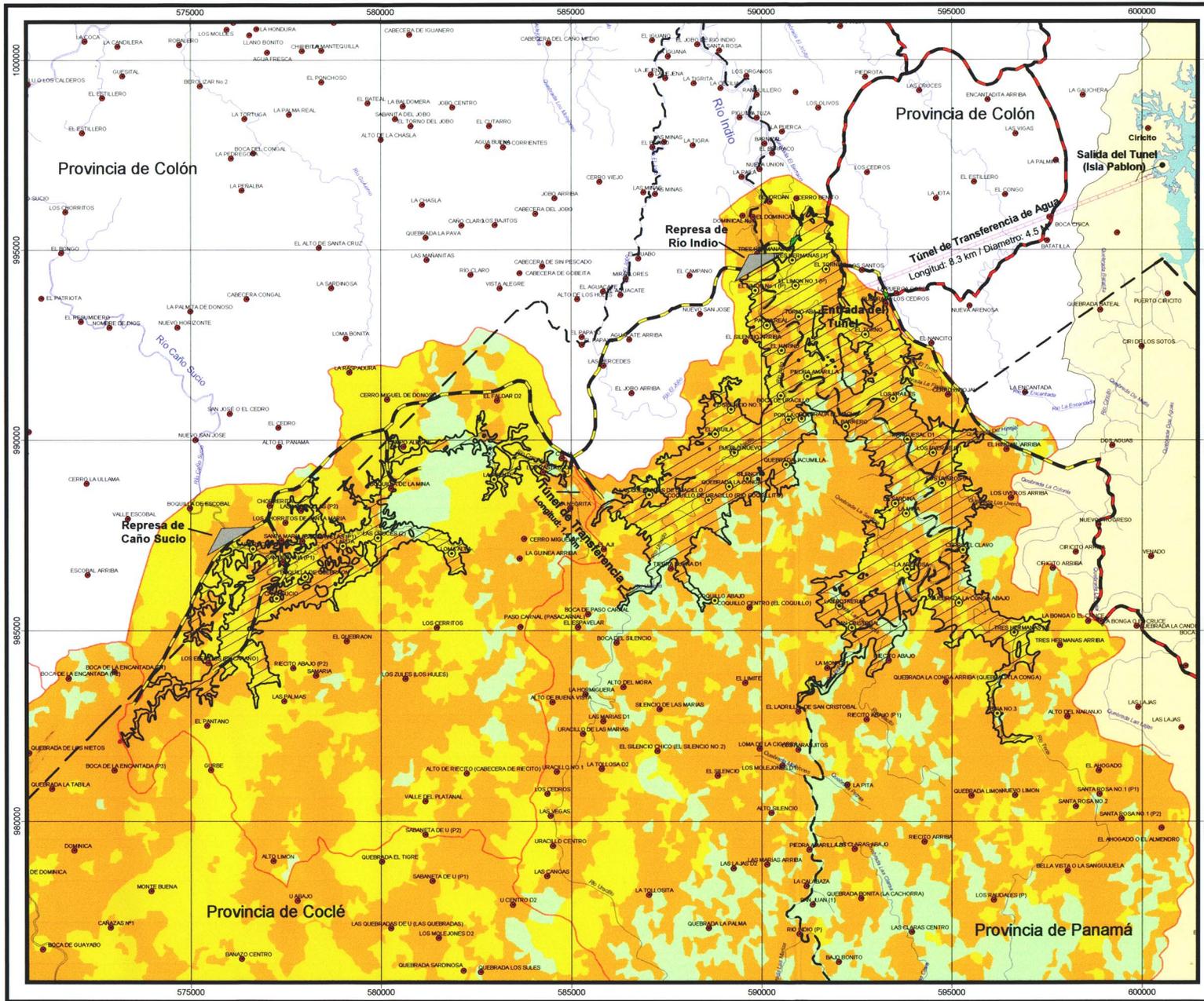
EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC
OPCIÓN 10: TOABRÉ Y CAÑO SUCIO A 100-90 INDIO 45-40
POSIBLES IMPACTOS SOBRE LOS SUELOS


AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

- LEYENDA**
-  Represas
 -  Poblados dentro del Embalse
 -  Poblados fuera del Embalse
 -  Túnel de Transferecia Río Indio - Lago Gatún
 -  Túnel de Transferecia de Caño Sucio - Río Indio
 -  Limite Provincial
 -  Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
 -  Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
 -  Ríos Principales y Secundarios
 -  Límites de las Subcuencas de la ROCC
 -  Embalses Toabré y Caño Sucio 100 -90
 -  Cuenca Oriental
- Tipos de Suelo**
-  Arable, muy severas limitaciones en la selección de las plantas, requiere manejo muy cuidadoso o ambas.
 -  No arable, con limitaciones muy severas apta para bosques, pastos, tierras de reservas.
 -  No arable, con limitaciones que impiden su uso en la producción de plantas comerciales.
 -  No arable, con limitaciones severas, apta para bosques, pastos, tierras de reservas.

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.





EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC
OPCIÓN 5: CAÑO SUCIO 100-90 - INDIO 80-40
POSIBLES IMPACTOS SOBRE LA COBERTURA VEGETAL
 AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

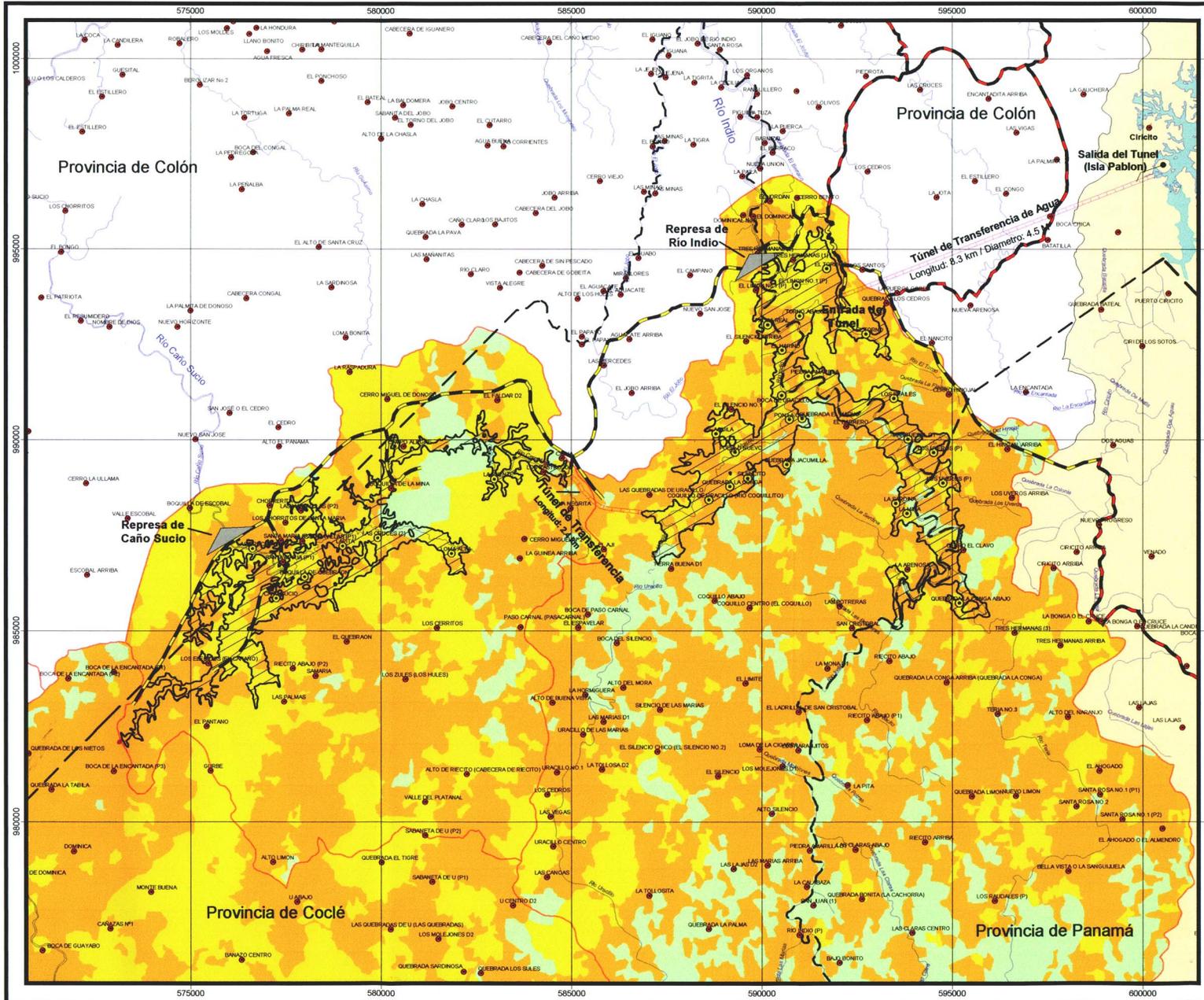
- LEYENDA**
- ▲ Represas
 - ▲ Diques Auxiliares
 - Poblados dentro del Embalse
 - Poblados fuera del Embalse
 - Túnel de Transferencia Río Indio - Lago Gatún
 - Túnel de Transferencia Caño Sucio - Río Indio
 - - - Límite Provincial
 - Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
 - Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
 - Ríos Principales y Secundarios
 - Límites de las Subcuencas de la ROCC
 - ▨ Embalses Caño Sucio 100-90 e Indio 80-40
 - Cuenca Oriental

- Cobertura Vegetal**
- Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas (< 500 m)
 - Bosque perennifolio ombrófilo tropical montano (> 1000 m)
 - Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500 a 1000 m)
 - Pastizal
 - Rastrojo

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.



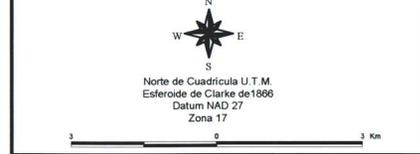
ESC. 1:100,000 Figura N° 4-7

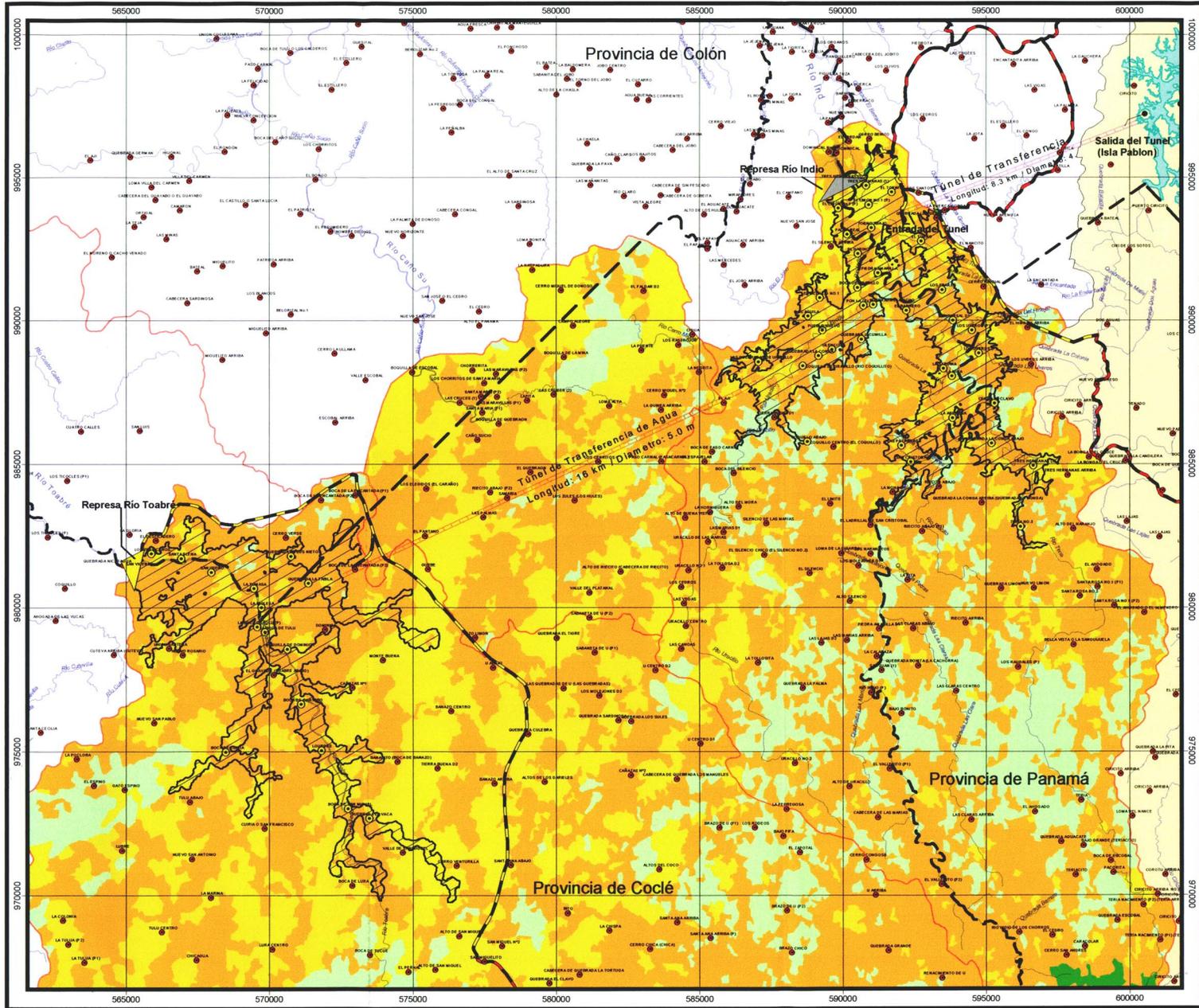


EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC
OPCIÓN 6: CAÑO SUCIO 100-90 - INDIO 45-40
POSIBLES IMPACTOS SOBRE LA COBERTURA VEGETAL
 AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

- LEYENDA**
- Represas
 - Poblados dentro del Embalse
 - Poblados fuera del Embalse
 - Túnel de Transferencia Río Indio - Lago Gatún
 - Túnel de Transferencia Caño Sucio - Río Indio
 - Limite Provincial
 - Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
 - Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
 - Ríos Principales y Secundarios
 - Límites de las Subcuencas de la ROCC
 - Embalses Caño Sucio 100-90 e Indio 45-40
 - Cuenca Oriental
- Cobertura Vegetal**
- Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas (< 500 m)
 - Bosque perennifolio ombrófilo tropical montano (> 1000 m)
 - Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500 a 1000 m)
 - Pastizal
 - Rastrojo

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.





EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCTO Y TOABRÉ, ROCC

OPCIÓN 7: TOABRÉ 95-50 - INDIO 80-40

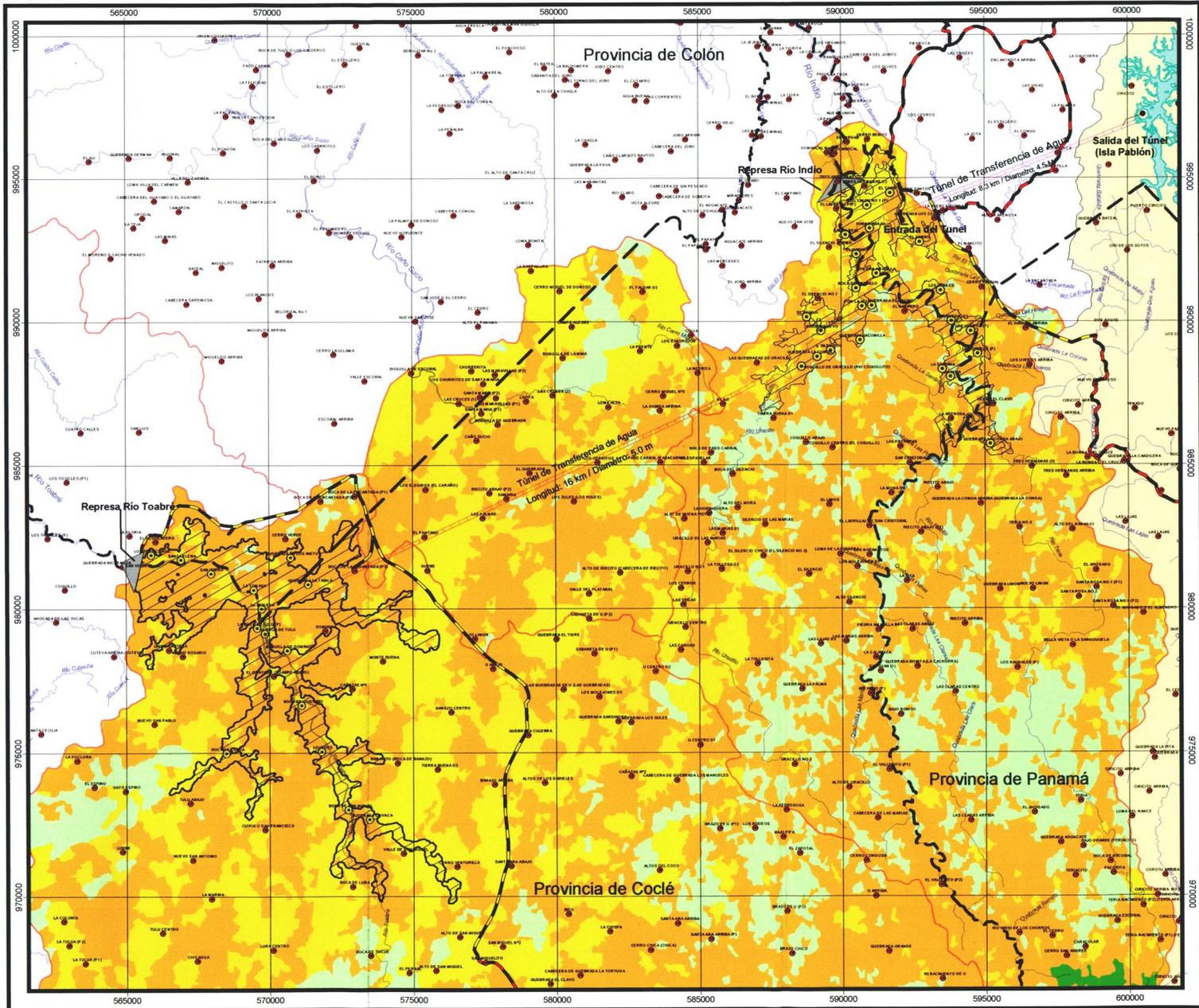
POSIBLES IMPACTOS SOBRE LA COBERTURA VEGETAL

ACP AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

- LEYENDA**
- Represas
 - Diques Auxiliares
 - Poblados dentro del Embalse
 - Poblados fuera del Embalse
 - Túnel de Transferencia Rio Indio - Lago Gatún
 - Túnel de Transferencia Toabré - Rio Indio
 - Limite Provincial
 - Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
 - Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
 - Rios Principales y Secundarios
 - Límites de las Subcuencas de la ROCC
 - Embalses Toabré 95-50 - Indio 80-40
 - Cuenca Oriental
- Cobertura Vegetal**
- Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas (< 500 m)
 - Bosque perennifolio ombrófilo tropical montano (> 1000 m)
 - Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500 a 1000 m)
 - Pastizal
 - Rastrojo

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.





EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC

OPCIÓN 8: TOABRÉ 95-50 - INDIO 45-40
POSIBLES IMPACTOS SOBRE LA COBERTURA VEGETAL

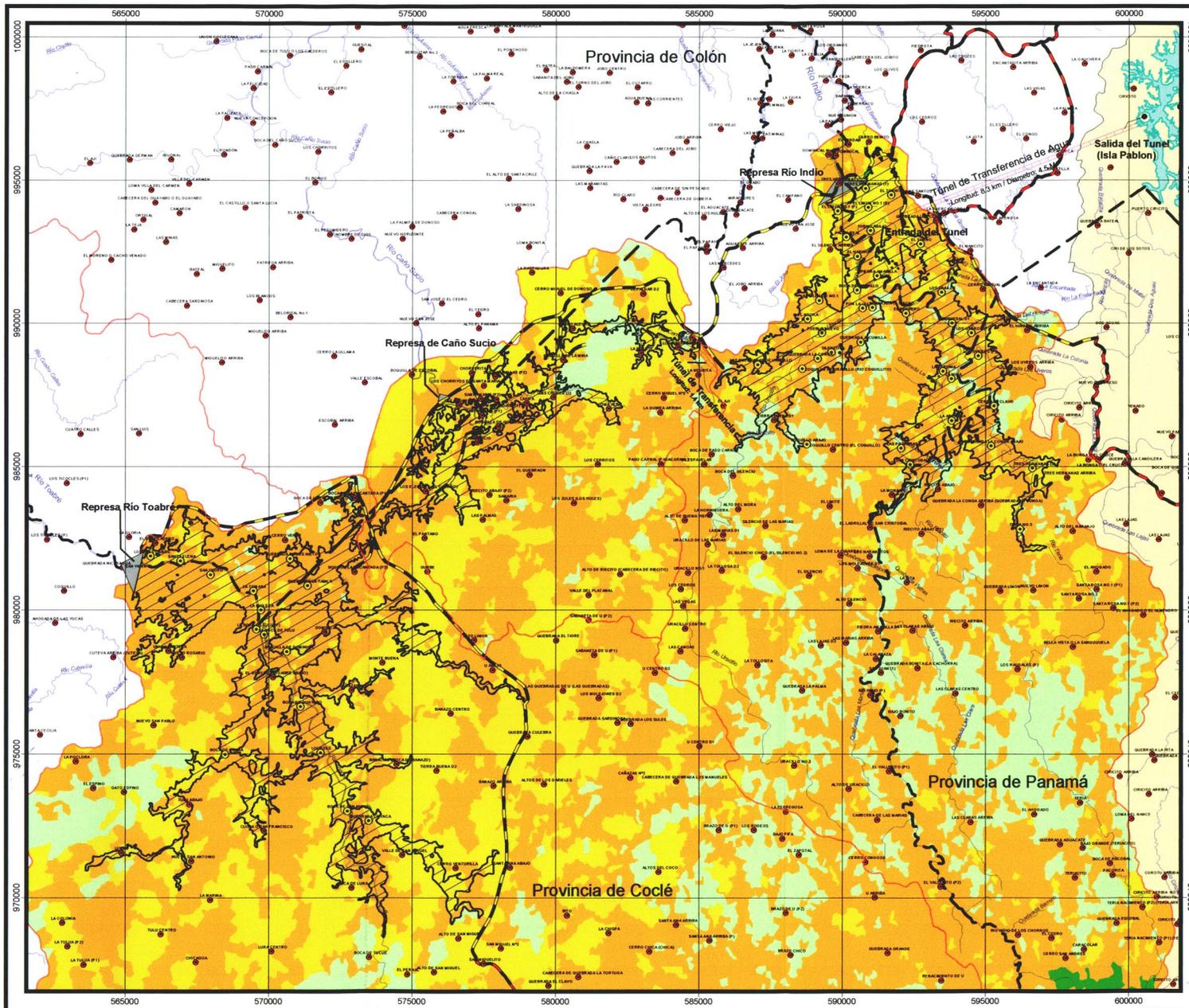


LEYENDA

- Represas
- Poblados dentro del Embalse
- Poblados fuera del Embalse
- Túnel de Transferencia Rio Indio - Lago Gatún
- Túnel de Transferencia de Toabré a Río Indio
- Límite Provincial
- Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
- Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
- Ríos Principales y Secundarios
- Límites de las Subcuencas de la ROCC
- Embalses Toabré 95-50 e Indio 45-40
- Cuenca Oriental
- Cobertura Vegetal**
- Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas (< 500 m)
- Bosque perennifolio ombrófilo tropical montano (> 1000 m)
- Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500 a 1000 m)
- Pastizal
- Rastrojo

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.





EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC

OPCIÓN 9: TOABRÉ Y CAÑO SUCIO A 100-90 INDIO 80-40

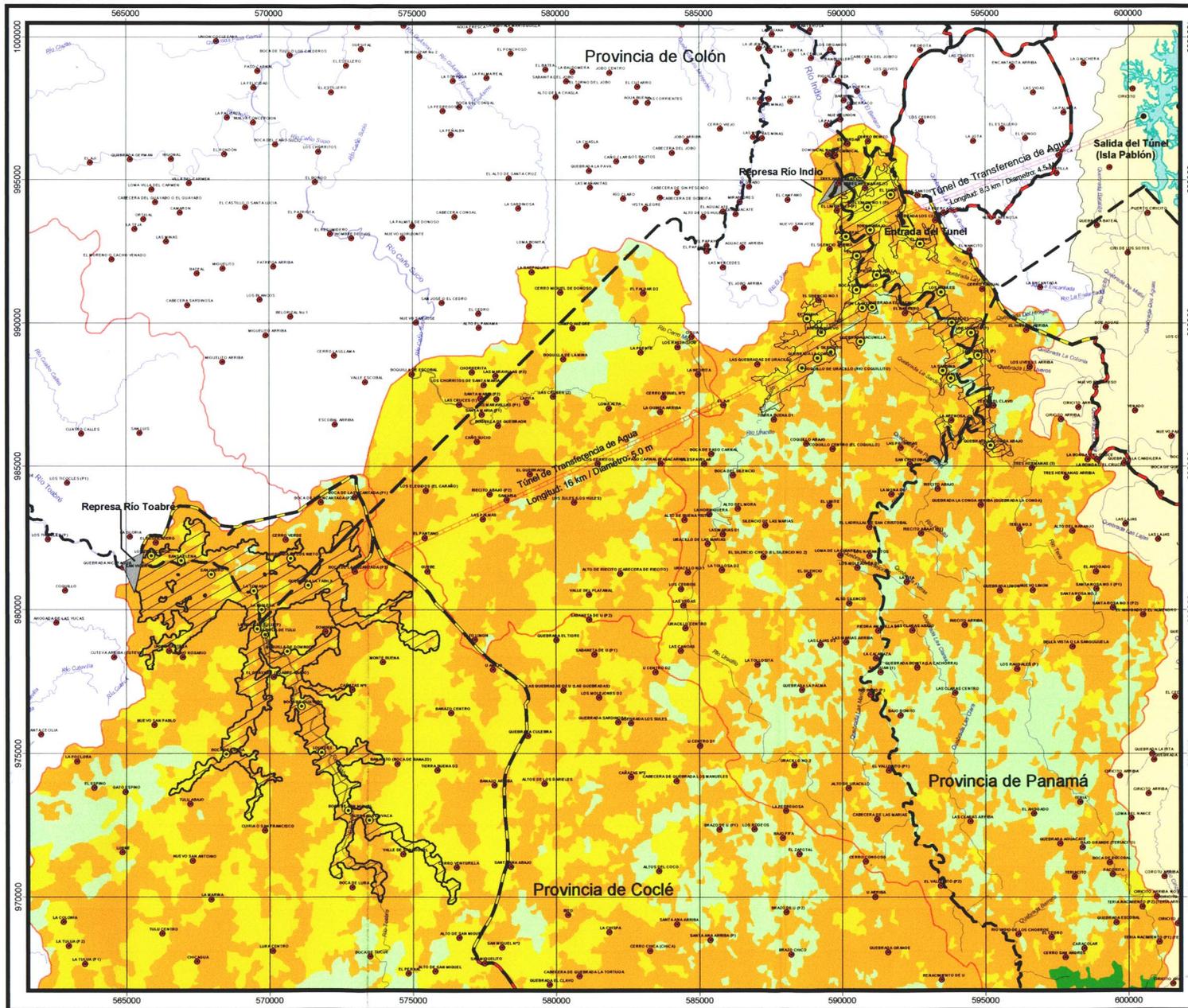
POSIBLES IMPACTOS SOBRE LA COBERTURA VEGETAL
 AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

- LEYENDA**
- Represas
 - Diques Auxiliares
 - Poblados dentro del Embalse
 - Poblados fuera del Embalse
 - Túnel de Transferecia Río Indio - Lago Gatún
 - Túnel de Transferecia de Caño Sucio - Río Indio
 - Límite Provincial
 - Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
 - Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
 - Ríos Principales y Secundarios
 - Límites de las Subcuencas de la ROCC
 - Embalses Toabré Caño Sucio 100-90 e Indio 80-40
 - Cuenca Oriental
- Cobertura Vegetal**
- Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas (< 500 m)
 - Bosque perennifolio ombrófilo tropical montano (> 1000 m)
 - Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500 a 1000 m)
 - Pastizal
 - Rastrojo

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.



ESC. 1:135,000 Figura N° 4-11



EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC

OPCIÓN 8: TOABRÉ 95-50 - INDIO 45-40
POSIBLES IMPACTOS SOBRE LA COBERTURA VEGETAL



LEYENDA

- Reservas
- Poblados dentro del Embalse
- Poblados fuera del Embalse
- Túnel de Transferencia Río Indio - Lago Gatún
- Túnel de Transferencia de Toabré a Río Indio
- Límite Provincial
- Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
- Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
- Ríos Principales y Secundarios
- Límites de las Subcuencas de la ROCC
- Embalses Toabré 95-50 e Indio 45-40
- Cuenca Oriental
- Cobertura Vegetal**
- Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas (< 500 m)
- Bosque perennifolio ombrófilo tropical montano (> 1000 m)
- Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500 a 1000 m)
- Pastizal
- Rastrojo

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.

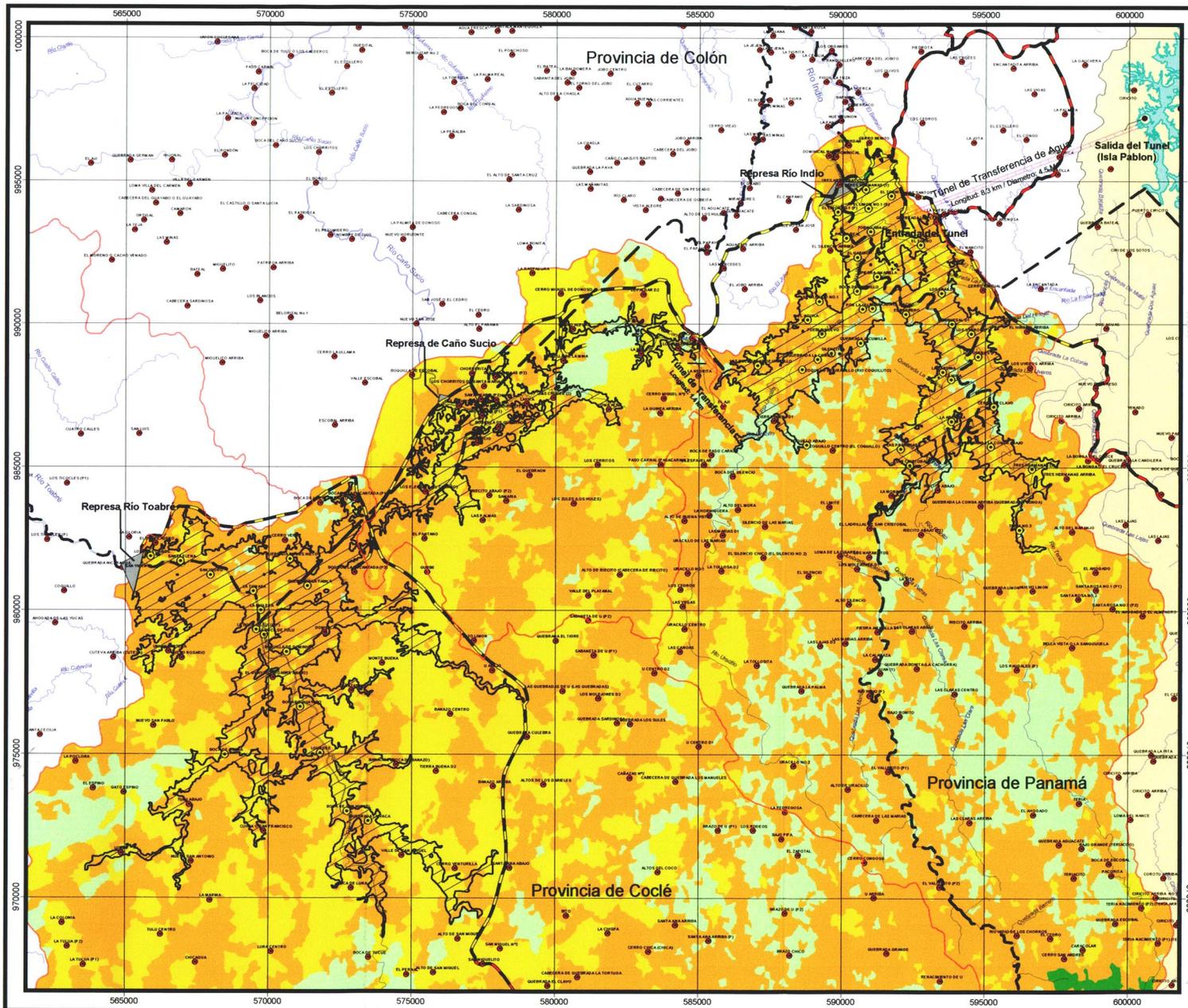


LOCALIZACIÓN REGIONAL



ESC. 1:135,000

Figura N° 4-10



EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIRIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC

OPCIÓN 9: TOABRÉ Y CAÑO SUCIO A 100-90 INDIRIO 80-40

PÓSIBLES IMPACTOS SOBRE LA COBERTURA VEGETAL
 AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

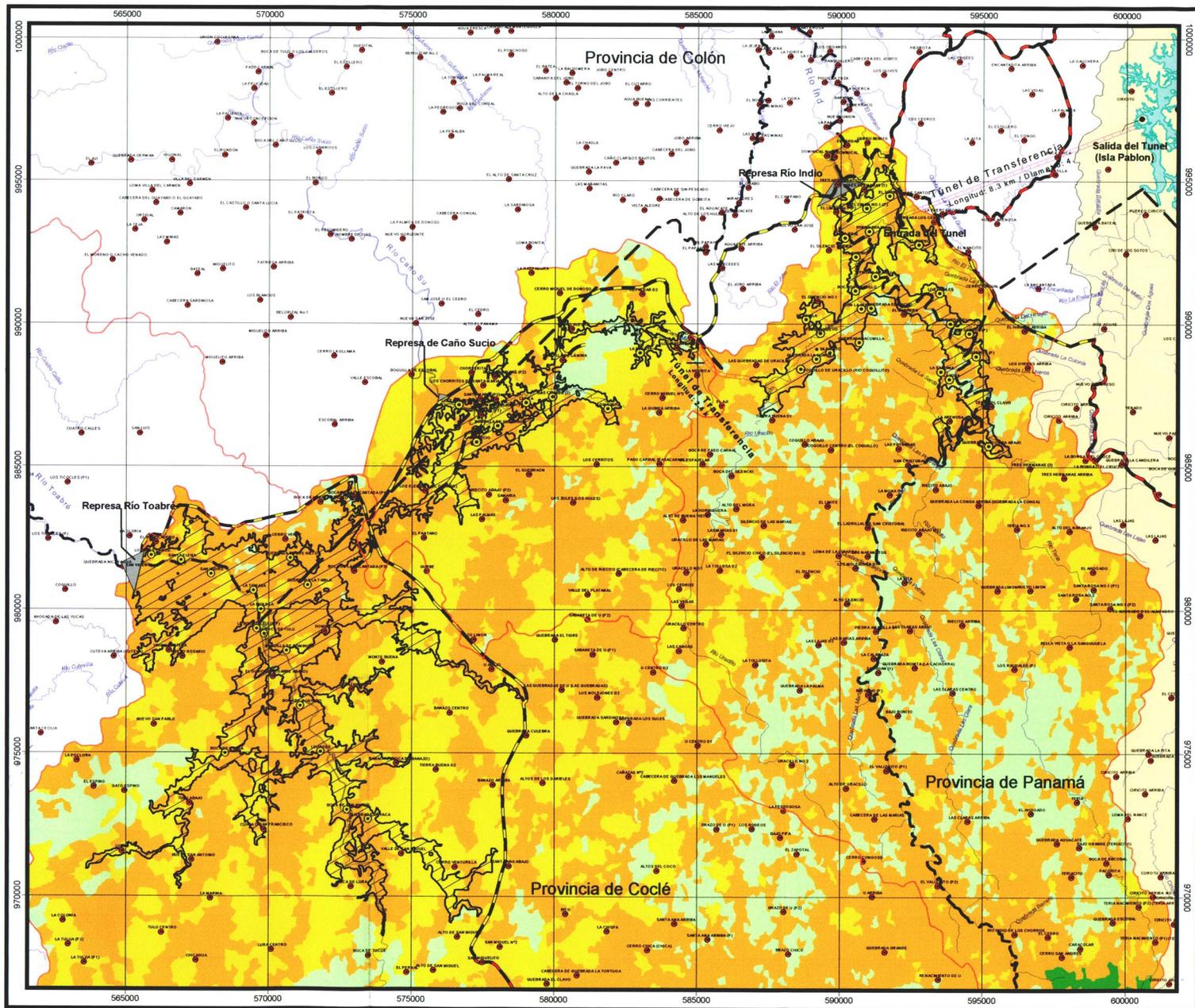
- LEYENDA**
- Represas
 - Diques Auxiliares
 - Poblados dentro del Embalse
 - Poblados fuera del Embalse
 - Túnel de Transferencia Río Indio - Lago Gatún
 - Túnel de Transferencia de Caño Sucio - Río Indio
 - Límite Provincial
 - Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
 - Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
 - Ríos Principales y Secundarios
 - Límites de las Subcuencas de la ROCC
 - Embalses Toabré - Caño Sucio 100-90 e Indrio 80-40
 - Cuenca Oriental
- Cobertura Vegetal**
- Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas (< 500 m)
 - Bosque perennifolio ombrófilo tropical montano (> 1000 m)
 - Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500 a 1000 m)
 - Pastizal
 - Rastrojo

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.



ESC. 1:135,000

Figura N° 4-11



EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIRIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC
OPCIÓN 10: TOABRÉ Y CAÑO SUCIO A 100-90 INDIRIO 45-40
POSIBLES IMPACTOS SOBRE LA COBERTURA VEGETAL
 AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

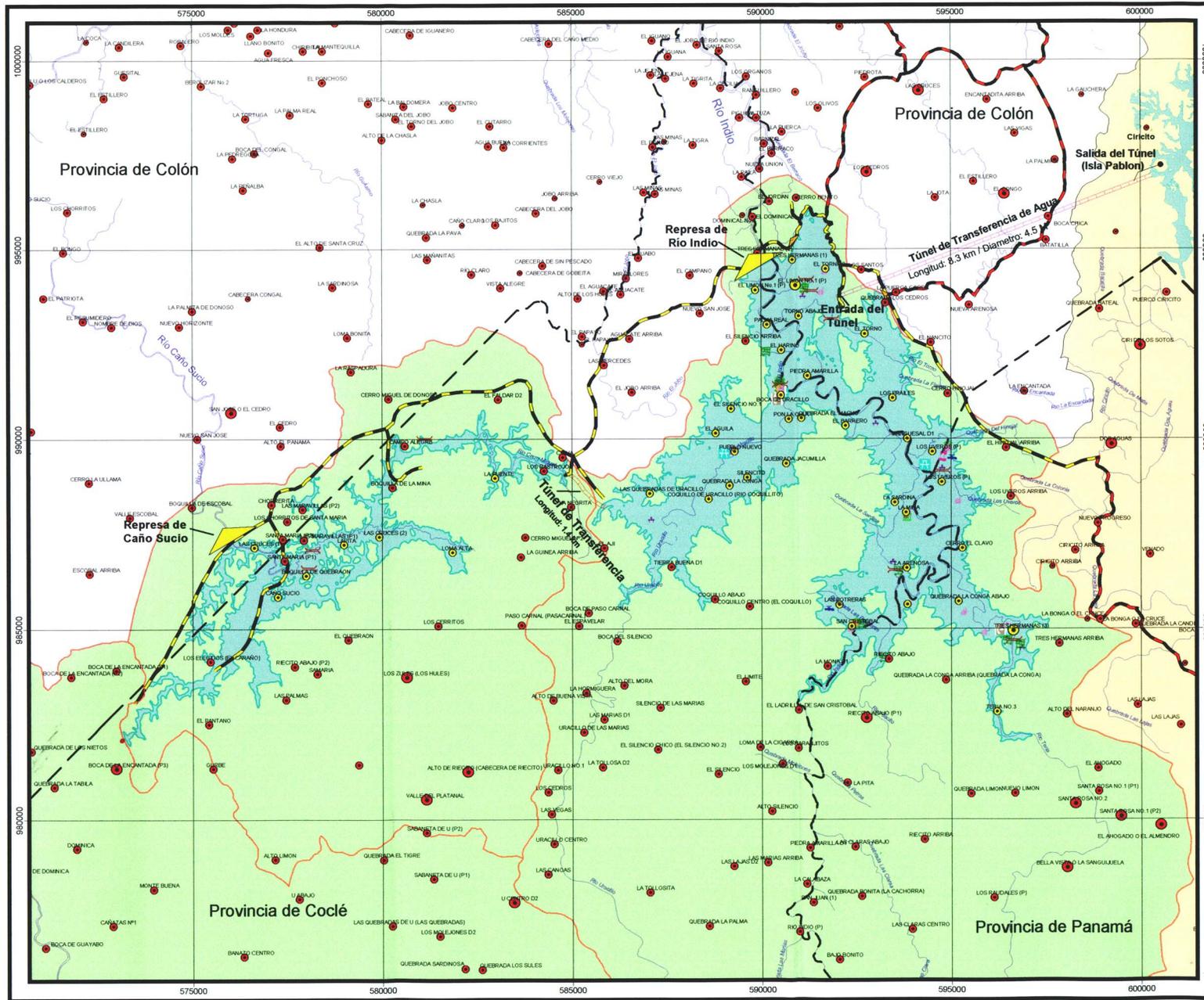
- LEYENDA**
- Represas
 - Poblados dentro del Embalse
 - Poblados fuera del Embalse
 - Túnel de Transferencia Río Indio - Lago Gatún
 - Túnel de Transferencia de Caño Sucio - Río Indio
 - Limite Provincial
 - Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
 - Caminos Temporales durante la fase de Construcción
 - Rios Principales y Secundarios
 - Límites de las Subcuencas de la ROCC
 - Embalses Toabré Caño Sucio 100-90 e Indio 45-40
 - Cuenca Oriental
- Cobertura Vegetal**
- Bosque perennifolio ombrófilo tropical de tierras bajas (< 500 m)
 - Bosque perennifolio ombrófilo tropical montano (> 1000 m)
 - Bosque perennifolio ombrófilo tropical submontano (500 a 1000 m)
 - Pastizal
 - Rastrojo

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.



ESC. 1:135,000

Figura N° 4-12



EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC
OPCIÓN 5: CAÑO SUCIO 100-90 - INDIO 80-40
IMPACTOS POTENCIALES SOBRE LA POBLACIÓN E INFRAESTRUCTURA
 AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

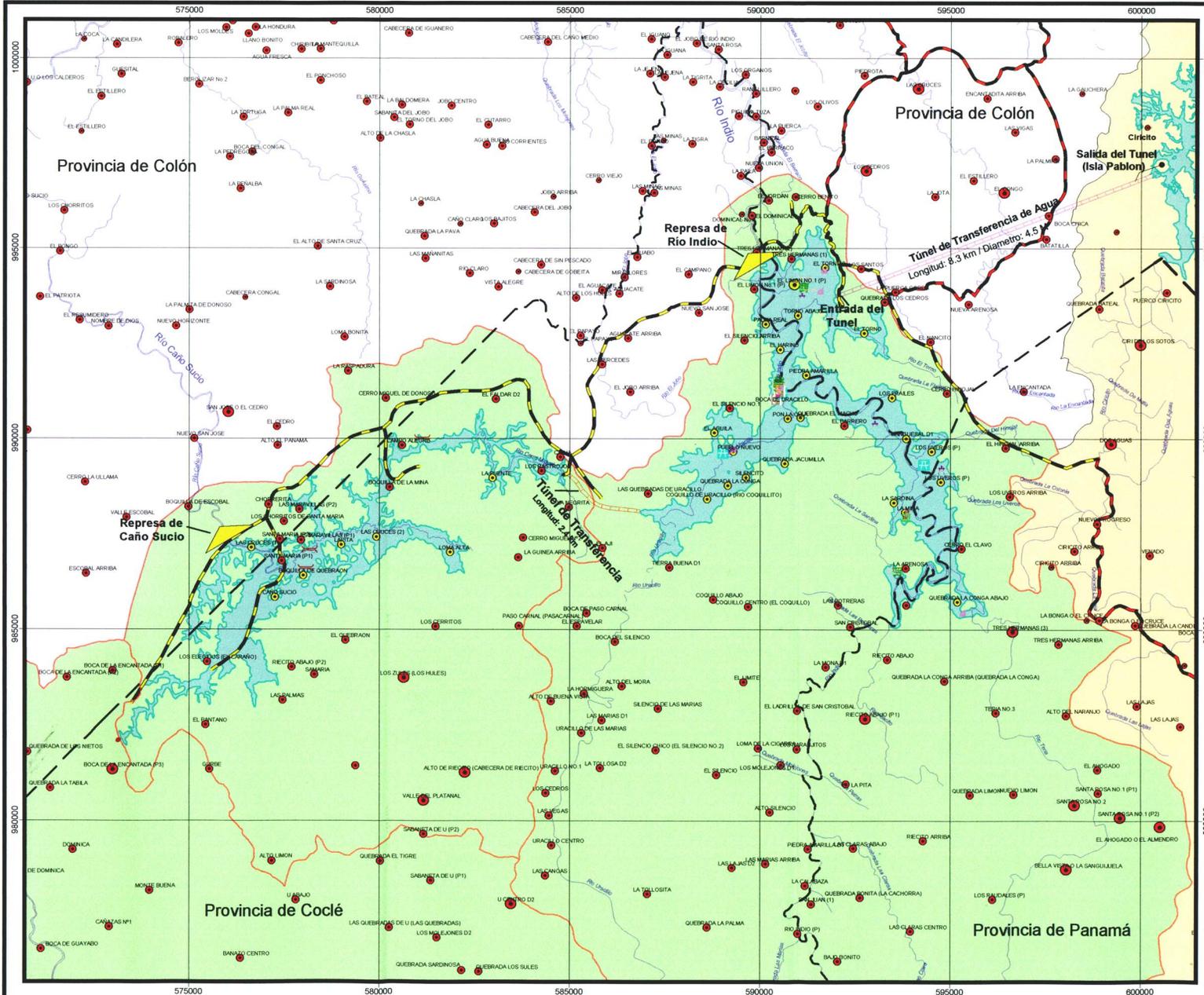
- LEYENDA**
- Represas
 - Diques Auxiliares
 - Túnel de Transferencia Rio Indio - Lago Gatún
 - Túnel de Transferencia Caño Sucio - Rio Indio
 - Límite Provincial
 - Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
 - Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
 - Ríos Principales y Secundarios
 - Límites de las Subcuencas de la ROCC
 - Embalses Caño Sucio 100-90 e Indio 80-40
 - Cuenca Occidental
 - Cuenca Oriental

- Cantidad de Habitantes**
- | | |
|------------|--------------|
| I. Directo | I. Indirecto |
| 1 - 107 | 1 - 107 |
| 108 - 357 | 108 - 357 |

- Infraestructuras**
- | | |
|--|----------------------|
| 2 Agua Potable, Distribución, Almacenamiento | 9 Gubernamental |
| 6 Fuente, Tanques de Reserva de Agua | 15 Iglesia o Capilla |
| 8 Cementerio | 11 Puente |
| 3 Clínica o Puesto de Salud | 3 Telecomunicación |
| 16 Comercio/Industrial/agroindustria | |
| 11 Escuela | |

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.





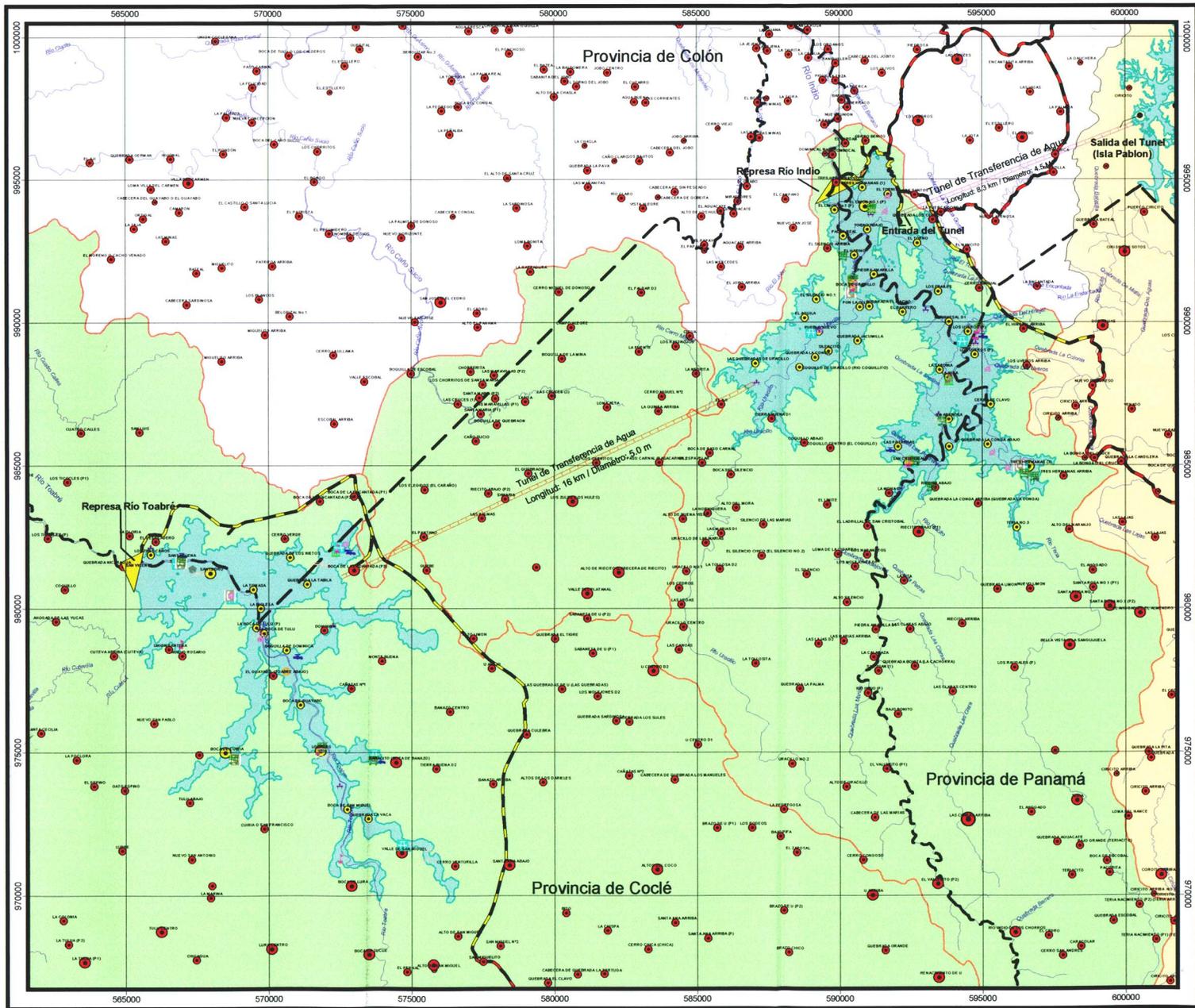
EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC
OPCIÓN 6: CAÑO SUCIO 100-90 - INDIO 45-40
IMPACTOS POTENCIALES SOBRE LA POBLACIÓN E INFRAESTRUCTURA

ACP AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

- LEYENDA**
- Represas
 - Túnel de Transferencia Río Indio - Lago Gatún
 - Túnel de Transferencia Caño Sucio - Río Indio
 - Limite Provincial
 - Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
 - Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
 - Ríos Principales y Secundarios
 - Límites de las Subcuencas de la ROCC
 - Embalses Caño Sucio 100-90 e Indio 45-40
 - Cuenca Occidental
 - Cuenca Oriental
- Cantidad de Habitantes**
- | | |
|------------|--------------|
| I. Directo | I. Indirecto |
| 1 - 107 | 1 - 107 |
| 108 - 357 | 108 - 357 |
- Infraestructuras**
- | | |
|-------------------------------------|---------------------|
| 4 Área Recreativa | 4 Gubernamental |
| 4 Cementerio | 6 Iglesia o Capilla |
| 1 Clínica o Puesto de Salud | 10 Puente |
| 7 Comercio/Industrial/agroindustria | 2 Telecomunicación |
| 3 Escuela | |

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.





EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC

OPCIÓN 7: TOABRÉ 95-50 - INDIO 80-40
IMPACTOS POTENCIALES SOBRE LA POBLACIÓN E INFRAESTRUCTURA



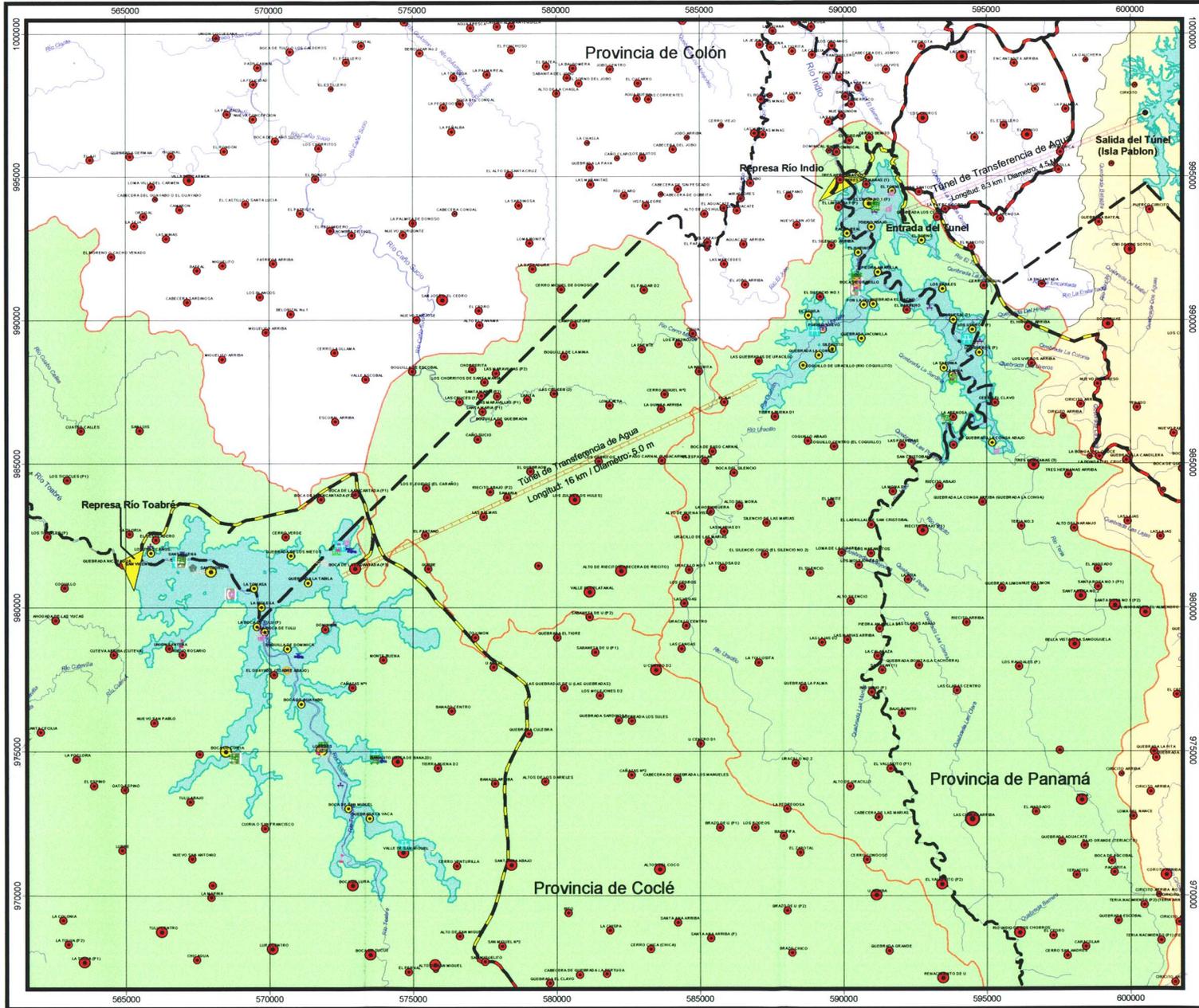
- LEYENDA**
- Represas
 - Diques Auxiliares
 - Túnel de Transferecia Río Indio - Lago Gatún
 - Túnel de Transferecia Toabré - Río Indio
 - Límite Provincial
 - Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
 - Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
 - Ríos Principales y Secundarios
 - Límites de las Subcuencas de la ROCC
 - Embalses Toabré 95-50 e Indio 80-40
 - Cuenca Occidental
 - Cuenca Oriental

- Cantidad de Habitantes**
- | | |
|------------|--------------|
| I. Directo | I. Indirecto |
| 1 - 107 | 1 - 107 |
| 108 - 357 | 108 - 357 |

- Infraestructuras**
- | | |
|---|----------------------|
| 10 Agua Potable, Distribución, Almacenamiento, Fuente, Tanques de Reserva de Agua | 12 Gubernamental |
| 11 Área Recreativa | 21 Iglesia o Capilla |
| 12 Cementerio | 17 Puente |
| 5 Clínica o Puesto de Salud | 6 Telecomunicación |
| 22 Comercio/Industrial/agroindustria | |
| 19 Escuela | |

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.





EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC

OPCIÓN 8: TOABRÉ 95-50 - INDIO 45-40

IMPACTOS POTENCIALES SOBRE LA POBLACIÓN E INFRAESTRUCTURA

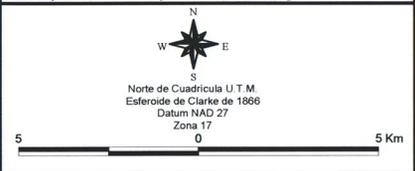
ACP
AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

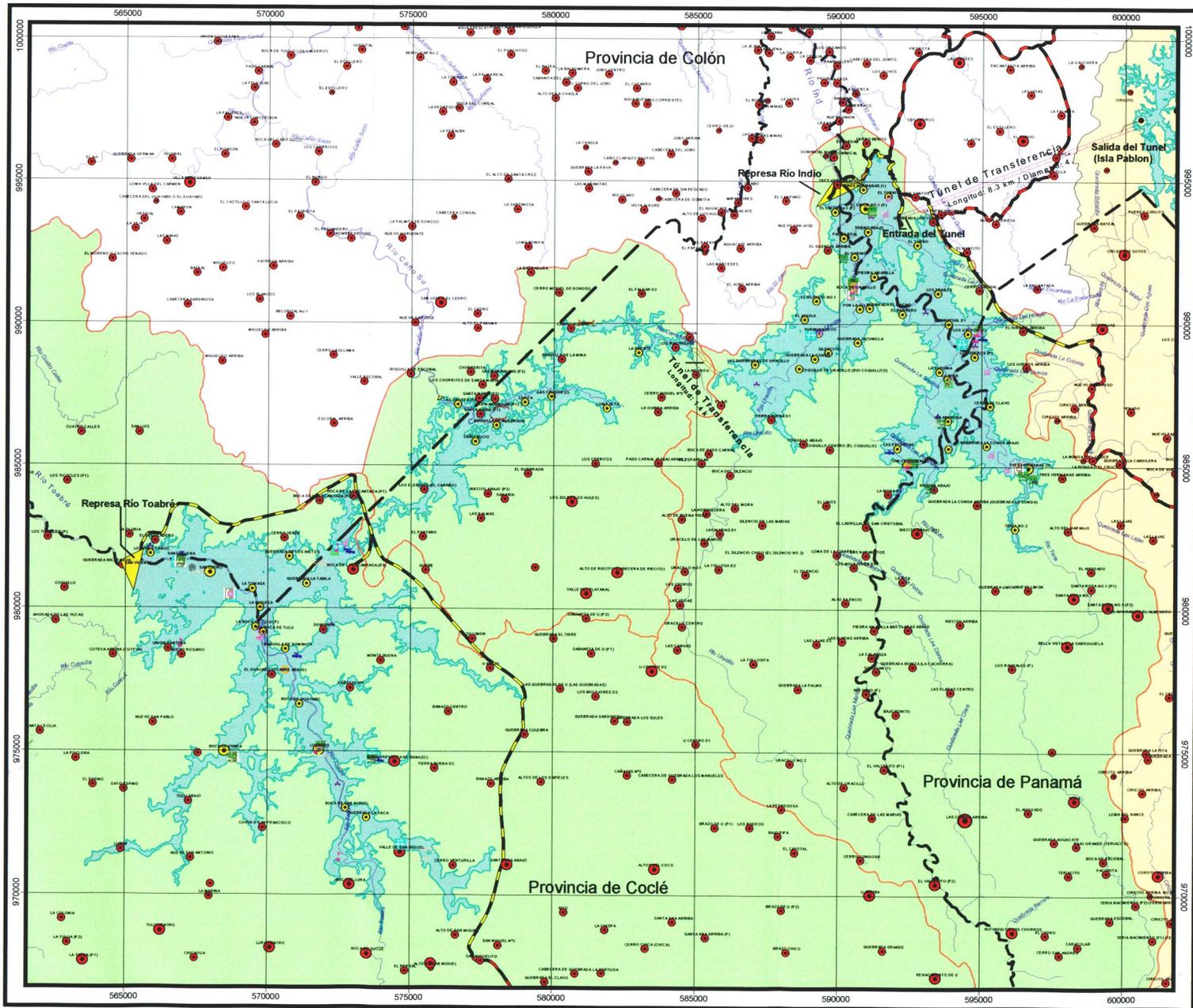
- LEYENDA**
- Represas
 - Túnel de Transferecia Río Indio - Lago Gatun
 - Túnel de Transferecia Toabré - Río Indio
 - Limite Provincial
 - Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
 - Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
 - Rios Principales y Secundarios
 - Limites de las Subcuencas de la ROCC
 - Embalses Toabré 95-50 e Indio 45-40
 - Cuenca Occidental
 - Cuenca Oriental

- Cantidad de Habitantes**
- | | |
|------------|--------------|
| I. Directo | I. Indirecto |
| 1 - 107 | 1 - 107 |
| 108 - 357 | 108 - 357 |

- Infraestructuras**
- | | |
|--|----------------------|
| Agua Potable, Distribución, Almacenamiento, Fuente, Tanques de Reserva de Agua | 7 Gubernamental |
| Area Recreativa | 12 Iglesia o Capilla |
| Cementerio | 16 Puente |
| 3 Clinica o Puesto de Salud | 5 Telecomunicación |
| 13 Comercio/Industrial/agroindustria | 11 Escuela |

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.





EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC
OPCIÓN 9: TOABRÉ Y CAÑO SUCIO A 100-90 INDIO 80-40
IMPACTOS POTENCIALES SOBRE LA POBLACIÓN E INFRAESTRUCTURA
 AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP)

LEYENDA

- Reseras
- Diques Auxiliares
- Túnel de Transferencia Río Indio - Lago Gatún
- Túnel de Transferencia de Caño Sucio - Río Indio
- Limite Provincial
- Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
- Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
- Ríos Principales y Secundarios
- Límites de las Subcuencas de la ROCC
- Embalses Toabré Caño Sucio 100-90 e Indio 80-40
- Cuenca Occidental
- Cuenca Oriental

Cantidad de Habitantes

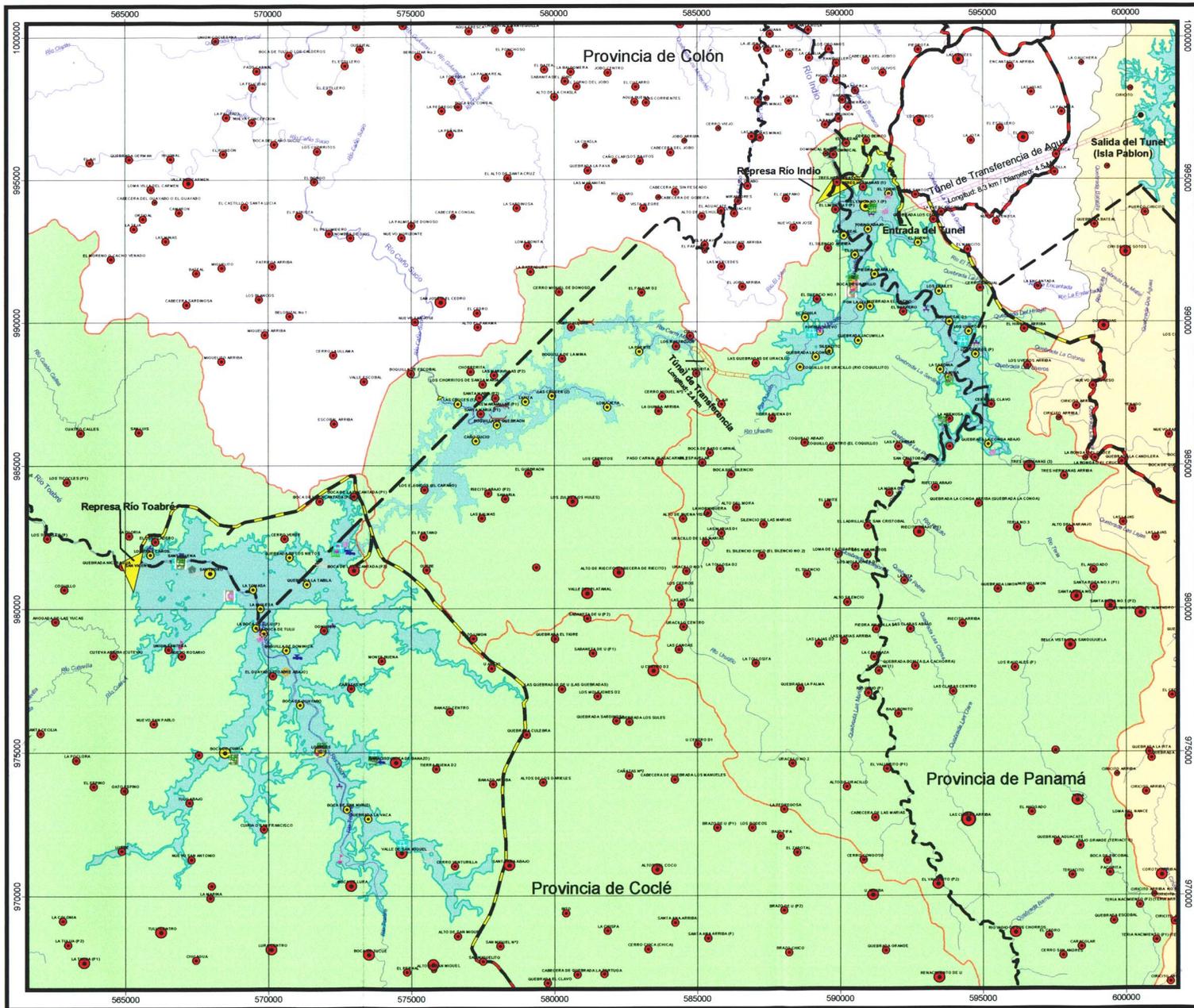
I. Directo	I. Indirecto
1 - 107	1 - 107
108 - 357	108 - 357

Infraestructuras

Agua Potable, Distribución, Almacenamiento, Fuente, Tanques de Reserva de Agua	12 Gubernamental
11 Área Recreativa	21 Iglesia o Capilla
12 Cementerio	20 Puente
5 Clínica o Puesto de Salud	6 Telecomunicación
22 Comercio/Industrial/agroindustria	
19 Escuela	

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.





EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE AGUA EN LOS RÍOS INDIO, CAÑO SUCIO Y TOABRÉ, ROCC
OPCIÓN 10: TOABRÉ Y CAÑO SUCIO A 100-90 INDIO 45-40
IMPACTOS POTENCIALES SOBRE LA POBLACIÓN E INFRAESTRUCTURA



- LEYENDA**
- Represas
 - Túnel de Transferecia Río Indio - Lago Gatún
 - Túnel de Transferecia de Caño Sucio - Río Indio
 - Limite Provincial
 - Caminos Existentes de Acceso a los Embalses
 - Caminos Temporales durante la Fase de Construcción
 - Rios Principales y Secundarios
 - Límites de las Subcuencas de la ROCC
 - Embalses Toabre Caño Sucio 100 -90, Indio 45-40
 - Cuenca Occidental
 - Cuenca Oriental

- Cantidad de Habitantes**
- | | |
|-------------------|---------------------|
| I. Directo | I. Indirecto |
| 1 - 107 | 1 - 107 |
| 108 - 357 | 108 - 357 |
- Infraestructuras**
- | | |
|--|----------------------|
| 6 Agua Potable, Distribución, Almacenamiento, Fuente, Tanques de Reserva de Agua | 7 Gubernamental |
| 9 Area Recreativa | 12 Iglesia o Capilla |
| 8 Cementerio | 19 Puente |
| 3 Clinica o Puesto de Salud | 5 Telecomunicación |
| 13 Comercio/Industrial/agroindustria | |
| 11 Escuela | |

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Contraloría General de la República, IGN "Tommy Guardia", URS Holding.



5.0 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

En este capítulo se describen los componentes del Plan de Manejo Ambiental (PMA) para prevenir reducir y controlar los impactos socioambientales y los riesgos asociados con las opciones de agua consideradas en las cuencas de los ríos Indio, Toabré y Caño Sucio. El PMA en todo momento, aplicará y respetará la legislación nacional y las regulaciones específicas de la ACP, debido a que las cuencas bajo estudio, al igual que el resto de la ROCC está bajo su jurisdicción. Además, se cumplirá con todas las regulaciones nacionales e internacionales destinadas a la conservación de los patrimonios natural y cultural de la región, y sobre todo con los derechos de los residentes de las comunidades locales.

El PMA de las opciones de agua bajo estudio, contiene diversos programas dirigidos a prevenir, reducir y controlar los impactos socioambientales identificados y evaluados, para las etapas de conceptualización y diseño, construcción, y operación y mantenimiento. El PMA pone especial énfasis en mejorar las condiciones económicas y la calidad de vida de los habitantes de las comunidades locales dentro del área de influencia; y en mantener, o mejorar si es posible, el régimen y la calidad de los recursos hídricos en las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré. Por lo tanto, además de las medidas de prevención, reducción y control de los impactos socioambientales y riesgos potenciales directos e indirectos, se promoverán actividades económicas sostenibles en las cuencas y que sean amigables al medio ambiente, que contribuyan a mantener la calidad y el régimen de los recursos hídricos, tendientes a lograr la gestión integrada de los mismos. Estos últimos se mencionan de manera conceptual en este PMA dado que la ACP actualmente ejecuta otro contrato específicamente dirigido a definir posibles escenarios para el desarrollo sostenible de las cuencas y sus alrededores incluyendo un propuesta de ordenamiento ambiental del territorio.

Aspectos Generales

El equilibrio ecológico en la cuenca del Canal de Panamá, incluyendo la Región Occidental de la misma, de la cual forman parte los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré, debe constituir una prioridad nacional por la importancia de esta obra de infraestructura y su funcionamiento para la vida nacional. Esto es especialmente cierto en la medida en que el canal se moderniza y amplía para dar respuesta a la demanda adicional de tráfico de buques y mercancías a través del mismo como consecuencia del crecimiento económico global. Se espera que las necesidades de agua se incrementen tanto por ese aumento en la demanda de tránsitos como por el crecimiento de las poblaciones que se abastecen de las mismas fuentes.

En relación con el abastecimiento de agua adicional, la problemática descrita en los capítulos anteriores indica que existen problemas socioambientales predecibles asociados a todas y cada una de las opciones que han sido consideradas en la tres cuencas. Esos impactos son de naturaleza similar para las seis opciones consideradas y varían principalmente como función del tamaño de la opción de agua específica. Sin embargo, de la misma discusión en los capítulos precedentes se deduce que, los impactos potenciales de cada una de las opciones consideradas pueden ser debidamente prevenidos, reducidos, controlados o compensados y ninguno de ellos representa una “falla fatal” para la ejecución de la opción más adecuada para suministrar el agua requerida. Los aspectos más significativos están ligados a la necesidad de relocalización adecuada de los residentes de comunidades locales que están asociados a cualquiera de las opciones consideradas.

Desde el punto de vista socioeconómico, la población total del área es poca y muy pobre. Por lo tanto, los costos de reposición de sus propiedades, infraestructura productiva y de servicios y la indemnización, por lucro cesante de sus actividades productivas y las inconveniencias de su desplazamiento, son también limitados cuando se consideran como un componente de la inversión global. De hecho se puede considerar que la ejecución de una de las opciones de agua podría servir como elemento central de un esfuerzo nacional para mejorar las condiciones de vida de esas comunidades e insertarlas de una manera más dinámica y justa, al quehacer nacional.

Desde el punto de vista biofísico, la alta precipitación y temperatura determinan un proceso fuerte de meteorización de las rocas subyacentes y lixiviación de suelos, que ha conducido a una baja fertilidad. En esas condiciones el factor limitante, para los procesos vitales de los ecosistemas, es la disponibilidad de nutrientes; y como respuesta, la evolución ecosistémica ha dado origen, en estos ambientes, a bosques de gran desarrollo estructural y diversidad biológica que mantienen los nutrientes ligados a su biomasa, para evitar que sean arrastrados aguas abajo. Estos ecosistemas boscosos son muy productivos pero muy frágiles a la pérdida de nutrientes y por lo tanto muy susceptibles a la deforestación y las quemadas que exponen los nutrientes, mineralizados y solubles en forma de cenizas, a la acción de ese clima de gran poder de dilución y arrastre.

A pesar de eso, los impactos y riesgos potenciales se consideran poco significativos, dado que las cuencas ha sido fuertemente intervenidas por un proceso desordenado de colonización y uso del suelo, que ha eliminado la mayor parte de los ecosistemas nativos. Antes bien, la ejecución de una o más de las opciones de agua analizadas, constituye una oportunidad tanto para mejorar las

condiciones ambientales de la cuenca, como para recuperar y conservar la diversidad biológica y sus valores asociados.

El problema ambiental más importante en las cuencas, al igual que en el resto de la ROCC, es la deforestación y las quemadas que se producen mayormente como resultado de la extracción de leña para cocinar, la agricultura migratoria y la conversión a potreros para la ganadería extensiva. Ese deterioro y empobrecimiento ambiental ha causado también un empobrecimiento de la población y un deterioro de sus condiciones de vida.

A pesar de eso, las condiciones existentes son adecuadas para la implementación de cualquiera de las opciones de agua consideradas. Los análisis realizados indican que con las tasas actuales de erosión y exportación de nutrientes, los riesgos de sedimentación y eutrofización aceleradas de los posibles embalses son reducidos. Sin embargo, se debe considerar que si bien no existen en el momento actual grandes riesgos que atenten contra la vida útil del embalse por sedimentación y contra el mantenimiento de la calidad del agua, esta situación pudiera deteriorarse si se produce un incremento en la intensidad del uso de la tierra que no este de acuerdo con las limitaciones impuestas por las condiciones biofísicas anteriormente descritas.

En base a las consideraciones anteriores parece evidente que para viabilizar social y ambientalmente la opción de agua que sea seleccionada para formar parte del Plan Maestro de Modernización y Ampliación del Canal, en caso de que así sea, es necesario que el plan de manejo ambiental deberá trabajar en dos ejes principales: la relocalización adecuada y el mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades locales; y la recuperación, mejoramiento y conservación de los bienes y servicios ambientales asociados con los ecosistemas originales de la cuenca. Por lo tanto, el PMA tiene dos componentes principales:

- Un **plan de reasentamiento y desarrollo humano** que compense y resarza, y que especialmente mejore las condiciones de vida para las comunidades, familias y personas que podrían ser afectadas por la opción u opciones que resulten seleccionadas; y
- Un **plan de recuperación y protección de las condiciones biofísicas** de las cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré a fin de restablecer plenamente los bienes y servicios ambientales de las mismas, reduciendo así los riesgos ambientales para la operación del canal.

Estos dos grandes componentes del PMA incluyen las medidas de prevención, reducción y control de los impactos socioambientales y riesgos potenciales que están dirigidas directamente a evitar y minimizar los efectos de los posibles impactos socioambientales y riesgos negativos y maximizar los positivos. En la práctica esto implica un conjunto de acciones orientadas a prevenir los impactos socioambientales y riesgos que pueden prevenirse, reducir los que no pueden ser prevenidos, compensar o resarcir por los efectos netos que no pueden ser prevenidos o reducidos, y potenciar los beneficios directos e indirectos.

Además de estos dos grandes componentes, para completar el PMA se hace necesario incluir otros elementos necesarios para que el PMA logre sus objetivos. Entre estos los más importantes incluyen:

- Un **plan de monitoreo socioambiental** con los parámetros e indicadores que se deben utilizar y la frecuencia de obtención de información para cada uno de ellos. Las actividades de monitoreo persiguen un doble propósito, por una parte se quiere verificar periódicamente que las medidas de prevención, reducción y control estén cumpliendo su cometido en relación a sus objetivos; y por otra parte se quiere conocer el estado de “salud” socioambiental del área de influencia.
- Un **programa de verificación y control**, con sus mecanismos de ejecución. Las actividades de verificación y control tienen una estructura similar a la de monitoreo pero, con el objeto de demostrar que las acciones que se deben estar tomando efectivamente se ejecutan. Más que para determinar la “salud” ambiental de la región, es la efectividad de la “gestión” ambiental y de los procedimientos administrativos. La Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) será, por ley, quién verifique estas actividades.
- Un **plan de contingencia**, el cual incluye las medidas para prevenir, reducir y controlar, o dar respuesta, a las situaciones de emergencia. El plan incluye la prevención y control de cualquier derrame y otras contingencias especialmente durante la etapa de construcción. Durante la fase de operación se deberá disponer de un plan de evacuación y protección de las comunidades aguas abajo, en caso de que se llegue a producir una falla de la presa.
- Un **presupuesto adecuado** a los costos de las medidas de prevención, reducción y control de los impactos socioambientales, las actividades de monitoreo y las actividades de verificación y control que conforman, de manera conjunto, el PMA.

Finalmente, se incluyen los costos que representan la ejecución del Plan de Manejo Ambiental. Al preparar el estimado de los costos se ha tomado en cuenta los desembolsos tanto por las actividades de prevención, reducción y control, como de monitoreo y de verificación y control.

5.1.1 Objetivos del PMA

El PMA persigue que la opción de agua seleccionada, se ejecute y opere sin la ocurrencia de impactos ambientales y sociales adversos que no hayan sido tomados en cuenta. Para ello se organiza en varios componentes (programas) según la naturaleza de las acciones y requiere de la participación de personal especializado.

Más específicamente los objetivos del PMA incluyen los siguientes:

1. Proporcionar a la ACP un documento donde consten las medidas necesarias para prevenir, minimizar, mitigar y compensar o resarcir, los impactos socioambientales actuales y potenciales derivados de la ejecución de una o más de las opciones de agua consideradas;
2. Identificar los temas importantes para los cuales es necesario adquirir mayor información para poder definir el esquema de manejo necesario;
3. Definir los parámetros y variables que se usarán para determinar y mejorar la calidad ambiental en el área de influencia del proyecto, a través del monitoreo;
4. Establecer los mecanismos para que las autoridades pertinentes puedan dar seguimiento a las consecuencias ambientales del proyecto e implementar los controles necesarios;
5. Definir las medidas para prevenir, reducir y controlar y/o dar respuesta a situaciones de emergencia; y
6. Detallar los costos de llevar a cabo el PMA.

5.1.2 Responsabilidad y Mecanismo de Ejecución del PMA

El PMA describe los programas que deben ser ejecutados o cumplidos por la ACP y/o los contratistas para prevenir y minimizar los impactos socioambientales durante la conceptualización, diseño, construcción, operación y mantenimiento de la opción u opciones de agua que resulten seleccionadas para el Plan Maestro de ampliación y modernización del canal.

Ante los requerimientos de prevención, minimización, reducción y control y compensación de los impactos socioambientales, la ACP y/o el contratista deberán contar con personal responsable de lograr el cumplimiento a cabalidad de los programas. Las responsabilidades específicas del Coordinador Socioambiental del Plan de Manejo Ambiental serán:

- Asegurar el cumplimiento de los requisitos ambientales establecidos en los programas del PMA y de las condiciones contractuales impuestos al proyecto;
- Garantizar que el PMA del proyecto sea apropiadamente implementado y monitoreado;
- Preparar informes semanales sobre el cumplimiento de disposiciones ambientales;
- Proporcionar informaciones a la ACP, la ANAM y otros organismos del Estado Panameño, cuando éstos lo requieran;
- Inspeccionar periódicamente las áreas de trabajo para verificar el cumplimiento del PMA;
- Dar respuesta inmediata a las situaciones de emergencia, a través del Plan de Contingencia; e
- Interactuar con las comunidades locales para mantenerlas informadas de los eventos del proyecto y tratar oportunamente cualquier asunto de interés.

En el inciso 5.5 se describe la organización prevista para la ejecución del Plan de Manejo Ambiental, incluyendo el organigrama correspondiente.

5.2 Plan de Reasentamiento y Desarrollo Humano

El plan de reasentamiento y desarrollo humano incluye las acciones de prevención, reducción y control de los impactos socioambientales y riesgos potenciales a la población que pudiera ser directa e indirectamente afectada en caso de que se ejecute alguna de las opciones de agua consideradas. En el mismo se incluye las actividades específicas organizadas por programas en temas afines y para cada uno de ellos se incluye la justificación del mismo, sus objetivos y la descripción de las medidas de prevención, reducción y control de impactos. Estas medidas se agrupan por etapas de construcción y diseño final, operación y un eventual abandono.

Las cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré, al igual que toda la Región Occidental de la Cuenca del Canal (ROCC) contienen a núcleos familiares y pequeñas comunidades que viven mayormente en extrema pobreza. Ante la posibilidad de efectuarse un desplazamiento de las familias que actualmente habitan las zonas propuestas para las opciones de agua para el Canal, la ACP acertadamente está considerando todos los elementos para que ese sea exitoso. El plan de reasentamiento y desarrollo humano se basa en la evaluación de los impactos socioeconómicos potenciales y los riesgos y costos asociados que enfrentaría la población de las tres cuencas y áreas adyacentes en caso de que una de las opciones de agua consideradas sea ejecutada. El objetivo primordial del plan es prevenir, reducir y controlar los impactos socioambientales y riesgos potenciales negativos, potenciar los positivos y mejorar la infraestructura socioeconómica local para dejar a los habitantes del área de influencia de la opción seleccionada en mejores condiciones de vida que antes del desplazamiento.

La ejecución de cualquiera de las opciones de agua contempladas tiene impactos directos e indirectos sobre la población actualmente localizada en las zonas potenciales de inundación. A nivel familiar dichos impactos incluyen el desplazamiento de las familias de las áreas afectadas, sus pertenencias, sus fuentes de producción y auto subsistencia y su tejido social comunitario. A nivel comunal los impactos incluyen la pérdida de la infraestructura social y económica, el traslado de los núcleos de actividad comercial y la red institucional informal en la que se desarrolla la comuna.

Por otro lado, la ejecución de cualquiera de las opciones tiene también impactos positivos, como la generación de empleo remunerado en una de las regiones más pobres del país, lo mismo que la oportunidad de adquirir nuevas destrezas productivas que podrían generar un mayor ingreso permanente a las familias afectadas. Finalmente, la ejecución de las opciones de agua presenta la oportunidad de mejorar el desarrollo regional y la infraestructura socioeconómica pública, apoyándose en las economías de escala que traerían las actividades de construcción de las opciones. Los impactos y riesgos potenciales sobre los aspectos socio-económicos y culturales fueron descritos en la sección de impactos.

Indudablemente que las opciones de agua contempladas tendrán impactos directos e indirectos sobre la población de las cuencas de los Río Indio, Caño Sucio y Toabré. Para minimizar dichos impactos es necesario tomar en cuenta tres factores principales:

- a. **Una estimación adecuada de la compensación a la población afectada.** Los montos de compensación, la administración y desembolso de dichos montos y la minimización de los desequilibrios locales que estos pueden causar son de suma importancia para reducir el impacto social y aumentar la armonía entre los desplazados y los no desplazados. Sobre todo, hay que evitar el recalentamiento de las economías locales que se pueda producir debido a la inyección repentina de recursos líquidos dentro de un grupo poblacional reducido. Este posible recalentamiento produciría niveles altos de inflación local que perjudicaría a la población receptora de las familias desplazadas, creando así un factor de discordia local. Como se verá más adelante, la compensación debe evitar la creación de ganadores y perdedores dentro de una comunidad.
- b. **Crear un ambiente de oportunidad.** Cuando se vive en extrema pobreza y se recibe de repente un alto nivel de asistencia económica y social se crea un incentivo para el asistencialismo, es decir, para crear un clima de dependencia que no conduce al desarrollo local. Por lo tanto, los mecanismos de compensación deben orientarse a la

creación de oportunidades (Vg: desarrollo de la infraestructura económica local y de capacitación y educación locales) y no a las de una mera transferencia de dinero.

- c. **Proveer bienes públicos.** Para evitar el resentimiento por parte de las familias no compensadas, es necesario que el programa de mitigación enfatice la provisión de bienes públicos, como el agua potable, la educación básica de calidad, los servicios de salud básica y los medios de comunicación y transporte que beneficie tanto a los desplazados como a los no desplazados. De esta forma se crea una consistencia entre la distribución de los beneficios entre ambos grupos, produciendo también la captura local de una parte de los beneficios de la expansión del Canal¹.

Al igual que el resto de la ROCC, las cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré son regiones muy pobres; de hecho no son autosuficientes, su ingreso per cápita promedio es 21 veces menor que el ingreso promedio nacional y el ingreso recibido por las personas que trabajan es menor a los B. / 70 mensuales². Por lo tanto, el costo total de reemplazar las propiedades familiares y la infraestructura existente es pequeño con respecto al costo total de cualquiera de las opciones consideradas. Sin embargo, *por tratarse de familias pobres que han estado históricamente aisladas y que capturarían una mínima porción de los beneficios directos de la expansión del Canal, el riesgo de imagen que tiene el manejo del proceso de prevención, reducción y control de impactos socioambientales es extremadamente alto.* De hecho, el éxito final del plan de reasentamientos y desarrollo humano se traduciría rápidamente en un éxito administrativo y gerencial para la ACP y el Gobierno, que favorecería el apoyo de todos los panameños al programa de modernización del canal, mientras que—inversamente—*si el plan se maneja de manera inadecuada, el impacto negativo sobre la imagen institucional podría retrasar el cronograma de ejecución de las opciones contempladas.*

¹ Estos tres puntos son fundamentales y completamente consistentes con las lecciones aprendidas sobre el desplazamiento involuntario y el reasentamiento de familias en situación similar a la ROCC, las cuales están resumidas en: World Bank, 1996. "Resettlement and Development: The Bankwide Review of Projects Involving Involuntary Resettlement 1986-1993." Environment Department Paper No. 032, Washington DC. Dichas lecciones indican que la **estimación adecuada** de la compensación, junto con la supervisión constante del **cumplimiento de los acuerdos** con los desplazados son de suma importancia para el éxito de los programas de reasentamiento.

² Ver Cuadro 4.7.4 de URS-Dames and Moore, 2003. Región Occidental/ Contrato No.SSA-53-299. Recopilación y Presentación de Datos Socioeconómicos de la Región Occidental de la Cuenca del Canal de Panamá. URS, Panamá.

5.2.1 Objetivos del Plan de Reasentamiento y Desarrollo Humano

El objetivo principal del plan es prevenir, reducir y controlar los impactos negativos directos e indirectos que ocasionarían las opciones de agua sobre los aspectos sociales y económicos de las familias que habitan en el área de influencia directa e indirecta. Su propósito es satisfacer las necesidades de las familias afectadas con respecto a las pérdidas materiales, sociales y emocionales que ocurrirían con la ejecución de las opciones contempladas por la ACP. Igualmente, su propósito es definir las oportunidades que tendría el programa de modernización y ampliación del canal para mejorar las condiciones de vida de las familias afectadas, para compensar o resarcir a las familias por los impactos negativos, aún cuando existiere un reemplazo directo de los bienes afectados.

Para lograr estos objetivos esta sección recurre a las lecciones aprendidas de los reasentamientos involuntarios en otros países—resumidos en la documentación del Banco Mundial y de autores especializados³. Estas lecciones incluyen aspectos específicos sobre los contenidos y logística del proceso de reasentamiento, lo mismo que sanas advertencias sobre la obligatoriedad de enfatizar la equidad del proceso, tanto entre reasentados, como entre reasentados y la comunidad receptora.

5.2.2 Componentes del Plan de Reasentamiento y Desarrollo Humano

El plan de reasentamiento y desarrollo humano en las comunidades del área de influencia de las opciones de agua consideradas que involucran las tres cuencas, tiene cuatro componentes principales, que juntos deberían mejorar las condiciones socioeconómicas de éstas, lo cual se reflejaría en un período de tiempo relativamente corto en los indicadores de la calidad de vida. Estos componentes principales del plan se describen a continuación:

- **Programa de Reasentamiento de las Comunidades.** Prevención, reducción y control del impacto directo del desplazamiento de las familias afectadas por las zonas de inundación. Este componente tiene como objetivo reemplazar los bienes y propiedades familiares que desaparecerían bajo las aguas, lo mismo que compensar o resarcir a las familias afectadas por los daños y molestias producidos por su reasentamiento en otro sitio de la región. El

³ World Bank, 1996. *Op. cit.*; Cernea, Michael M., 1988. "Involuntary Resettlement in Development Projects: Policy Guidelines in World Bank-financed Projects." World Bank Technical Paper No. 80. Washington D.C.; Hansen, Art y Anthony Oliver-Smith, eds., 1982. *Involuntary Migration and Resettlement: The Problems and Responses of Dislocated People*. Boulder, Colorado: Westview Press.

reemplazo de los bienes familiares es necesario pero insuficiente. A este costo hay que añadir una compensación por los daños y molestias emocionales que experimentan las familias cuando son desplazadas de sus hogares. La compensación y resarcimiento vendría en dos formas: una compensación monetaria para aliviar las molestias durante de la etapa de transición⁴ y una compensación de tipo institucional a través de programas de capacitación y adquisición de nuevas destrezas laborales para incrementar la capacidad de empleo y productividad local. Dentro de este componente—y relacionado con el programa de mitigación para el mantenimiento de la cohesión comunitaria—se incluye una regla gerencial: reducir en lo posible la distancia entre los sitios actuales de actividad agropecuaria y el sitio de reasentamiento. La minimización de la distancia entre el sitio actual y el de reasentamiento—incluyendo las tierras de producción—es muy importante como factor de compensación y debe ser tomado en cuenta en detalle una vez que la ACP decida sobre la opción a seguir⁵. Igualmente, la minimización de la distancia de reasentamiento debe ir acompañada de un esfuerzo para reasentar a las familias desplazadas en comunidades compatibles étnica, cultural y socialmente.

- **Programa de Compensación por la Pérdida de Producción.** Prevención, reducción y control del impacto directo de la pérdida de la producción para el autoconsumo y para el comercio. El objetivo de este componente es compensar o resarcir a las familias afectadas por el valor de la producción perdida como consecuencia del desalojo. Esto incluye la pérdida de los cultivos comerciales anuales, lo mismo que los costos de reestablecimiento de los cultivos perennes y los ingresos productivos no recibidos durante el período de transición en la nueva zona de reasentamiento.
- **Programa de Protección de la Cohesión Comunitaria.** Prevención, reducción y control del impacto de la pérdida de la comunidad y de la cohesión social. El reasentamiento de las comunidades crea circunstancias especiales que no permiten el reemplazo exacto de las comunidades existentes. Aunque existe una buena posibilidad que un programa de reasentamiento bien ejecutado mejore la cohesión comunitaria en la zona de reasentamiento, también existe el riesgo de que las comunidades existentes no resistan la coyuntura y se

⁴ El uso de métodos de cálculo de la compensación, tales como la evaluación de la voluntad de aceptar pérdidas, o la evaluación de contingencia, será descrito en la sección sobre monitoreo de este documento.

⁵ Las experiencias en otros países indican que el pago por reemplazo de los bienes perdidos es necesario pero insuficiente. A esto hay que añadir un criterio de equidad fuerte en la mitigación para evitar la presencia de ganadores y perdedores dentro de una comunidad por causa de un proyecto. El traslado de grupos enteros a un mismo sitio cercano, y su acompañamiento con fuerte inversión comunitaria que beneficie a las comunidades receptoras, es fundamental para el éxito del proyecto. Ver *Resettlement News*, No. 4, Enero 2003.

desintegren bajo las presiones del desplazamiento. De acuerdo a estudios recientes⁶ las familias de la región tienen una preferencia marcada de trasladarse en grupo y a la distancia más corta posible de su lugar actual de asentamiento, ya que la mayoría de las comunidades de menos de 10 casas agrupan a núcleos de personas que son emparentadas o que se consideran como clanes afectivos y que funcionan como familias con hogares múltiples. Igualmente, el estudio sociocultural subraya que la afinidad cultural (Vg. Costumbres, música, fiestas patronales, etc.) puede ser un aglutinante poderoso que ayudaría a insertar a familias desplazadas en comunidades receptoras con valores culturales similares. El objetivo de este componente es de reemplazar, ampliar y mejorar la infraestructura social de las comunidades y hogares desplazados: escuelas, centros de salud, iglesias, cementerios y centros comunales. El reemplazo sería acompañado de una compensación y resarcimiento a la comunidad a través del mejoramiento de la calidad y capacidad de la infraestructura reemplazada—mejores escuelas, mejores centros de salud, etc.

- **Programa de Reemplazo y Mejoramiento de la Infraestructura Económica.** Prevención, reducción y control del impacto de la pérdida de la infraestructura económica, incluyendo caminos y puentes, núcleos locales de actividad comerciales e infraestructura de transporte terrestre y fluvial. El objetivo de este componente es de reemplazar y mejorar la infraestructura económica regional con miras a generar un mejor acceso a los centros de actividad comercial fuera de las zonas de inundación. Dentro de este componente se le dará atención a la provisión de infraestructura vial a las comunidades río abajo de la(s) represa(s) que vean afectadas su capacidad de transporte fluvial y su capacidad de intercambio comercial. La compensación de este impacto incluiría el reemplazo de los kioscos comerciales, la restauración y mejoramiento de las vías de acceso al perímetro de inundación, y vías de acceso mejoradas en el perímetro de las zonas localizadas río abajo de la presa.
- **Programa de Asistencia Técnica para el Desarrollo Sostenible.** Es indudable que el bienestar de las poblaciones en los alrededores de la opción de agua constituye la mejor garantía para recuperar y mantener el equilibrio ecológico en las cuencas de los ríos y áreas vecinas. Por lo tanto, el plan de manejo debe diseñarse en función del bienestar de esas poblaciones que tradicionalmente han estado aisladas y han recibido poca atención del Gobierno Central y Local. Solamente de esta manera se podrá lograr la participación y cooperación de la población en la implementación del plan, lo cual es fundamental para el éxito del mismo. Para garantizar una mayor captura local de los beneficios de la expansión

⁶ Abt Associates/Planeta Panamá, 20004. *Op. cit.*

de las opciones de agua, este componente incluirá programas de desarrollo agropecuario local que enfatizan la comercialización. Este último enfoque es fundamental para garantizar que la asistencia técnica y nuevas prácticas ofertadas por el Ministerio de Desarrollo Agropecuario y el IDIAP que tengan validez económica, sean adoptadas por los productores voluntariamente. Es decir, toda la asistencia técnica ofrecida debe ser económicamente ventajosa para los productores, de lo contrario será ignorada. Obviamente que la conceptualización de un programa de desarrollo sostenible a largo plazo está fuera del alcance de este contrato, pero se proporcionan aquí los elementos primordiales del mismo.

5.1.5 Prevención y Control de Impactos Directos en la Fase de Construcción

La mayoría de los impactos de carácter económico y social, sobre todo aquellos que tiene un alto riesgo de afectar de manera negativa a los moradores y comunidades locales se manifestarán en la fase de construcción. Por lo tanto las medidas para prevenir, reducir y controlar estos efectos, encauzándolos para promover el desarrollo sostenible de las comunidades del área, también se llevarán a cabo durante esta etapa. A continuación se describen las principales medidas destinadas a viabilizar desde el punto de vista económico y social la ejecución de la opción de agua que resulte seleccionada de las cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré.

5.2.3.1 Programa de reasentamiento de las comunidades desplazadas

En términos generales, las familias desplazadas por los embalses propuestos deberían tener la opción de recibir el equivalente total en efectivo de todas las compensaciones e indemnizaciones por parte del programa de modernización y ampliación del canal. Este enfoque, aunque factible como parte del sistema de implementación, es considerado solamente en forma implícita en este análisis.

Para poder considerar las acciones que la ACP y el programa de modernización y ampliación del canal deben llevar a cabo para que las comunidades afectadas efectivamente mantengan o mejoren sus condiciones de vida, es necesario suponer que la relocalización de las comunidades afectadas se realizará en áreas muy parecidas a las que se encuentran actualmente. Esta es una forma clara y simple de reducir el impacto negativo directo del desplazamiento sobre el bienestar familiar, porque se minimiza el número de variables que se modifican durante el proceso de cambio y adaptación. En este sentido algunas áreas cercanas han sido identificadas en el estudio de factibilidad preparado para la Opción 1 (Figura 5-1), las cuales pudieran considerarse también como posibilidades para el reasentamiento requerido por las otras opciones consideradas en este análisis.

La alta pobreza y baja educación de la población afectada indica que un enfoque de mercado, donde las familias son libres de elegir su propio rumbo, es bastante ingenuo y puede conducir fácilmente al fracaso por el desconocimiento de la vida urbana por parte de las familias afectadas; sus grandes carencias en habilidades laborales de productividad adecuada, y la falta de disciplina financiera necesaria para manejar en forma apropiada los fondos de compensación.

Aunque la opción de salir del campo debe existir para las familias afectadas, la ACP y el Gobierno tienen la responsabilidad conjunta de ayudar a las familias en el proceso de transición y tratar de que esta opción solamente ocurra en casos especiales. Por ejemplo, cuando una parte considerable del grupo familiar ya radica en un área urbana. Esta es una situación factible de presentarse con alguna frecuencia entre las familias afectadas, dada la característica exportadora de la población de las cuencas y áreas aledañas.

Por otro lado, también se debe tener muy en cuenta que la causa fundamental de la oposición a la expansión por parte de algunos residentes de la cuenca obedece a la percepción generalizada de una gran desproporción en la distribución de los beneficios del programa de modernización y ampliación del canal, en la cual las familias desplazadas solo recibirían los impactos directos negativos. Esta percepción desaparecería en la medida en que se implemente un plan efectivo de prevención y control de los impactos socioambientales, y en la medida en que se materialicen las compensaciones o resarcimientos razonables y responsables, manejados a través de oficinas de ayuda directa a la población en las áreas probables de reasentamiento.

Aunque este análisis supone que las familias desplazadas volverían a duplicar sus actividades anteriores al desplazamiento, una gran parte podría emigrar a zonas urbanas. En ambos casos, la ACP tendría que instalar oficinas de apoyo a las familias afectadas para ayudarles en el proceso de transición a su nueva localidad. Más aún, estas oficinas deberán ser una fuente de recursos y de acceso a servicios institucionales, para que las familias desplazadas se sientan protegidas durante la transición a una decisión sobre su relocalización.

Bajo este marco, la prevención y control de los impactos del desplazamiento consiste en una serie de actividades concatenadas, cuyo objetivo inicial es lograr llegar a un acuerdo con la población sobre su traslado a otro sitio cercano, el monto de la compensación y resarcimiento, los mecanismos del traslado, el acceso a ayuda profesional durante la transición, y el calendario de ejecución.

Para llegar a un acuerdo sobre el traslado de las familias es necesario primero llegar a un acuerdo conceptual —el cual estaría atado a los incentivos financieros propuestos. Este acuerdo debe reflejar la filosofía de indemnización y compensación e incluir los mecanismos y alternativas de ejecución. Ese acuerdo debe perseguir que las familias afectadas mantengan durante y al final del proceso una calidad de vida igual o superior a su condición inicial. Para lograr estos acuerdos es recomendable que el programa de reasentamiento se maneje de manera integrada, incluyendo al menos los siguientes aspectos:

- i. *Ventanilla única de Asistencia.* El diseño de un programa de apoyo familiar, donde las familias desplazadas serían atendidas en forma integral, dándoles asistencia directa en la administración de la compensación monetaria, asistencia en el proceso de selección de la localidad de reasentamiento, la movilización hacia la misma, asistencia en el acceso a servicios de educación y salud, asistencia en el acceso a la capacitación laboral, asistencia en los aspectos de orientación laboral y asistencia psicológica. Para facilitar la eficacia de la asistencia, es importante que estas ventanillas consideren al menos los aspectos siguientes:
 - Localización de oficinas con *ventanilla única* en las áreas potenciales de recepción de las familias desplazadas⁷. El número de oficinas de ventanilla única sería menos importante que su localización, la cual debe estar en las áreas identificadas como idóneas y en los puntos de confluencias comerciales de la zona, incluyendo a los poblados más grandes del área de influencia (El Valle, Chiguirí Arriba y La Encantada).
 - Utilización de mecanismos rápidos y transparentes de asistencia en las ventanillas únicas, para que la ACP establezca credibilidad entre las familias desplazadas.
 - Enlace electrónico entre las ventanillas únicas y la base de datos del programa de prevención, reducción y control, para lograr eficiencia y una buena rendición de cuentas a la ACP y a la comunidad.

⁷ Para propósitos de presupuesto, 10 ventanillas únicas con un costo anual de operación de \$100,000 aumentarían el presupuesto en \$1 millón por año, lo cual es un costo bajo si logra asegurar la satisfacción de las familias desplazadas.

- ii. Realizar una encuesta de evaluación de contingencia de un tamaño mínimo de 100 hogares en las zonas afectadas directa e indirectamente por las opciones de agua, para evaluar la compensación que sería necesaria para mitigar la molestia que implica el reasentamiento involuntario de las familias afectadas y por las molestias sufridas por las comunidades receptoras y comunidades circundantes⁸.
- iii. Contratar una *organización* no gubernamental o ente independiente que negocie los acuerdos con las comunidades y las familias afectadas, bajo límites presupuestarios realistas⁹. Los costos presentados en este informe se pueden considerar como una primera aproximación a estos límites presupuestarios. El monto de compensación debe hacerse en base a un estudio sobre la voluntad de aceptar el traslado (valuación contingente), con el cual la ACP conocería de primera mano y en forma sistemática, el monto por persona que induciría a una familia a mudarse de lugar, provisto que se le reemplace y que mejore su habitabilidad y el acceso a la infraestructura social y económica.
- iv. Una vez acordado el monto de reemplazo y de compensación por el traslado, negociar con la comunidad las posibles zonas de reasentamiento, teniendo especial cuidado en minimizar la distancia entre el sitio actual y los sitios propuestos.
- v. Negociar un calendario de traslado, dando énfasis a la necesidad de hacerlo en la época de menos lluvia para poder hacer el reasentamiento con rapidez. El calendario debe tomar en cuenta el tiempo requerido para contar con los hogares de reemplazo antes de que las familias salgan de sus hogares actuales.
- vi. Preparar y firmar los contratos entre la ACP y las familias, con el aval de una institución respetable nacional (por ejemplo, un Consejo Episcopal o un Comité Inter-eclesiástico) y proceder a la ejecución del programa de relocalización.

⁸ El costo de una encuesta de este tipo tardaría aproximadamente 6 meses (2 meses para planificación y prueba de campo; 2 meses para su ejecución y 2 meses para su análisis y reporte), a un costo aproximado de \$ 120,000. Este costo es más alto que lo normal debido a la naturaleza especializada de la entrevista, la cual requiere personal profesional a nivel de campo.

⁹ Siempre existe la posibilidad de contubernio entre los miembros de las comunidades afectadas para resistirse durante la negociación para lograr un mayor monto de compensación. Bajo este escenario es necesario mantener como contexto el nivel de bienestar e ingreso de los hogares no afectados y utilizarlos como punto de referencia durante la negociación. La idea principal es que el beneficio recibido no cree desequilibrios económicos y morales entre los hogares de la comunidad. Por lo tanto el enfoque principal de la negociación debe ser el mantenimiento de un clima de equidad dentro de la comunidad receptora para poder asegurar el restablecimiento de la cohesión social. Por consiguiente, el criterio de equidad y su discusión e interiorización por parte de los afectados, debe ser uno de los componentes más importantes de la negociación, para así a reducir el problema de sobreprecio.

- vii. Contratar a un ente independiente para que—en conjunto con los municipios—identifique y adquiera la tierra necesaria para el reasentamiento de las familias desplazadas, bajo un esquema de precios que reflejen el mercado local de tierras.
- viii. Trabajar conjuntamente con los municipios, el sistema judicial y la Policía Nacional para evitar el reasentamiento de familias en las zonas desalojadas y en las tierras compradas para el reemplazo, a través del establecimiento de un perímetro de vigilancia costado por el PMC en las zonas de embalse, y de un acuerdo con las autoridades para el rápido desalojo de asentados ilegales en las tierras de reemplazo. Esta vigilancia se hará con personal local bajo contrato con una entidad privada independiente, operando con el aval de la comunidad.
- ix. Establecer convenios con entidades públicas y privadas para la provisión de capacitación laboral a las familias desplazadas, poniendo énfasis en la adquisición de destrezas que luego pueden ser utilizadas en el proceso de construcción de la opción de agua seleccionada.

Los costos de prevención, reducción y control de los impactos directos del desplazamiento de hogares como consecuencia de las inundaciones en las 6 opciones consideradas en las cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré se presentan en el cuadro 5-1, siguiente. El costo de reemplazo de una casa se estima en B/. 10,000 por vivienda¹⁰. Este costo incluye solamente el costo directo de reemplazar las viviendas afectadas, con mejoramientos en el uso de materiales más permanentes. Este costo se aplica a una vivienda promedio de 70 a 80 m² a un costo que oscile entre B/. 125 y B/. 140 incluyendo el costo del terreno. Dichos costos son un poco más altos que los costos de construcción local con materiales improvisados, pero son adecuados para la planificación y construcción de las viviendas de reemplazo¹¹.

¹⁰ Para propósitos de estimación de costos se utiliza la vivienda como unidad de cálculo. Aunque una vivienda puede albergar a más de un hogar—según lo define el Censo Nacional de la República—el costo de reemplazo y traslado de los bienes físicos es más apropiado para estas circunstancias.

¹¹ Del estudio de Abt Associates también se deriva la posibilidad de construir viviendas amplias con materiales más modestos, ya que las familias rurales no están acostumbradas a vivir en los espacios similares a los de las zonas urbanas. Sin embargo, este es un detalle que debe tomarse en cuenta en la próxima etapa de desarrollo del proyecto.

Cuadro 5-1
Cuencas de los Río Indio, Caño Sucio y Toabré. Costos de mitigación del impacto del desplazamiento de hogares, por opción de agua

Opción	Número de Viviendas	Población	Reemplazo de la Vivienda (B./)	Compensación Por Daños y Molestias (B./)	Capacitación (B./)	Totales (B./)
Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	438	2,170	4,380,000	2,170,000	438,000	6,988,000
Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	310	1,541	3,100,000	1,541,000	310,000	4,951,000
Toabré 95-50 + Río Indio 80-40	468	2,300	4,680,000	2,300,000	468,000	7,448,000
Toabré 95-50 + Río Indio 45-40	340	1,671	3,400,000	1,671,000	340,000	5,411,000
Toabré 100-90 + Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	684	3,361	6,840,000	3,361,000	684,000	10,885,000
Toabré 100-90 + Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	556	2,732	5,560,000	2,732,000	556,000	8,848,000

Nota: Los costos *simulados* utilizados en el Cuadro son: B. /10,000 por reemplazo de cada hogar; B./1,000 por persona como compensación por las molestias del traslado (provisional), y B./500 por persona capacitada, con un promedio de 2 personas capacitadas por hogar. Ver datos de las opciones 1 y 2 en los anexos.

El costo de las viviendas reemplazadas es para una casa de 100 m² en un terreno de 300 m² a un costo de terreno de \$ 1,000 y costo de construcción neto de \$ 90 por m², incluyendo el costo de transporte de los materiales. Este presupuesto es muy generoso, pero se incluye como referencia porque la construcción acelerada de varias casas a un mismo tiempo en comunidades locales pequeñas, resulta inevitablemente en una inflación temporal de costos de materiales y de construcción, especialmente cuando las comunidades receptoras saben que los fondos están garantizados¹².

La compensación por daños y molestias no se estima con precisión, sino que se presenta como un cálculo inicial. Para estimar con precisión la compensación que satisfaga a las familias afectadas es necesario recurrir a métodos de estimación que determinen la compensación que aceptaría una familia para ser desplazada voluntariamente¹³. Estos métodos de estimación no se

¹² Los costos de vivienda son cerca de tres veces los costos locales de autoconstrucción (materiales y terreno), los cuales se estiman en aproximadamente \$ 2,000 en total para una casa de 60 m². Estos costos fueron colectados por URS in situ en abril 2004.

¹³ La metodología más aceptada es la de evaluación de contingencia, donde a través de entrevistas sistemáticas se determina la voluntad de aceptar un "mal" a cambio de una compensación monetaria. Se considera necesario que el estudio de impacto ambiental de la opción seleccionada se incluya la estimación de estos costos. Junto con los

han efectuado a nivel de campo, por lo que las cifras del Cuadro anterior, son meramente especulativas. Como valor inicial se utiliza B/. 1,000 por persona, lo cual equivale a 1.8 veces el ingreso per cápita de la zona, el cual es de B/. 547.

Finalmente, los costos de prevención, reducción y control en la cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré incluyen los gastos esperados en capacitación laboral. Suponiendo que se contrate a una entidad independiente para llevar a cabo la capacitación laboral, se asigna un costo de B/. 500 por persona, por capacitación, a un máximo de 2 personas por vivienda como clientes de la capacitación.

El costo total de este programa de prevención, reducción y control para las tres cuencas oscila entre 5 y 11 millones de Balboas aproximadamente, dependiendo de la opción escogida. Todos los costos anteriores son realistas y se han estimado tomando en cuenta la necesidad de evitar a toda costa la inyección de más dinero que lo que soporta la economía local. Estos costos no incluyen los costos de operación de las ventanillas únicas mencionados anteriormente.

5.2.3.2 Programa de compensación por las pérdidas de producción

La compensación por las pérdidas de producción se debe hacer en forma transparente. Cada familia a ser desplazada debe pasar una breve auditoria *in situ* hecha por la organización independiente contratada por la ACP y avalada externamente, para contabilizar las posesiones de la familia y las áreas de producción anual y permanente. En base esta auditoria se pagaría a la familia su compensación respectiva al momento de llegar a su nuevo hogar. El costo de la tierra en propiedad de las familias del área ya fue calculado en la sección de impactos y será contabilizada al final de esta sección.

Para reducir el riesgo de reclamos y otros problemas relacionados, la ACP debe contratar a otra institución independiente para que emita pagos semestrales a las familias compensadas, por un período de tres años. Dichos pagos serían escalonados para reflejar el flujo de caja de los cultivos permanentes desplazados, evitando al mismo tiempo los problemas que podrían resultar de darle a una familia pobre y de poca educación, demasiado dinero de una sola vez y olvidarse de ella.

mismos se debe evaluar la disposición e interés de las comunidades de reasentarse en las áreas potenciales identificadas.

Este componente incluye la valoración de la producción desplazada de cultivos anuales y perennes¹⁴. Aproximadamente el 44.5% de la producción agrícola de la ROCC está en cultivos perennes, de los cuales, el café, la naranja y la piña se utilizan mayormente para el comercio, mientras que el plátano, el pixbae y el guineo se utilizan mayormente para consumo en el hogar (Cuadro 5-2).

Cuadro 5-2
Composición de las áreas en producción (hectáreas) en la ROCC

	Con cultivos temporales	Con cultivos permanentes	% Permanente
Región Occidental	11,045	8,857	44.50%

Fuente: Censo Nacional Agropecuario 2001.

Para propósitos de compensación, el flujo de ingresos de los cultivos permanentes debe tratarse en forma diferente de los cultivos anuales debido a que en los primeros hay que esperar entre 3 y 4 años para la primera cosecha. Por lo tanto, el cálculo incluye el 55.5% del valor anual como valor de los cultivos anuales, y 3 veces el valor anual de la producción perenne, para compensar o resarcir a los productores por el período de crecimiento de los cultivos perennes a ser reemplazados (Cuadro 5-3).

Cuadro 5-3
Cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré. Valor implícito anual de la producción afectada por las opciones de agua (B./)

Opción	Cultivos anuales	Cultivos perennes	Valor Total
Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	273,368	690,216	963,584
Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	194,129	490,149	684,278
Toabré 95-50 + Río Indio 80-40	289,745	731,566	1,021,310
Toabré 95-50 + Río Indio 45-40	210,506	531,498	742,004
Toabré 100-90 + Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	423,405	1,069,040	1,492,445
Toabré 100-90 + Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	344,166	868,973	1,213,139

Fuente: URS-Holdings, 2003. Ver datos de las opciones 1 y 2 en los anexos.

En base a los estimados más recientes sobre la composición de la producción anual y perenne, el valor implícito de la producción—incluyendo el valor de los años requeridos para recuperar la producción perenne—oscila entre B/. 684 mil para el caso de la Opción 6 y B/. 1.5 millones para

¹⁴ La compensación no incluye el valor del Ganado y animales domésticos, ya que estos pueden ser trasladados de sitio sin pérdida de producción, como en el caso de los cultivos. Sin embargo, la tierra utilizada para Ganado es compensada directamente en otro rubro del programa.

el caso de la opción 9, de más amplia cobertura geográfica. Como es de esperarse, más del 70% del valor es asignado a los cultivos perennes, puesto que su producción se vería afectada por 3 o 4 años, mientras que en los cultivos anuales el impacto es por un año solamente.

5.2.3.3 Programa de protección de la cohesión comunitaria

La pérdida de la infraestructura social—escuelas, centros de salud, iglesias, cementerios y centros comunales—es un factor muy importante en la pérdida de la cohesión social. Aunque el costo emocional de esta pérdida ya está incluido en la compensación monetaria individual presentada en los Cuadros anteriores, el costo de reemplazo de la infraestructura social mejorada debe ser tomado en cuenta por separado.

El reemplazo de la infraestructura social debe hacerse por compra directa de servicios entre la ACP y la institución correspondiente. Es así que para las escuelas, se debe firmar un convenio con el Ministerio de Educación para que se encargue de construir la nueva escuela con fondos de la ACP. Igual debe hacerse con el Ministerio de Salud y los otros ministerios de línea según sea el caso. El reemplazo de las iglesias debe ser contratado con cada una de las iglesias desplazadas, ya que su formación y operación cotidiana está altamente relacionada a la participación de la comunidad y las características doctrinales y gerenciales de cada congregación. Esto es particularmente importante con las iglesias no católicas, para quienes la participación comunitaria en las fases de construcción es una manera de consolidar su labor con la comunidad.

Para el caso de los cementerios, se debe contratar a un ente privado para llevar a cabo las exhumaciones requeridas con la mayor celeridad y respeto. Este aspecto es muy importante, ya que conlleva aspectos emocionales que deben manejarse con sumo cuidado. De acuerdo a la información de campo, el costo de exhumar una tumba y trasladarla a un nuevo sitio es de aproximadamente \$ 50 por tumba¹⁵.

La mayor parte de los costos de reemplazo de la infraestructura social es asignada a las escuelas, seguido por el costo de reemplazo de las iglesias. Esto último es una fuerte indicación de la cohesión comunitaria y el papel que puede jugar el diálogo con las iglesias para lograr el apoyo político necesario para llevar a cabo las opciones de agua.

¹⁵ De acuerdo a datos suministrados por una entidad funeraria privada, los costos se dividen así: Costo de la exhumación \$ 25; lavado de la osamenta \$ 10; cajita donde se deposita la osamenta \$15.

Cabe mencionar que el costo de reemplazo se refiere a la construcción de infraestructura mejorada, lo cual ayudaría grandemente a mejorar el bienestar comunal y a restaurar la cohesión social de la comunidad. El caso de los centros de salud es diferente. En poblados donde no hay centros de salud, como en Alto Indio, de igual forma se le asigna un costo de reemplazo para compensar o resarcir a las familias por su ausencia.

Los costos de reemplazo de la infraestructura social de las áreas afectadas por las opciones de agua (Cuadro 5-4) oscila entre B/508,000 para el caso de Caño Sucio—la zona más aislada y menos poblada—y B/2.4 millones para las opciones de mayor cobertura geográfica, como Río Indio 80-40 + Caño Sucio + Toabré. Estos costos incluyen los elementos para la reposición de la infraestructura afectada y para el mejoramiento de la misma en las áreas de asentamiento, incluyendo las comunidades receptoras.

En el caso de la salud se ha considerado que la presencia del embalse asociado a cualquiera de las opciones, pudiera aumentar la incidencia de enfermedades transmitidas por insectos, asociados con el hábitat acuático y que el movimiento de población a las áreas de asentamiento pudiera incrementar la incidencia de otras enfermedades parasitarias, especialmente la leishmaniasis. De igual manera se ha considerado el fortalecimiento de los servicios de salud en el área, los cuales se sabe que son deficientes aún para la prevención y tratamiento de las afecciones más comunes en el área.

Cuadro 5-4
Costo de reemplazo de la infraestructura social, por opción de agua en las cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré (B./)

<i>Infraestructura</i>	Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	Toabré 95-50 + Río Indio 80-40	Toabré 95-50 + Río Indio 45-40	Toabré 100-90+ Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	Toabré 100-90+ Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40
Escuelas	698,500	190,500	1,206,500	698,500	1,206,500	698,500
Centros de Salud	151,500	50,500	252,500	151,500	252,500	151,500
Áreas Recreativas	5,700	3,800	10,450	8,550	12,350	10,450
Cementerios	18,720	9,360	28,080	18,720	37,440	28,080
Iglesias	485,250	194,100	679,350	388,200	711,700	420,550
Juntas Comunales	135,450	60,200	180,600	105,350	180,600	105,350
Total	1,495,120	508,460	2,357,480	1,370,820	2,401,090	1,414,430

Nota: Los costos unitarios utilizados para la infraestructura se presentan en el anexo 5. Ver datos de las opciones 1 y 2 en los anexos. El costo de los cementerios incluye: 25% para costos del terreno de reemplazo, y 75% para los costos de traslado de los restos humanos a un nuevo sitio.

5.2.3.4 Programa de reemplazo y mejoramiento de la infraestructura económica

En este componente se incluyen los caminos y puentes, los núcleos locales de actividades comerciales y la infraestructura de transporte terrestre y fluvial. Los costos de reemplazo de esta infraestructura económica deben interpretarse con cautela, debido a que solamente reflejan el costo de la débil infraestructura existente en la región de interés. Evidentemente que las familias desplazadas pasarían a zonas de mejor acceso o más cercanas a áreas donde la infraestructura actual es mejor y de mayor capacidad y costo.

Sin embargo, los costos de reemplazo presentados en el Cuadro 5-5 a continuación, sirven para determinar el costo mínimo que debería de considerarse para cumplir con el objetivo de minimizar el impacto negativo del desplazamiento sobre la vida de los pobladores. Por otro lado, la infraestructura económica, especialmente los caminos y puentes, están condicionados por la geografía de las zonas de reasentamiento y por la inversión que de todas formas haría la ACP en la infraestructura de la presa y zonas de trabajo aledañas a la zona de inundación. Por lo tanto, los costos de infraestructura económica no son una guía de reemplazo, sino una unidad de contabilidad, para poder darle seguimiento a la inversión que estaría dirigida hacia la comunidad y no hacia la construcción de las opciones por si mismas. La infraestructura existente es mínima y en ningún caso su costo total excede B/.960 mil.

Reiterando, los costos anteriores solamente indican el reemplazo de lo perdido, pero no reflejan el costo real de lo que debe hacerse debido a que estos costos son difíciles de aislar del costo de construcción de las opciones, y de la infraestructura existente en las zonas de reasentamiento. De hecho en el estudio de factibilidad de la Opción 1 se consideran costos adicionales especialmente dirigidos a proporcionar la estructura de transporte, irrigación y comercialización en apoyo a la producción.

5.1.6 Prevención y Control de Impactos Indirectos en la Fase de Construcción

Los efectos del desarrollo inducido durante la fase de construcción se relacionan con el incremento de la población y la mayor demanda de servicios. Dado que los servicios demandados por la población que se adiciona son similares a los requeridos por la población local las acciones son similares y los costos asociados con las mismas están incluidos en los programas descritos anteriormente. Sin embargo, además de esto es conveniente que durante la fase de planificación y diseño y las primeras etapas de la fase de construcción se desarrollen programas especiales en apoyo al mejoramiento de las condiciones de vida en la cuenca y en toda la región occidental. Tomando en cuenta las sugerencias que hasta ahora han realizado los

habitantes de la región se podría apoyar el mejoramiento de la infraestructura de transporte en la ROCC y resolver otras necesidades básicas de las comunidades.

Cuadro 5-5
Valor de Reemplazo de la Infraestructura Económica Actual, por Opción de Agua (B./)

Infraestructura	Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	Toabré 95-50 + Río Indio 80-40	Toabré 95-50 + Río Indio 45-40	Toabré 100-90+ Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	Toabré 100-90+ Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40
Caminos						
Permanentes	90,000	0	90,000	0	90,000	0
Verano	376,000	174,000	376,000	174,000	376,000	174,000
Herradura	190,000	128,000	254,400	192,400	354,000	292,000
Instalaciones						
Antena telefónica	15,000	10,000	30,000	25,000	35,000	30,000
Postes de luz	0	0	2,000	2,000	2,000	2,000
Puente Colgante	6,000	20,000	0	14,000	6,000	20,000
Puente de concreto	0	0	18,000	18,000	28,000	28,000
Puente de Madera	12,000	0	12,000	0	12,000	0
Kiosco (Comercio)	16,000	7,000	16,000	7,000	16,000	7,000
Parada de buses	0	0	6,000	6,000	7,000	7,000
Cabina telefónica	21,000	0	21,000	0	21,000	0
Tanque de almacenamiento	10,000	0	50,000	40,000	10,000	0
Total	736,000	339,000	875,400	478,400	957,000	560,000

Nota: Los costos unitarios utilizados para la infraestructura e instalaciones se presentan en el anexo 5. Ver datos de las opciones 1 y 2 en los anexos.

5.2.4.1 Mejoramiento de carreteras y caminos

De acuerdo a las necesidades de las comunidades planteadas en los varios encuentros y talleres, recomendamos que el arreglo de carreteras y caminos se defina como punto de partida para el mejoramiento de las condiciones de vida. No se trata de asfaltar las carreteras sino de mejorar las carreteras y caminos para que permitan el tránsito vehicular durante el año entero. La mano de obra deberá provenir de las comunidades locales hasta donde sea posible.

La selección de carreteras y caminos prioritarios debe ser hecha en consulta con las comunidades. Por razones estratégicas, se debe seleccionar una carretera en varias áreas de la cuenca. Obviamente, el propósito de los arreglos a la infraestructura vial no es sólo el mejoramiento de las vías de comunicación sino también del fortalecimiento de las

organizaciones comunitarias, lo que no se lograría si el mejoramiento de las carreteras simplemente es contratado por la ACP o el MOP. Las organizaciones comunitarias se pueden involucrar en el proceso mediante la coordinación de la participación de los residentes en el trabajo a realizar y en la verificación de las metas de avance para el pago a los contratistas.

Las actividades se deben llevar a cabo de manera que se realicen dos objetivos simultáneamente: el mejoramiento de las vías de comunicación, y el fortalecimiento de las instituciones locales. Las actividades no se deben llevar a cabo de manera que se logre sólo el primer objetivo. Además, hay un tercer objetivo: la credibilidad en el programa de modernización y ampliación del canal. Se debe hacer hincapié que el arreglo de las carreteras de la zona viene de los ingresos del Canal de Panamá, y que constituye sólo la primera de muchas actividades. Las actividades entonces tienen realmente tres funciones relacionadas entre sí: (a) arreglar carreteras.; (b) fortalecer las organizaciones comunitarias locales, y (c) establecer la credibilidad de la ACP y sus contratistas como actores serios que cumplen con los acuerdos.

5.2.4.2 Otros proyectos de desarrollo

Si las actividades con las carreteras y los caminos tienen éxito, se deben establecer procedimientos mediante los cuales cada comunidad puede escoger otro u otros proyecto(s) de desarrollo compatibles con las necesidades planteadas por las comunidades locales en las consultas realizadas por la ACP. Se recomienda que para la ejecución de los proyectos de mejoramiento comunitario se cree un Fondo para la promoción del desarrollo humano en la cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré.

El Fondo debe gozar de tres rasgos esenciales: (a) dinero suficiente para apoyar varios proyectos simultáneos, (b) flexibilidad en cuanto a los renglones a que el dinero puede ser destinado, lo que da a cada comunidad la opción de identificar sus propias prioridades; y (c) agilidad en el desembolso, es decir, arreglos administrativos que permiten desembolsos dentro de una o dos semanas después de firmar un acuerdo con una comunidad. Probablemente, el mejor esquema para el manejo de ese Fondo es una organización privada bajo contrato con la ACP o la CICH.

5.1.7 Prevención y Control de Impactos Indirectos en la Fase de Operación

Una vez que la infraestructura ha sido establecida, en la fase de operación los impactos negativos a las comunidades son limitados. En realidad lo que se espera son oportunidades para promover el crecimiento y desarrollo económico y social de la región y la mejora de las condiciones de vida de sus habitantes. Para ello se debe promover a través de este plan de manejo actividades

que tienen el potencial de generar ingreso para los residentes y que redundarían en mejores condiciones ambientales para la operación de la opción de agua seleccionada.

5.2.5.1 Reducción de potreros y promoción de agroforestería

La situación actual de bajo riesgo ecológico para la opción de agua que sea seleccionada podría no ser permanente si se producen cambios en el uso de la tierra en la cuenca aportante que no estén de acuerdo con las limitaciones impuestas por el medio físico. Por esta razón y porque se espera una intensificación del uso de la tierra en la cuenca tanto como una consecuencia de la presencia misma del embalse, como por el crecimiento normal de la población, es necesario dirigir ese incremento en la intensidad de uso hacia actividades compatibles con las condiciones biofísicas. En otras palabras el manejo de la cuenca debe seguir los lineamientos generales del aprovechamiento sostenido respetando la capacidad de uso sostenido de la tierra, la cual está definida por las variables del medio natural.

Esta labor debería ser coordinada por la CICH a fin de que las actividades exitosas de asistencia técnica, asignación de crédito y agroforestería en la región oriental de la cuenca puedan ser promovidas en las cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré. Esto sería sumamente conveniente para asegurar que el manejo en toda la cuenca del canal persigue la prevención de problemas ambientales en los embalses y la seguridad física de las obras de infraestructura.

La estrategia que se propone es que la conversión de potreros a bosques tiene que ser encabezada por los mismos moradores de la zona. Sin embargo, es claro que ellos lo harán solamente que sea económico para ellos. Es decir que las actividades forestales y agroforestales propuestas rindan mayores ingresos que el ganado. Las plantaciones agroforestales que deben ser consideradas incluyen café y cítricos que son cultivos adaptados a la zona y conocidos por los agricultores. Las plantaciones forestales deberían incluir especies de árboles maderables. El establecimiento de las plantaciones forestales tendrá prioridad en las zonas próximas al embalse con el fin de lograr una cobertura vegetal de porte arbóreo alrededor del mismo y restringir el pastoreo de ganado en las áreas inmediatamente adyacentes al mismo.

5.2.5.1.1 Componente agroforestal.

Se sugiere que la siembra de árboles en la región debe ser abordada bajo el rubro de **agroforestería**, y no de reforestación. Dada la presencia de población que ha estado asentada en la región por largo tiempo, la agroforestería ofrece varias ventajas que facilitan su implementación, entre estas:

- Los árboles se combinan con otros cultivos. No constituyen el único elemento, ni el elemento dominante, en el paisaje. La combinación puede ser física y contigua, como cuando los árboles se combinan en la misma parcela con los productos alimenticios. Pero la combinación puede tomar la forma de dedicar algunas parcelas de la finca sólo a árboles, mientras en otras se siembran sólo cultivos anuales. Se combinan en la finca pero no necesariamente en la misma parcela.
- Los árboles en la agroforestería se siembran principalmente para fines económicos, no ecológicos. Los árboles forestales se siembran para cosechar y vender (o utilizar) la madera ya sea como leña o construcción local. Se registran ventajas ecológicas, pero constituyen un efecto como quien dice secundario de conductas realizadas para fines económicos.
- Los árboles, en los sistemas agroforestales más eficaces, son de propiedad privada, no estatal o comunitaria. Generalmente el dueño del árbol es el dueño de la parcela.
- Los árboles en la agroforestería se siembran principalmente con miras a la cosecha. Para ello se requiere no sólo que el campesino plantador sea dueño del árbol sino también que goce de derechos de cosecha y venta, igual que si estuviera cosechando plátanos o arroz.

En las condiciones de las cuencas la prioridad debe dirigirse a los árboles maderables, no de frutales. En el largo plazo, los ingresos derivados de la madera probablemente sobrepasarían los ingresos derivados de la venta de fruta. En general la siembra de madera es más ventajosa económicamente, pues la fruta hay que cosecharla anualmente en el mismo momento en que los demás agricultores están cosechando también, lo que deprime los precios. La madera, en cambio, puede cortarse cuando el propietario quiera. Preferiblemente, las especies sembradas, deberían ser de rápido crecimiento. Las condiciones ecológicas de las cuencas – lluvias abundantes y altitud modesta – son ideales para la siembra de árboles maderables, los cuales crecerán muy rápidamente.

La principal barrera en contra de la siembra de árboles es la falta local de experiencia en cuanto al mercadeo y la comercialización de la madera. En nuestras conversaciones con moradores de la zona, escuchamos comentarios escépticos en cuanto a la rentabilidad de la madera sembrada en comparación con la ganadería. Aunque tales percepciones son racionales, están basadas en la carencia actual de mecanismos de comercialización de la madera. Si un proyecto se ocupara no sólo de la siembra de madera, sino también de su eventual transformación y venta, predecimos que la potencial económica de la madera sobrepasaría las ganancias derivadas de la ganadería.

En la cuenca de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré y en toda la ROCC existe un apego cultural y simbólico a la ganadería que va más allá de lo económico. Pero el apego cultural a cualquier actividad es un fenómeno transitorio y frágil. Si se demuestra la rentabilidad superior del árbol, y si se logran dos o tres ciclos de siembra y cosecha de madera, el árbol puede alcanzar el lugar simbólico que actualmente ocupa el ganado.

5.2.5.1.2 Intensificación Agrícola

La asistencia técnica para intensificar la producción agrícola en las áreas adecuadas para ello se considera el complemento idóneo a la actividad agroforestal descrita previamente. Si existiera una economía maderera próspera, los dueños de los árboles no necesitarían sembrar alimentos. Los comprarían con los ingresos de la venta de madera, sin embargo esa situación no existe en la actualidad en la cuenca, la cual es además una región con fuertes tradiciones de autosuficiencia alimenticia.

El componente agrario transformado, en el cual los agricultores de la zona logren la misma independencia y autosuficiencia en sus alimentos que tienen en la actualidad, pero gozando de un elemento adicional de acceso a mercados para la venta de lo que siembran, contribuiría significativamente al incremento de los ingresos regionales. De hecho los moradores de la zona han manifestado en las consultas realizadas, su frustración al no poder comercializar sus productos agrícolas por el estado malísimo de las carreteras. Por eso identificamos la reparación de las carreteras como el requisito primordial de cualquier esfuerzo serio para el desarrollo de la cuenca.

Bajo el esquema descrito, ambos elementos – el agrario y el forestal – presuponen acceso a los mercados, imposible sin el mejoramiento de la infraestructura vial. Por eso se plantea este componente como un paso posterior durante la fase de operación de las opciones de agua cuando se espera que esa infraestructura ya esté disponible.

5.2.5.2 Campaña de educación ambiental

Como complemento al programa de sustitución de potreros por agroforestería se debe apoyar una campaña de educación que informe sobre el canal, las razones para su modernización y expansión, las necesidades de agua y la relación entre el manejo de la cuenca y la calidad del agua, en los embalses y el uso de sus recursos pesqueros como fuente alimento y proteína para la población.

La educación ambiental y la concientización de la población sobre la necesidad de aprovechar los recursos naturales en una forma conservacionista para garantizar el uso sostenido de los mismos, es la tarea más importante y probablemente la más difícil del programa. Se debe partir de la premisa que el agricultor tiene una tradición, unas costumbres que lo inducen a realizar ciertas prácticas conocidas, y no es fácil hacerle cambiar su sistema. Se debe concentrar el esfuerzo en demostrar que los beneficios serán mayores para el campesino individualmente si se acogen a las recomendaciones del equipo de manejo.

Esto se realizará mediante charlas, folletos y demostraciones de campo realizadas tanto en áreas del proyecto destinadas para ese fin como en fincas de los productores más interesados en el proyecto (productores de enlace). Las charlas deben ser en términos muy sencillos para que puedan ser comprendidas por todos, con abundancia de ayudas visuales apropiadas, pero los conceptos deben ser expresados en forma clara para no crear confusión dentro del grupo de productores.

Los mismos conceptos de sencillez y claridad deben prevalecer en los folletos ilustrados y en las demostraciones de campo. La utilización de las escuelas como centros de difusión de los conocimientos en este programa tiene mucha importancia porque los van absorbiendo los conocimientos y la tecnología, y esta es la mejor garantía de que ellos mismos la van a implementar cuando tengan poder de decisión. Además, se logra la colaboración de los profesores y de los niños en la educación y capacitación de los adultos. Un programa dirigido de educación es fundamental, para que los cambios que serán promovidos en la región se arraiguen en la población y para que esta participe activamente, asegurando así que serán permanentes y redunden en beneficio tanto de las comunidades locales como del canal.

Además se implementarán centros pedagógicos que regularmente tienen los maestros en las instalaciones de la presa para que los maestros conozcan a profundidad su estructura y funcionamiento, la importancia que el mismo tiene a nivel regional y nacional y puedan transmitirla a sus alumnos. En estas reuniones se darán también a los maestros cursillos de manejo ambiental y se les harán exposiciones explicativas de como se deben interpretar y explicar los afiches que serán distribuidos por el proyecto a través de ellos mismos.

5.3 Plan de Recuperación y Protección de las Condiciones Biofísicas y Culturales

El plan de recuperación y protección de las condiciones biofísicas incluye las acciones de prevención, reducción y control de los impactos socioambientales y riesgos potenciales a los bienes y servicios ambientales que suministran los ecosistemas de las cuencas y que pudieran ser

directa e indirectamente afectados en caso de que se ejecute alguna de las opciones de agua consideradas. En el mismo se incluye las actividades específicas organizadas por programas en temas afines. El contenido de cada uno de los programas es similar y se inicia con una breve justificación, sus objetivos y la descripción de las medidas de prevención, reducción y control. Estas medidas deben ser para las etapas del diseño final, de la construcción, de la operación y de un eventual abandono.

Luego se describen las actividades de monitoreo y las de verificación y control para cada uno de los programas, el plan de contingencia y finalmente se detallan los costos de ejecutar las medidas y las actividades de monitoreo y control. Los detalles asociados a las medidas de prevención, reducción y control se pueden encontrar en los programas correspondientes.

Los programas formulados para prevenir, mitigar y compensar o resarcir dichos impactos socioambientales, son los siguientes:

- A. Programa de protección de la calidad del aire y de control del ruido;
- B. Programa de sismología y geología;
- C. Programa de control de la erosión y del transporte de sedimentos;
- D. Programa de calidad del agua;
- E. Programa de protección y recuperación de la biodiversidad de los ecosistemas terrestres;
- F. Programa de monitoreo y control de las plantas acuáticas;
- G. Programa de conservación y manejo de peces y macro-invertebrados;
- H. Programa de conservación de sitios arqueológicos;
- J. Otros Programas.

Los programas específicos del PMA para las cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré, se describen a continuación:

5.3.1 Programa de protección de la calidad del aire y control del ruido

Los impactos potenciales sobre la calidad del aire y los generados por el ruido de las distintas opciones de agua fueron descritos en el capítulo anterior. Estos impactos resultantes del proyecto pueden ser prevenidos, reducidos y controlados en lo posible y mitigados por completo.

El objetivo de este programa es asegurar, por medio de las actividades propuestas, que se minimicen los impactos que surjan como resultado de las actividades asociadas a las opciones de

agua, tales como la mejora y construcción de caminos de acceso, la utilización de equipo pesado, excavación, construcción de presas y explotación de canteras, entre otras.

Este programa describe las medidas de prevención, reducción y control de los impactos a la calidad de aire y el aumento de los niveles de presión sonora asociados a las actividades de construcción, operación y mantenimiento de las opciones de agua, en las áreas de impacto directo e indirecto.

5.3.1.1 Medidas de mitigación durante la fase de construcción

Los impactos a la calidad de aire y niveles de presión sonora para las opciones de agua se darán principalmente durante la fase de construcción del proyecto y no así durante la planificación, operación o abandono del mismo. En los siguientes párrafos se presentan las medidas recomendadas para mitigar los impactos identificados.

5.3.1.1.1 Medidas de prevención y control de los impactos directos a la calidad del aire

Los impactos más importantes sobre la calidad del aire se relacionan principalmente con la emisión de polvo a partir de la construcción de caminos, extracción de materiales en canteras, incremento vehicular y las áreas desprovistas de vegetación y de los camiones que transportan materiales y o desechos. También existe el riesgo de partículas de polvo en suspensión en los sitios de almacenamiento de arena y material agregado. En el capítulo de impactos se identificó el número de poblados que podrían ser afectados, así como los receptores sensibles a este tipo de afectación.

Para prevenir o minimizar impactos en la calidad del aire durante las actividades de construcción, se aplicarán las siguientes medidas:

1. Todos los motores serán mantenidos adecuadamente para maximizar la eficiencia de la combustión y minimizar las emisiones de contaminantes. El Contratista deberá llevar un control del mantenimiento preventivo del equipo y contar con registros de esta actividad.
2. Se establecerá un cronograma para la operación de motores a fin de prevenir, reducir y controlar, en lo posible, el tiempo de operación de las fuentes de emisión.

3. Se utilizará la aspersión de agua para prevenir, reducir y controlar la dispersión de polvo, especialmente en las áreas más sensitivas, de acuerdo a lo indicado en el capítulo de impactos socioambientales y riesgos. Esto incluye las áreas pobladas a lo largo de las vías de acceso y áreas de trabajo. Se estima que la utilización de agua por si sola debiera ser adecuada si se realizan múltiples rocíos durante un día de trabajo. El Contratista también podrá considerar polímeros que ayudan a fijar las partículas de suelo previniendo así su dispersión a la atmósfera.
4. Evitar la exposición de los empleados a la inhalación, ingestión, absorción cutánea o por contacto, de cualquier gas, vapor, humo, polvo o vahos que excedan los niveles de seguridad.
5. Cuando el polvo se vuelva un inconveniente o un peligro para la salud, los trabajadores dispondrán de máscaras faciales.
6. Las plantas de concreto y/o asfalto deberán contar con un sistema de filtros para prevenir, reducir y controlar las emisiones a la atmósfera.
7. Ubicar las plantas de concreto y/o asfalto y las trituradoras en las canteras en áreas despobladas.
8. Humedecer el material pétreo durante la trituración en las canteras o áreas de trabajo
9. No quemar los desperdicios.
10. Utilizar explosivos de buena calidad y balanceados con oxígeno.

Las actividades antes señaladas asociadas a la emisión de partículas de polvo son fundamentalmente importantes durante la estación seca y deberán ser llevadas a cabo diariamente por el Contratista de la Obra. Las actividades destinadas a disminuir las emisiones de los motores de combustión interna también deberán ser ejecutadas por el Contratista de manera semanal durante la vigencia de la fase de construcción.

5.3.1.1.2 Medidas de prevención y control de los impactos directos sobre el ruido

Los impactos más importantes sobre los niveles de presión sonora se relacionan principalmente con el tránsito y operación de maquinaria y equipo pesado, que pudiera ocasionar afectaciones

directas a los poblados que se encuentran cerca de las vías de acceso, áreas de presa, cantera y otros elementos de las obras bajo estudio. En el capítulo de impactos se identificó el número de poblados que podrían ser afectados, así como los receptores sensibles a este tipo de afectación.

Para prevenir o prevenir, reducir y controlar impactos por el incremento de los niveles de presión sonora durante la etapa de construcción se proponen las siguientes actividades:

1. Cumplir con las disposiciones establecidas en el Decreto No. 306 de 4 de septiembre de 2002. Este Decreto, en sus Artículos 1 y 2 prohíbe la producción de ruidos que por su naturaleza o inoportunidad perturben la salud, el reposo o la tranquilidad de los miembros de las comunidades, o les causen perjuicio material o psicológico. Por lo tanto, dicho Decreto considera que todo trabajo o actividad debe realizarse de forma tal que se reduzcan los ruidos generados por ellos, especialmente aquellos generados por maquinarias flojas, sueltas o excesivamente desgastadas, correas de transmisión en mal estado y escapes de vapor o aire comprimido, así como ruidos innecesarios y susceptibles de evitarse. Se recomiendan también las siguientes medidas para la disminución de ruidos por el tránsito de maquinaria y equipo pesado:
 - a. No exceder 60 Kilómetros / hora en las vías internas y de acceso al proyecto;
 - b. No exceder un volumen diario de 500 camiones en un punto dado de las vías de acceso;
 - c. Disminuir la velocidad paulatinamente y no súbitamente para evitar ruidos innecesarios por motivo de compresión en áreas pobladas; y
 - d. Llevar a cabo mantenimiento preventivo del equipo para evitar ruidos por partes flojas, desgastadas o deterioradas.
2. Avisar con anticipación a las comunidades cercanas a las vías y las áreas de trabajo del inicio de actividades en sectores previamente no afectados por el ruido;
3. Si algún receptor sensible tal como iglesias, escuelas y centros de salud serán afectados por ruido de manera continua se deberá controlar la velocidad del tráfico, desviar el flujo de vehículos o utilizar barreras físicas que amortigüen la presión sonora;
4. Proporcionar a los trabajadores que estén expuestos al ruido de generadores, compresores u otra maquinaria pesada, protectores de oídos adecuados al nivel de ruido y a los períodos de exposición;

5. Cuando los empleados se expongan a niveles de sonido que excedan los niveles de seguridad, deberán utilizarse controles administrativos o de ingeniería factibles. Si tales controles no logran reducir los niveles de ruido a estándares de seguridad, deberá proporcionarse y utilizarse el equipo de protección personal para reducirlos hasta alcanzar dichos estándares.
6. En todos los casos donde el ruido exceda los niveles de seguridad, se deberá instalar un programa continuo y efectivo de protección de la audición;
7. Mantener todo el equipo rodante en buenas condiciones y con sistemas de silenciadores adecuados;
8. Las áreas de extracción y molienda de material pétreo y zonas de voladuras principalmente deben estar alejadas de centros poblados;
9. No se deberán realizar demoliciones y otras actividades ruidosas durante horas de la noche.

Las actividades antes señaladas asociadas al aumento de la presión sonora son fundamentalmente importantes para las áreas cercanas a las vías de acceso del proyecto y deberán ser llevadas a cabo diariamente por el Contratista de la Obra. Las actividades destinadas a proteger a los obreros de la exposición de niveles elevados de presión sonora también son responsabilidad del Contratista.

5.3.1.1.3 Medidas de prevención y mitigación de los impactos indirectos

Es importante señalar que aunque el potencial para incendios forestales debería disminuir con la implementación de las opciones de agua, la intensificación de actividad humana en el área podría tener el efecto contrario, lo que a su vez contribuiría a la emisión de partículas. Como parte de este Plan de Prevención, reducción y control, se incluye en el Programa de Protección y Recuperación de la Biodiversidad de los Ecosistemas Terrestres, lo cual debiera contrarrestar esta situación.

5.3.1.1.4 Medidas de prevención, reducción y control durante la fase de operación

Los impactos a la calidad de aire y niveles de presión sonora para las opciones de agua durante la etapa de operación serán mínimos.

5.3.1.1.5 Medidas de prevención, reducción y control de los impactos directos

Para prevenir o minimizar impactos directos en la calidad del aire durante las actividades de operación, se aplicarán las siguientes medidas:

1. Todos los motores serán mantenidos adecuadamente para maximizar la eficiencia de la combustión y prevenir, reducir y controlar las emisiones de contaminantes. El operador deberá llevar un control del mantenimiento preventivo del equipo y contar con registros de esta actividad.
2. Cuando se rehabiliten los caminos de acceso a las distintas obras construidas para darles mantenimiento, utilizar la aspersión de agua para prevenir, reducir y controlar la dispersión de polvo, especialmente en las áreas más sensitivas, como las áreas pobladas.
3. No quemar los desperdicios.

Por su parte, para prevenir o minimizar impactos directos por el incremento de los niveles de presión sonora durante la etapa de operación se proponen las siguientes actividades:

1. Cumplir con las disposiciones establecidas en el Decreto No. 306 de 4 de septiembre de 2002. Se recomiendan también las siguientes medidas para la disminución de ruidos por el tránsito de vehículos y eventualmente maquinaria y equipo pesado:
 - a. No exceder 60 Km. / hora en las vías internas y de acceso al proyecto;
 - b. Disminuir la velocidad paulatinamente y no súbitamente para evitar ruidos innecesarios por motivo de compresión en áreas pobladas; y
 - c. Llevar a cabo mantenimiento preventivo del equipo para evitar ruidos por partes flojas, desgastadas o deterioradas.
2. Proporcionar a los trabajadores que estén expuestos al ruido de generadores, compresores u otra maquinaria pesada, protectores de oídos adecuados al nivel de ruido y a los períodos de exposición.

5.3.1.1.6 Medidas de prevención, reducción y control de los impactos indirectos

Los incendios forestales derivados del cambio de uso del suelo por el desarrollo inducido generado por el proyecto pueden ocurrir también en la etapa de operación. El Programa de Recuperación de la Biodiversidad de los Ecosistemas Terrestres, que se iniciará en la etapa de

construcción y cuya duración es entre tres y cinco años, contribuirá a sensibilizar a los campesinos para evitar los incendios.

5.3.2 Programa de Sismología y Geología

Los impactos y riesgos potenciales de naturaleza geológica, geotécnica y sísmica para las opciones de agua en las cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré fueron descritos anteriormente, en el capítulo 4. Estos incluyen el riesgo de movimiento de masas, especialmente deslizamiento de taludes tanto en áreas de corte como en taludes naturales, riesgos asociados con la construcción de túneles de transferencia de agua, posibles impactos sobre las fundaciones de la presa, y el riesgo de actividad sísmica y su impacto en las obras propuestas y en la región en general. Estos riesgos pueden ser mitigados o prevenidos por medio de la implementación de métodos apropiados de diseño, construcción y mantenimiento de las obras propuestas.

El objetivo de este componente del plan de manejo ambiental es el de prevenir, reducir y controlar los impactos y riesgos potenciales de carácter geológico, geotécnico y sísmico que pudieran estar asociados al desarrollo de los recursos de agua superficial en las Cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré.

5.3.2.1 Medidas de prevención y control durante la fase de planificación y diseño

La ejecución de una serie de estudios exhaustivos de campo y laboratorio deberá ser el primer paso en el plan de manejo ambiental para mitigar o prevenir impactos y riesgos potenciales de carácter geológico, geotécnico y sísmico. La información obtenida de estos estudios servirá de base para el diseño final de los diferentes componentes del proyecto. Las investigaciones de campo deberán cubrir todos los sitios de los varios componentes de los proyectos incluyendo tanto las obras permanentes (presas, túneles, embalses, entre otros) así como obras temporales de construcción (canteras, caminos de acceso, y sitios de préstamo). Se espera que tanto los estudios como el diseño de las obras sean realizados por un consultor seleccionado por la ACP. Los trabajos de campo requerirán una estrecha cooperación entre las autoridades locales, la ACP y los habitantes de las comunidades afectadas.

Los estudios geológicos, geotécnicos y sísmicos que se deberán realizar como parte de las actividades de planificación y diseño incluyen como mínimo los siguientes componentes:

- Reconocimiento de campo de los sitios de presa, los límites de los embalses y la ruta de los túneles de transferencia de agua, así como las áreas de infraestructura de acceso y

construcción (carreteras, sitios de cantera, etc.). Este reconocimiento inicial permitirá establecer los requisitos mínimos y el alcance de los programa de exploración de campo.

- Mapeo geológico detallado de los sitios de las estructuras principales (presas, portales de los túneles, etc.), así como un reconocimiento geológico detallado a lo largo de las rutas de los túneles y las áreas a ser inundadas. Los objetivos de este estudio incluyen la identificación y evaluación de las condiciones geomorfológicas, afloramientos de roca, naturaleza de los suelos de sobrecarga (“overburden”), grado de meteorización de las rocas, evidencia de inestabilidad de taludes, presencia de fallas geológicas, juntas, zonas de corte, etc.
- Ensayos geofísicos de campo en los sitios de presa. Algunas opciones incluyen refracción sísmica y ensayos sísmicos “downhole” o “crosshole”.
- Investigación geotécnica de campo incluyendo sondeos (perforaciones), calicatas, pruebas in situ, etc. El programa de investigación deberá cubrir los diferentes sitios del proyecto incluyendo tanto obras permanentes (presas, túneles, etc.) como temporales (canteras, caminos de acceso, etc.)
- Programa de ensayos de laboratorio en muestras de suelo y roca obtenidas en los diferentes sitios de los proyecto.
- Desarrollo de parámetros geológicos, geotécnicos y sísmicos a ser utilizados en el diseño de los diferentes componentes del proyecto.

El estudio de factibilidad realizado por MWH/Tams (Abril 2003) evaluó el proyecto de Río Caño Sucio 100-90 (componente de las Opciones 5-6 y 9-10) y otro realizado por Coyne et Bellier (Junio 2003) evaluó el proyecto de Río Toabré, el cual consideró tres niveles de operación normal del embalse, incluyendo las alternativas Toabré 95-50 (componente de las Opciones 7-8) y Toabré 100-90 (componente de las Opciones 9-10). A diferencia del componente Río Indio que utilizaría una presa de roca, los embalses Toabré y Caño Sucio se desarrollarían mediante la construcción de presas de concreto compactado con rolo (presa tipo “RCC” por sus siglas en inglés). Ambos estudios de factibilidad limitaron los estudios de campo a reconocimientos muy preliminares.

El estudio de factibilidad realizado para el proyecto Caño Sucio concluyó que las condiciones geológicas y geotécnicas en el sitio de presa propuesto no presentan ninguna condición adversa

que no pueda ser mitigada por medio de un diseño convencional y métodos de construcción apropiados. Los parámetros geotécnicos de diseño y recomendaciones de pendientes máximas para el sitio de presa, incluidos en el estudio de factibilidad, se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 5-6
Parámetros Geotécnicos de Diseño – Componente Caño Sucio ⁽¹⁾

Parámetro	Criterio de Diseño Seleccionado
Espesor del suelo de sobrecarga (profundidad de la roca meteorizada)	Varía del fondo del valle a la cresta de la presa
Profundidad de la roca competente	2 m en el fondo del valle hasta 6 m en los estribos
Pendiente máxima en excavaciones en roca	1H:5V, con banquetas (“benches”) de 3m de ancho cada 10m verticalmente
Pendiente máxima en excavaciones en suelo	
Permanente	2H:1V, con banquetas de 3m de ancho cada 10m verticalmente; banquetear en el contacto suelo-roca
Temporal	1.5H:1V, con banquetas de 3m de ancho cada 10m verticalmente; banquetear en el contacto suelo-roca

(1) Traducido del Cuadro 3-4 del Estudio de Factibilidad preparado por MWH/Tams (Abril 2003) del proyecto de Río Caño Sucio.

Por su parte, el estudio de factibilidad del proyecto Toabré, indica condiciones menos favorables en el sitio de presa debido a un mayor espesor de suelos residuales, arcillosos o limosos y la posibilidad de encontrar este tipo de materiales intercalados en los planos de deposición del lecho rocoso. El espesor del suelo de sobrecarga en el sitio de presa Toabré varía entre unos 5-10 metros en el valle del río hasta 15-20 metros en la parte superior del banco derecho. El estudio estimó la profundidad de roca meteorizada que deberá excavar para alcanzar el nivel de fundación en unos 5 metros. Tales condiciones, sin embargo, pueden ser mitigadas en el diseño de la presa.

Las recomendaciones de pendientes máximas propuestas para el sitio de presa de Caño Sucio se pueden aplicar a otras áreas del proyecto tales como caminos de acceso, campamentos de construcción, etc., con condiciones geológicas similares. Pendientes más bajas se requerirán en excavaciones en rocas sedimentarias de menor calidad (por ejemplo, lutitas o limolitas), o rocas altamente meteorizadas o con otras condiciones geológicas desfavorables. Estas recomendaciones de diseño proveerán factores de seguridad adecuados, minimizando el riesgo de deslizamiento de taludes en áreas de corte. La prevención, reducción y control del riesgo de inestabilidad de taludes en las otras alternativas de desarrollo en las tres cuenca requerirá medidas de prevención, reducción y control similares. La distribución de tipos de roca, así como

la extensión y naturaleza de los suelos de sobrecarga, variará de una opción a otra según se describió en el capítulo sobre impactos socioambientales y riesgos.

El capítulo sobre impactos (Capítulo 4) también explicó que el riesgo de movimiento de masas, especialmente deslizamiento de taludes naturales dependerá de la opción. El estudio de factibilidad realizado para el proyecto Caño Sucio concluyó que no se anticipan grandes problemas de movimiento de masas, especialmente derrumbes y deslizamientos de taludes alrededor del embalse. Sin embargo, el estudio aclara que será necesario investigar en más detalle el efecto de saturación durante períodos de intensa lluvia en la estabilidad de suelos residuales y saprolíticos. El estudio de factibilidad para el proyecto Toabré, por su parte, indica que se debe anticipar problemas de inestabilidad local de los suelos de sobrecarga (deslizamientos de taludes o erosión) durante el llenado del embalse. Las medidas de prevención y control que se podrían implementar para minimizar el riesgo de deslizamientos en áreas críticas incluyen la reducción de las pendientes de las laderas y la incorporación de banquetas, así como un programa extenso de monitoreo de taludes. La identificación de áreas críticas que requerirían tales medidas no se podrá realizar hasta que se cuente con los resultados de estudios de campo detallados previamente descritos.

El estudio de factibilidad del proyecto Caño Sucio indica que no se anticipa la necesidad de programas especiales de mejoramiento del lecho rocoso que servirá de fundación a la presa. Sin embargo, aunque el material se considera lo suficientemente competente y estable, será necesario estudiar durante el diseño final el riesgo de erosión del material bajo las altas presiones de filtración que se anticipan debajo del embalse. Además, la presencia y características de una cascada localizada aguas abajo del sitio de presa revelan un arreglo de planos de deposición y juntas que resultan en una estructura de roca consistente de bloques o losas. Un análisis preliminar de la estabilidad de los bloques de roca de fundación y su efecto en la estabilidad de la presa concluyó que el pie de la presa deberá ser localizado un mínimo de 15 metros aguas arriba del borde de la cascada. Como se mencionó previamente, las condiciones de la fundación de la presa Toabré son menos favorables, principalmente debido a un mayor espesor de suelos y roca meteorizada que deberá excavarse. Algunas medidas de tratamiento de la fundación de las presas preliminarmente propuestas incluyen: (1) excavaciones locales y relleno con concreto en zonas de roca altamente meteorizada o de otra forma inaceptable; (2) inyecciones de lechada de cemento en zonas de fallas o fracturas expuestas durante la excavación; (3) una cortina de lechada para reducir la filtración por debajo de la presa a través de juntas y fracturas. Además, el diseño preliminar de la presa en el Río Caño Sucio considera la incorporación de un drenaje en la fundación del vertedero de la presa para reducir y controlar la filtración y reducir las presiones de poro en la masa rocosa, minimizando el riesgo de levantamiento.

Dado que el diseño preliminar de las presas Toabré y Caño Sucio propuestas consisten de estructuras de concreto compactado con rolo (presa tipo RCC por sus siglas en inglés), no se anticipa mayor filtración de agua a través de las mismas. Sin embargo, medidas similares a las consideradas arriba para las fundaciones de las presas (por ejemplo, inyecciones de lechada de cemento) podrían ser necesarias en los estribos de la presa para limitar posible filtración. La necesidad de tales medidas de mitigación deberá ser evaluada durante los estudios geológicos y geotécnicos previamente descritos. De igual forma, se deberá evaluar la necesidad de anclajes de roca en los estribos de la presa.

La prevención, reducción y control de los impactos y riesgos potenciales durante la construcción de los túneles de transferencia requerirá de estudios detallados de campo, incluyendo un reconocimiento geológico de las rutas así como un programa extenso de perforaciones y pruebas de campo. Utilizando los resultados de las investigaciones de campo, el diseño y la construcción del túnel deberán ajustarse a las condiciones de la roca o rocas que se encuentren a lo largo de las rutas de los túneles, incluyendo entre otras cosas la selección del equipo de perforación y el tipo de soporte interno adecuados.

Los mapas geológicos disponibles indican que el túnel de transferencia del embalse Caño Sucio al embalse Indio en las Opciones 5-6 y 9-10 atravesará mayormente rocas sedimentarias de la formación Caimito. El túnel Toabré-Caño Sucio en las Opciones 7 y 8 atravesará rocas volcánicas de la formación Tucué de acuerdo a la información disponible. Dado lo generalizado de esta información, sin embargo, se debe anticipar una diversidad de rocas que varían desde rocas sedimentarias relativamente suaves hasta rocas volcánicas duras a lo largo de las rutas de los túneles. Los estudios de factibilidad realizados para los proyectos Caño Sucio y Toabré presentan muy poca información relativa a los túneles de transferencia o la geología a lo largo de sus rutas. De seleccionarse una de estas opciones, se deberán realizar estudios geológicos y geotécnicos exhaustivos, como se describió previamente.

Las medidas de prevención, reducción y control del riesgo sísmico incluyen la selección apropiada del sitio de presa y un diseño adecuado que considere este riesgo. Según se describió en la sección de impactos, los estudios realizados hasta la fecha indican que el área de la Cuenca Occidental del Canal no incluye zonas de fallas activas o potencialmente activas, ni tampoco materiales susceptibles a licuación durante un sismo. Tales conclusiones deberán confirmarse durante los estudios a realizarse en la fase de diseño final. Con base a estas conclusiones, el estudio de factibilidad de los proyectos Indio y Caño Sucio recomienda que el proyecto sea diseñado para un sismo máximo de diseño ("MDE" por sus siglas en inglés) con un período de recurrencia de 2,000 años, lo cual corresponde a una probabilidad de excedencia del 5 por ciento

en un período de 100 años. Los estudios también recomiendan que el sismo para condiciones de operación (“OBE” por sus siglas en inglés) corresponda a una probabilidad de excedencia del 50 por ciento en un período de 100 años, o un período de recurrencia de 144 años. Los parámetros de diseño sísmico correspondientes para los proyectos de Indio y Caño Sucio son los siguientes:

- Sismo Máximo de Diseño (MDE) = 0.21g
- Sismo para Condiciones de Operación (OBE) = 0.14g
donde “g” es la aceleración de la gravedad.

Los parámetros correspondientes propuestos por Coyne et Bellier para el proyecto de Toabré son algo más altos: MDE = 0.25g y OBE = 0.20g. De seleccionarse una opción que incluya el componente Toabré, se deberán establecer parámetros de diseño comunes para los varios proyectos. Consideramos que estos niveles de aceleración sísmica proveerán un margen aceptable de seguridad contra el riesgo sísmico consistente con las prácticas internacionales de diseño sísmico.

Las recomendaciones preliminares y medidas de mitigación que se describen en esta sección deberán ser confirmadas durante la fase de diseño final una vez completados las investigaciones de campo y otros estudios necesarios.

5.3.2.2 Mitigación de posibles impactos directos durante la fase de construcción

Los impactos y riesgos potenciales durante la fase de construcción pueden ser minimizados o prevenidos mediante la implementación rigurosa de las medidas plasmadas en el diseño y las especificaciones de construcción de los diferentes componentes del proyecto. Para tal efecto, el contratista seleccionado deberá tener la suficiente experiencia en obras similares a fin de ejecutar las mismas utilizando técnicas apropiadas de construcción. La ejecución de estudios exhaustivos de campo durante la fase de diseño también ayudará a minimizar el riesgo de encontrar condiciones inesperadas que pudieran resultar en impactos adversos durante la construcción. No obstante, los planes de construcción deberán ser lo suficientemente flexibles como para incorporar cambios que se requieran como resultado de condiciones distintas a las anticipadas.

El principal impacto de naturaleza geológica o geotécnica durante la fase de construcción es el riesgo de movimiento de masas, especialmente deslizamiento de taludes en áreas de corte a lo largo de los caminos de acceso que deberán construirse y en áreas de extracción de materiales de construcción. De ser posible, estas actividades de construcción deben realizarse en la época más seca del año a fin de minimizar el riesgo de movimientos de masas, especialmente

deslizamientos asociados con factores tales como suelos saturados y presiones de poro altas. Debido a la incertidumbre en el patrón de lluvias y otros factores climatológicos, la construcción de las obras de desvío del río previo a la construcción de las presas principales también debiera programarse en la época menos lluviosa a fin de minimizar el riesgo de impactos adversos.

La construcción de túneles de transferencia también podría resultar en impactos geotécnicos significativos como resultado de las condiciones geológicas complejas que se anticipan. La técnica de construcción seleccionada, incluyendo el equipo de excavación y sistema de soporte interno de los túneles, así como la experiencia del contratista serán factores críticos durante la construcción de los mismos. El uso de equipo o técnicas inadecuadas de construcción aumentarían el riesgo de accidentes, además de producir demoras en el programa de construcción y aumentar su costo. Uno de los mayores impactos potenciales de la construcción de los túneles es la disposición del material excavado. Los estudios de factibilidad realizados para los proyectos Caño Sucio y Toabré no cuantificaron los volúmenes anticipados de material a excavar. Los mismos deberán evaluarse, así como su impacto potencial, durante los estudios de la fase de diseño final.

5.3.2.3 Prevención y control de impactos indirectos durante la fase de construcción

En el capítulo 4 anterior, se indicó que con la información disponible no se anticipan impactos y riesgos potenciales indirectos sobre las características geológicas, geotécnicas y sísmicas, durante la fase de construcción.

5.3.2.4 Mitigación de impactos directos durante la fase de operación

No se anticipan impactos significativos de naturaleza geológica, geotécnica o sísmica durante la operación de las instalaciones, asumiendo que se realizan los estudios necesarios y el diseño y la construcción de las obras propuestas se ejecutan de manera adecuada. Uno de los riesgos potenciales que requerirá una atención especial, es la posibilidad de movimientos de masas, especialmente deslizamiento de taludes alrededor de los embalses y en áreas de cortes altos en las carreteras de acceso y otras obras de infraestructura. Se anticipa que el riesgo de inestabilidad de taludes será mayor durante períodos de fuertes lluvias. En el caso de los embalses, el arribo de fuertes lluvias después de un período extenso de sequía, cuando el nivel de los embalses está muy por debajo de los máximos niveles de operación, es cuando el riesgo de deslizamientos se estima será mayor. Un elemento clave en la prevención, reducción y control del riesgo de deslizamiento de taludes es la implementación de programas de monitoreo según se recomienda en la próxima sección.

Uno de los impactos y riesgos potenciales de naturaleza geotécnica en proyectos de embalses es la necesidad de dragar periódicamente el embalse y la disposición adecuada del material dragado. Sin embargo, con base al estudio de factibilidad realizado para el proyecto Río Indio, se estima que la tasa de deposición de sedimentos en los embalses del área bajo estudio es relativamente baja. Por lo tanto, no se anticipa la necesidad de dragar los embalses Caño Sucio o Toabré durante la vida del proyecto. La tasa de deposición de sedimentos y la necesidad de dragado deberán verificarse durante la fase de diseño final de la opción seleccionada.

5.3.2.5 Mitigación de impactos indirectos durante la fase de operación

El riesgo de un sismo grande que pudiera afectar cualquiera de las opciones de agua es relativamente pequeño. Además, el factor de seguridad en el diseño de las obras, se tomará en cuenta la actividad sísmica de la zona.

5.3.3 Programa de control de la erosión y del transporte de sedimentos

Este programa presenta las medidas para la reducción y el control de la erosión y el transporte de sedimentos en las cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré. Estas medidas serán implementadas con el propósito de prevenir, reducir y controlar los potenciales impactos socioambientales y los riesgos que serán causados por la implementación del Proyecto.

Habrán algunos impactos inevitables a consecuencia de la construcción y, en grado mucho menor, durante la operación. Gran parte de los impactos por erosión y transporte de sedimentos serán localizados y temporales, según fueron descritos anteriormente en el Capítulo 4. Estos impactos resultantes del proyecto pueden ser prevenidos, reducidos y controlados en lo posible y mitigados por completo.

En este programa se describen los procedimientos ambientales que deben ser cumplidos por la ACP y/o su el Contratista de Construcción para prevenir, reducir y controlar los impactos socioambientales durante la construcción del proyecto. Es responsabilidad de la ACP y/o su Contratista de Construcción aplicar medidas ambientales tan o más efectivas que las descritas en el presente documento.

Los objetivos generales de este Programa de Prevención y Control de la Erosión y del Transporte de Sedimentos, son los siguientes:

- Describir las medidas de prevención, reducción y control para la prevención y control de la erosión y del transporte de sedimentos a manera de evitar, prevenir, reducir y controlar los impactos derivados de la conceptualización, diseño, construcción, operación y mantenimiento de la opción de agua;
- Reducir y controlar el cumplimiento de las medidas de prevención y corrección, y facilitar la evaluación de los impactos reales para adoptar y modificar aquellas durante la fase de implementación y operación del proyecto;
- Implementar un monitoreo socioambiental durante la conceptualización, diseño, construcción, operación y mantenimiento del proyecto para garantizar el cumplimiento de los requisitos del Programa, las leyes y reglamentos locales aplicables, y los lineamientos de los organismos financieros;
- Establecer una línea base de las condiciones existentes de erosión y transporte de sedimentos, antes del inicio de los trabajos de construcción;
- Establecer una base de datos para la recopilación de la información referente a los resultados de la implementación de las diferentes medidas de prevención, reducción y control de los impactos socioambientales causados por las actividades del proyecto; y
- Evaluar los resultados de los programas de muestreo de suelos y aguas con base en los requerimientos regulatorios pertinentes.

Los objetivos específicos de este Programa de Control de la Erosión y del Transporte de Sedimentos son los siguientes:

- Minimizar la cantidad y duración del suelo expuesto a la intemperie;
- Proteger áreas críticas durante la construcción redireccionando y reduciendo la velocidad del agua de escorrentía superficial;
- Instalar y dar mantenimiento periódico a las medidas de control de erosión y sedimentación durante la construcción;
- Reforestar lo más pronto posible después de la construcción en las áreas afectadas; e.

- Inspeccionar y dar mantenimiento periódico a las medidas de control de erosión y sedimentación según sea necesario hasta que se logre la estabilización final.

5.3.3.1 Prevención y control de impactos directos durante la fase de construcción

Uno de los objetivos del programa es minimizar el potencial de erosión y transporte de sedimentos durante la construcción de las obras, así como restaurar y revegetar adecuadamente todas las otras áreas perturbadas o afectadas por las actividades de construcción. Las medidas de control de erosión y transporte de sedimentos a ser utilizadas por la ACP y/o su Contratista de Construcción durante la construcción cumplirán o excederán los estándares presentados en esta sección, y se recomienda que formen parte de las cláusulas contractuales.

Varios de los componentes del Proyecto tienen el potencial de generar sedimentos cuyo transporte a través de las cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré necesitarían la implementación de medidas específicas de prevención, reducción y control:

Presa-Embalse: Un componente importante en la construcción de las obras en el sitio de presa y cuando se llene el embalse, es la prevención y control de la erosión y sedimentación dentro y fuera del mismo, durante y después de la construcción. La degradación de la calidad del agua que podría producirse como resultado de estos eventos es un impacto ambiental que puede tener efectos adversos importantes a nivel local sobre la vida acuática y las funciones de los ecosistemas adyacentes al proyecto. A lo largo de los cursos de agua y del embalse existen varias áreas donde el potencial de erosión varía de medio a alto como resultado de pendientes empinadas, suelos arenosos, corrientes de agua y predominancia de vientos fuertes.

Áreas adyacentes a la construcción del túnel de transferencia, de los caminos, de las canteras, etc: El control de la generación de sedimentos y su transporte en el cauce fluvial debe realizarse en áreas adyacentes que han sido afectadas por la construcción. La ACP y/o su Contratista de construcción tomarán todas las medidas necesarias para controlar y limitar la erosión y, por lo tanto, reducir la ocurrencia de sedimentación en los cuerpos de agua. Se dará especial atención a las áreas con pendientes pronunciadas del cauce fluvial en donde es más probable que se produzcan erosión y sedimentación como resultado de lluvias intensas.

El Cuadro 5-7 a continuación, presenta una síntesis de las fuentes potenciales de generación y transporte de sedimentos en el proyecto. Esta sección presenta los detalles acerca de cada medida de prevención, reducción y control aplicable a dichos componentes del proyecto.

Cuadro 5-7
Fuentes Potenciales de Generación y Transporte de Sedimentos

Obras	Medidas de Mitigación		
	Barreras de Agua	Cercas Filtrantes	Estabilización de Pendientes
Embalses	Utilizarlas durante la construcción; Las barreras pueden dejarse durante el llenado del embalse.	Utilizarlas durante la construcción; Particularmente en los sitios de botadero de material de desperdicio.	Instalarlas en zonas desprovistas de vegetación en las paredes del embalse, durante su llenado y operación.
Túneles de transmisión	No aplicables.	Utilizarlas durante la construcción, para evitar transporte de sedimentos hacia el Lago Gatún.	Instalarlas durante la construcción para evitar derrumbes y generación/transporte de sedimentos.
Caminos y Canteras	No aplicables	Utilizarlas durante la construcción; Particularmente en los sitios de botadero de material de desperdicio.	Utilizarlas durante la construcción; Particularmente en los sitios de botadero de material de desperdicio.
Canales Fluviales	Utilizarlas durante la construcción para bloquear el transporte de sedimentos provenientes de áreas adyacentes.	Utilizarlas durante la construcción para bloquear el transporte de sedimentos provenientes de áreas adyacentes.	Instalarlas en las paredes del cauce fluvial desprovisto de vegetación y de alta pendiente (> 30%).

5.3.3.1.1 Barreras de Agua - rompe pendientes

Las barreras de agua son técnicas estándar de control de erosión, se deberán utilizar durante la construcción para proteger los cursos fluviales y otras áreas ambientalmente sensibles de degradación.

Las barreras de agua (rompe corrientes o rompe pendientes) son pequeñas bermas construidas en dirección perpendicular a la pendiente del terreno, con el fin de estabilizarlo a corto y largo plazo. Estas barreras forman un ángulo con la dirección del flujo de agua para orientar el drenaje de la misma hacia zonas vegetadas adyacentes, evitando así el desarrollo de procesos erosivos.

La ACP y/o su Contratista de Construcción serán responsables de la instalación de barreras de acuerdo a los siguientes lineamientos:

- Las barreras de agua serán instaladas perpendicularmente a la pendiente, y en forma diagonal en todo el ancho del cauce fluvial, para controlar la erosión reduciendo y acortando el área de escurrimiento dentro del mismo;
- El suelo será excavado ligeramente y compactado para formar un canal temporal con una berma lateral de suelo compactado pendiente abajo;
- El grado de pendiente, las características del suelo, el área de escurrimiento y la ubicación de los sitios de descarga apropiados, determinarán la cantidad y la forma de las barreras de agua que se requieran; sin embargo, las normas mínimas para el espaciamiento de éstas dentro del cauce fluvial son las siguientes:

Pendiente (%)	Espaciamiento de Rompe corrientes
5 - 10	Una cada 100 m
11 - 30	Una cada 65 m
> 30	Una cada 30 m

- Las barreras de agua serán construidas de forma amplia y gradual para permitir el paso seguro y sin riesgo de daños o para la seguridad, de vehículos y maquinaria;
- Las barreras de agua se mantendrán y repararan periódicamente de acuerdo a las necesidades hasta que ya no sean requeridos para garantizar la estabilidad de la pendiente o prevenir la erosión. Esta tarea se llevara a cabo durante todo el período de construcción y, principalmente después de cada lluvia fuerte;
- Las barreras de agua desviarán el agua de escorrentía a un área con abundante vegetación adyacente al cauce fluvial. Si no se cuenta con dicha área vegetada, se instalaran cercas de material o malla filtrante (“silt fences”) con el fin de filtrar las aguas de escorrentía en el punto de salida del rompe corriente del cauce fluvial; y
- En pendientes pronunciadas con procesos activos de erosión, se deberá estabilizar el terreno con muros secos y obras de drenaje.

5.3.3.1.2 Cercas Filtrantes para el Control de Erosión (“Silt Fences”)

Para el control de erosión serán construidas cercas de malla filtrante (“silt fences”), pilas de maleza o rip-rap de roca. Se requerirá de este tipo de medidas para la prevención y control de la erosión en los siguientes lugares:

- En la salida de un rompe corriente o barrera de agua, cuando la vegetación adyacente no es adecuada para el control de la erosión;
- Alrededor de cualquier suelo amontonado en áreas próximas a cuerpos de agua o humedales;
- A lo largo del pie de las pendientes adyacentes a los cruces de caminos, donde se haya alterado la vegetación; y
- En los bordes del cauce fluvial, dentro de las áreas de construcción activa en los humedales.

La ACP y/o su Contratista de Construcción serán responsables de la instalación de cercas filtrantes de acuerdo a los siguientes lineamientos:

- La cerca de malla filtrante tendrá una profundidad de incrustación mínima de aproximadamente 10 cm o estará anclada y asegurada en el suelo, según lo exijan las condiciones del sitio;
- La cerca se instalará siguiendo las especificaciones del fabricante;
- Se retirará el sedimento acumulado e inspeccionará la cerca regularmente para verificar que su base permanezca debidamente incrustada en el suelo;
- Se mantendrá una cantidad apropiada de malla filtrante en todos los sitios de construcción para ser utilizada en casos de emergencia y/o reparación.

5.3.3.1.3 Estabilización de Pendientes

La estabilización de pendientes dentro del cauce fluvial se realizará principalmente por medio de la construcción de dispositivos temporales y permanentes para el control de erosión y

sedimentación (incluyendo rompe corrientes, cercas de malla filtrante, mantas de yute, barreras de madera o bolsas de arena, piedraplén, etc.), así como la restauración y revegetación oportuna de áreas afectadas.

Las márgenes de los cuerpos de agua que se vean afectadas por la construcción, también serán estabilizadas mediante la construcción de dispositivos temporales y permanentes para el control de erosión y sedimentación según lo estime necesario el Inspector Socioambiental. Estas márgenes también se restaurarán y revegetarán de una forma oportuna y de acuerdo con las pautas de este programa.

5.3.3.1.4 Mantenimiento de Estructuras de Control de Erosión

Las estructuras/barreras para el control de erosión se mantendrán y repararán periódicamente durante todo el tiempo que dure la construcción, y en especial inmediatamente después de una lluvia intensa. Estas estructuras deberán permanecer en su lugar hasta que se compruebe que las medidas de revegetación permanentes hayan resultado exitosas.

La ACP y/o su Contratista de construcción deberán asignar grupos de trabajo con suficiente personal, maquinaria y equipo, con dedicación exclusiva para llevar a cabo el mantenimiento y reparación periódica de estas estructuras/barreras.

5.3.3.2 Prevención y control de los impactos indirectos durante la fase de construcción

La reforestación de ciertas áreas de la cuenca, así como la coordinación de acciones de protección con el Programa del Corredor Biológico, son medidas que contribuirán a mitigar los impactos del desarrollo inducido.

5.3.3.3 Prevención y control de impactos directos durante la fase de operación

Se proponen las mismas medidas descritas para la fase de construcción, cuando se realice el mantenimiento de los caminos de acceso a las obras del proyecto.

5.3.3.4 Prevención y control de impactos indirectos durante la fase de operación

El mantenimiento de las áreas reforestadas y el seguimiento de las acciones realizadas conjuntamente con el Programa del Corredor Biológico, se continuarán realizando durante la etapa de operación.

5.3.4 Programa de Protección de la Calidad del Agua

La evaluación realizada considera los impactos que podrían ocurrir a la calidad del agua durante la etapa de construcción de las obras y durante la etapa de operación de los embalses, los cuales fueron descritos anteriormente en el Capítulo 4. La experiencia indica que de ocurrir impactos significativos en la calidad del agua, éstos se darán principalmente en la etapa de operación, por lo que se le dará mayor énfasis en el análisis a esta fase, a través de las actividades de monitoreo.

En el capítulo anterior de impactos, se indicó que la información sobre calidad del agua de las distintas opciones es mínima. Por lo tanto, el programa se centrará en generar los datos necesarios y suficientes para determinar la calidad del agua, tanto en la etapa del diseño final, como durante la conceptualización, diseño, construcción, operación y mantenimiento.

El objetivo del programa será prevenir y mitigar el deterioro de la calidad del agua durante la etapa de construcción de las obras y durante la fase de operación de los embalses. El confirmar la buena calidad de los cuerpos de agua en las cuencas, durante las etapas de conceptualización, diseño, construcción, operación y mantenimiento requerirá de una campaña de muestreo periódico y rutinario, que incluye la toma de muestras y el análisis de laboratorio, así como de propuestas para mitigar las acciones, cuando se detecten cambios significativos.

5.3.4.1 Medidas de prevención y control durante la fase de diseño

Cuando se realice el diseño final de las obras de la opción seleccionada, no habrá impactos negativos significativos a la calidad del agua, incluyendo los trabajos de campo. Sin embargo, en esta etapa se propone que se tomen muestras de agua en los sitios aguas arriba de las colas de los embalses y aguas debajo de los sitios de presa, y se hagan los análisis físicos y químicos correspondientes. Los parámetros a determinar y la frecuencia de los muestreos se indican más adelante.

5.3.4.2 Mitigación de impactos directos durante la fase de construcción

La calidad del agua de los ríos principales y de los tributarios puede ser deteriorada cuando se realiza la construcción de las presas y las obras conexas, al haber movimiento de tierra y de no implantarse las medidas para minimizar la escorrentía. El deterioro de la calidad del agua se debe principalmente al aporte de sedimentos proveniente del movimiento de tierra, incluyendo excavaciones. En menor cuantía son las descargas de aguas residuales y derrame de residuos de hidrocarburos a los cuerpos de agua receptores.

La experiencia en proyectos de construcción de presas ha demostrado que durante esta etapa las principales fuentes de deterioro de la calidad del agua son en orden de prioridad las siguientes:

- i) La construcción de los caminos temporales y permanentes, que de no tomarse las medidas preventivas y correctivas conocidas, constituyen un aporte significativo de sedimentos a los cuerpos de agua;
- ii) En los sitios de extracción de materiales pétreos, especialmente lechos ríos y canteras, sino se toman medidas oportunas, pueden también ser fuente de sedimentos hacia los cuerpos de agua; el aporte de sedimentos puede ser significativo si se extraen materiales pétreos del banco de los ríos, por lo tanto, la forma de extracción debe ser objeto de un estudio especial, evitando romper el sello del cauce;
- iii) El movimiento de tierra en el sitio de presa, túnel, derivaciones temporales y saddle dams, si no se implantan medidas preventivas y correctivas, puede aportar gran cantidad de sedimentos, sobre todo por realizarse muy cercanas al cauce principal del río;
- iv) La extracción de agua de los ríos, de succionarse fuertemente, suspende los sedimentos, deteriorando la calidad del agua aguas abajo; y
- v) Las aguas residuales de los servicios sanitarios en el(los) campamento(s) y en los frentes de trabajo, así como los derrames de residuos de hidrocarburos en el(los) taller(es) pueden también ser una fuente de deterioro de la calidad del agua de los cuerpos de agua.

Las medidas de prevención, reducción y control de los impactos i) a iv) descritos, se han descritos en el Programa de Control de la Erosión y del Transporte de Sedimentos.

Las medidas propuestas para el tratamiento y disposición adecuada de las aguas residuales, así como la prevención y recuperación de derrames de hidrocarburos, son de carácter general para proyectos de este tipo y se incluyen en Otros Programas. Estas medidas son de conocimiento de las empresas contratistas y se incluyen normalmente entre las cláusulas contractuales, por lo que su costo estará incluido en el monto total de la obra. Sin embargo, a continuación se describen brevemente las medidas de prevención, reducción y control de las aguas residuales y de los derrames de hidrocarburos.

5.3.4.2.1 Tratamiento y disposición adecuada de las aguas residuales

En el(los) campamento(s) y en todos los frentes de trabajo se instalarán fosas sépticas y pozos de absorción o letrinas portátiles, respectivamente. El volumen de las fosas dependerá del número de trabajadores que las utilizan. El mantenimiento de las letrinas portátiles lo hará la empresa que los renta, quién deberá mostrar que trata y dispone adecuadamente las aguas residuales, de acuerdo a los requerimientos de la ANAM.

5.3.4.2.2 Prevención y recuperación de derrames de hidrocarburos

En los talleres, en el área donde se despache diesel o gasolina y en los frentes de trabajo, se tomarán todas las medidas a manera de prevenir derrames de hidrocarburos. En los talleres se prohibirá derramar los residuos de hidrocarburos (aceite), líquido de baterías al suelo. Estos residuos serán depositados en recipientes de metal y será para su reciclaje o disposición final adecuada. Las empresas que se encarguen de recolectar estos residuos deberán mostrar que reciclan y disponen adecuadamente los residuos.

Los tanques de combustible deberán estar rodeados de un muro cuya capacidad sea del 110% de la de los depósitos, a manera de poder contener todo el combustible almacenado. En el caso de ocurrir un derrame accidental al suelo, el contratista deberá tener los medios a la mano para recolectar rápidamente los residuos. Los líquidos derramados deberán depositarse en un sitio adecuado (excavar una zanja, colocar un material impermeable y luego depositar el material derramado).

5.3.4.3 Mitigación de impactos indirectos durante la fase de construcción

La reforestación de ciertas áreas de la cuenca, así como la coordinación de acciones de protección con el Programa del Corredor Biológico, son medidas que contribuirán también a mitigar los impactos del desarrollo inducido y su efecto sobre la calidad del agua.

5.3.4.4 Mitigación de impactos directos durante la fase de operación

En esta etapa, las actividades relacionadas con la operación de los embalses no generarán mayores impactos a la calidad del agua. Sin embargo, como se explicará en la etapa de monitoreo, se recomienda que se realice una campaña de muestreo periódica a manera de determinar cambios en la calidad del agua y el riesgo de eutrofización, a manera de tomar las

medidas preventivas y correctivas necesarias. En las actividades de monitoreo se describirá en detalle la campaña de muestreo.

5.3.4.5 Mitigación de impactos indirectos durante la fase de operación

No se proponen ninguna medida especial, adicional al mantenimiento de las áreas de reforestación.

5.3.5 Programa de Recuperación de la Biodiversidad en los Ecosistemas Terrestres

Habrán algunos impactos inevitables a consecuencia de la construcción y, en grado mucho menor, durante la operación. Gran parte de los impactos sobre la cobertura vegetal y hábitat serán localizados y temporales, según fueron descritos anteriormente en el Capítulo 4. Estos impactos resultantes del proyecto pueden ser prevenidos, reducidos y controlados en lo posible y mitigados por completo.

La construcción de cualquiera de las alternativas estudiadas para las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré resultará, inevitablemente, en remoción de la vegetación permanentemente en las áreas de los embalses. Los ecosistemas terrestres de las opciones de agua en las cuencas, tienen relativamente una baja diversidad de plantas nativas y de animales, debido a que han sido degradados por prácticas agropecuarias insostenibles y otras actividades humanas. La diversidad reducida del hábitat se debe sobre todo a la pobre estructura de la vegetación, a la reducida productividad y a la introducción de especies domésticas. Por lo tanto, los parches aislados de bosques restantes sobre todo en elevaciones más bajas de la cuenca, carecen de muchas especies y grupos funcionales (v.g., depredadores grandes) necesarios para la función normal del ecosistema. El ocelote es un depredador clave en los ecosistemas terrestres en las cuencas. Su densidad demográfica es baja, típica de los depredadores superiores. Debido a que es parte de la "mega fauna" de la región, se ha sugerido el ocelote como una "especie insignia" para la restauración y preservación de los ecosistemas nativos y su fauna⁽⁵³⁾.

Esta sección describe las medidas de prevención, reducción y control de los impactos y riesgos potenciales negativos, sobre los ecosistemas terrestres. Igualmente, esta sección describe las oportunidades que tiene la ACP para convertir el proceso de prevención, reducción y control en una oportunidad para mejorar el valor ecológico de la región en el contexto nacional y beneficiar a las comunidades locales, como resultado de la ejecución de la opción seleccionada.

El objetivo primordial del programa de recuperación de la diversidad ecológica en los ecosistemas terrestres en las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré es proteger los valores ecológicos del ecosistema boscoso en las cuencas y sostener los valores del recurso durante la conceptualización, diseño, construcción, operación y mantenimiento de la opción seleccionada. Los objetivos específicos son:

- Minimizar la pérdida adicional de áreas boscosas;
- Promover y llevar a cabo la restauración de áreas aguas arriba del proyecto con el propósito doble de reemplazar parcialmente los bosques desplazados por el proyecto y proteger las partes medias y altas de las cuencas contra la erosión y sedimentación;
- Promover y llevar a cabo la reforestación y restauración de corredores fluviales en los afluentes de los embalses creados por el proyecto;
- Aprovechar oportunidades de conectar fragmentos existentes de bosque por medio de la reforestación de áreas intermedias para restablecer corredores biológicos y apoyar los esfuerzos para establecer el Corredor Mesoamericano;
- Reemplazar los valores ecológicos perdidos a causa del proyecto;
- Implementar medidas apropiadas de prevención, reducción y control para los impactos inevitables del desarrollo y de la operación del proyecto;
- Prevenir, reducir y controlar el corte y deterioro de vegetación arbustiva para reducir y controlar los procesos de erosión y sedimentación y controlar las malezas invasoras;
- Mitigar los impactos directos en la flora y fauna en áreas afectadas por la creación de campamentos, vías de acceso, frentes de trabajo, canteras y otras actividades que dan lugar a la pérdida de la vegetación;
- Mitigar o evitar impactos indirectos del desarrollo del proyecto, tales como el establecimiento desautorizado a lo largo de las vías de acceso, y en general en los ecosistemas terrestres, debido a la pérdida de especies y del hábitat, debido a su tamaño reducido y al incremento del uso humano; y

- **Emprender actividades y acciones que realcen los valores ecológicos y de uso humano en los ecosistemas de la región, de una forma que sea sostenible con un manejo mínimo y que compense adecuadamente los impactos inevitables del desarrollo del proyecto.**

5.3.5.1 Prevención y control durante la fase de planificación y diseño

Las actividades destinadas a conservar los remanentes de ecosistemas naturales que existen en las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré incluyen la protección del hábitat ecológico, retención del suelo y prevención de la erosión, y restauración de áreas degradadas para realzar sus valores ecológicos y de uso humano. Estas medidas atenuarán no sólo impactos negativos temporales sobre la fauna terrestre, sino también realzará la eficacia del proyecto ayudando a reducir la erosión, que podría reducir el volumen del embalse.

Tipos importantes de hábitat y vegetación están limitados a parches aislados de bosque, a áreas boscosas a lo largo de quebradas y ríos y al bosque tropical siempre verde en las partes altas de las cuencas. El plan incluye medidas específicas para reducir impactos negativos en estas áreas e implementar medidas de restauración en áreas degradadas dentro de cada fase.

Las oportunidades para minimizar el área de bosque y sus valores asociados a ser afectada por el embalse están supeditadas a las necesidades de diseño del mismo, debido a que éstos tienen que satisfacer una necesidad de agua determinada por los requerimientos operativos del Canal de Panamá. Sin embargo, durante el diseño final de instalaciones auxiliares, tales como vías de acceso, áreas de préstamo, y área de almacenamiento de equipo y materiales, se deben hacer esfuerzos para evitar localizar estas instalaciones en áreas cubiertas de bosques. Los planos y especificaciones finales de la obra deben establecer las medidas de diseño tomadas para prevenir, reducir y controlar los impactos a la vegetación natural y deben justificar claramente las razones por las cuales algunos impactos no pudieron ser evitados.

Las actividades estándares de la construcción, incluyendo la nivelación y movimiento de tierra asociados con los campamentos, la construcción de las obras, los caminos, la extracción de material agregado serán adecuadas para reducir al mínimo los posibles impactos negativos. Estos procedimientos serán incorporados en los trabajos de ingeniería, que serán requeridos a los contratistas, contratados para estas actividades. La prevención de impactos como la erosión y la destrucción innecesaria de hábitat pueden reducir substancialmente los efectos ecológicos negativos del desarrollo de la opción de agua seleccionada.

Las medidas de prevención, reducción y control detalladas para la opción seleccionada se harán durante el diseño final. Las acciones y actividades serán ejecutadas durante la fase de conceptualización, diseño, la construcción y operación. Las medidas serán desarrolladas por un ecólogo que esté familiarizado con los ecosistemas de la región y con experiencia en el planeamiento de prevención, reducción y control de proyectos en las zonas del trópico húmedo.

Debido a que los ecosistemas incluyen recursos tales como suelos, así como la flora y la fauna, el hábitat es una base apropiada para estimar y proporcionar la prevención, reducción y control para los impactos socioambientales. Esto es importante en las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré, donde el hábitat del bosque, importante para la conservación de la biodiversidad y como refugio para especies de animales y plantas raras, en peligro y económicamente importantes, se encuentra muy reducido.

El Análisis de Equivalencia del Hábitat (HEA) puede ser utilizado para determinar el tamaño, tipo y localización de las áreas de prevención, reducción y control. Este método combina factores como la severidad, el tiempo, y el área de servicios ambientales perdida, como base para determinar los tipos y cantidades de restauración necesarios, para atenuar dichos impactos. Las tasas de descuento se utilizan para cuantificar la pérdida de servicios ecológicos debido a la ejecución de la opción preferida, y el tipo, la cantidad, y la calidad del hábitat adecuado para atenuar los impactos negativos. El resultado de este análisis es una estimación *de los servicios descontados en hectárea-año*, que se pueden convertir en una estimación del número de hectáreas necesarias para compensar adecuadamente los impactos negativos. Este enfoque es más equitativo, y comprensible para el público, que los enfoques tradicionales que se basan exclusivamente en relaciones arbitrarias.

Las áreas de restauración estarán comprendidas dentro de las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré o áreas adyacentes. La restauración del hábitat de bosque se centrará en las elevaciones superiores de las cuencas adyacentes a los fragmentos de bosque que aún se mantienen. Algunas áreas en elevaciones más bajas (ejemplo, cerca del embalse o de comunidades) se pueden crear para mejorar los servicios ecológicos del bosque a las comunidades locales.

La selección inicial de las áreas de prevención, reducción y control será hecha como parte de la planificación final de la construcción, para así optimizar la logística y empezar la prevención, reducción y control compensatoria concurrente con las molestias del desarrollo de las obras. Al integrar estas actividades al cronograma de ejecución, se reducirá al mínimo los inevitables impactos negativos y se maximizarán los valores de la restauración.

5.3.5.2 Mitigación de impactos directos durante la fase de construcción

Durante la construcción, se pondrán en ejecución las acciones y actividades diseñadas para reducir los impactos negativos durante esta fase. Se continuará con la planificación para las áreas de la prevención, reducción y control relacionadas con la restauración y protección del bosque perennifolio especialmente en la parte alta de las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré. Estos esfuerzos se deben coordinar con el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) para maximizar los beneficios de los esfuerzos sobre la vida silvestre en la región.

Durante esta fase, las principales medidas deben estar dirigidas a garantizar la minimización de los impactos. En particular, se deben implementar las siguientes medidas:

- Las áreas aprobadas para las actividades de construcción deben ser claramente demarcadas, especialmente en aquellas áreas donde la zona de construcción incluye o está inmediateamente adyacente a áreas de vegetación natural;
- Una vez que el área esté claramente demarcada, se procedera a un esfuerzo de salvamento y traslado a un área de hábitat similar de las especies de fauna que no pueden huir por si solas del área que sera desbrozada. Ejemplo de las especies que pueden requerir salvamento incluyen anfibios y reptiles pequeños y huevos o polluelos de aves de varias especies. Las áreas que serán utilizadas para su liberación serán identificadas de antemano y contarán con la aprobación de la ANAM. Los individuos que por su estado de desarrollo o salud no puedan ser liberados inmediateamente serán entregados a la ANAM.
- Inspectores Socioambientales deben monitorear las actividades de construcción y garantizar que las mismas se ejecutan de acuerdo a los planes y cumplen con las medidas ambientales del proyecto y sus inversiones asociadas;
- Las áreas afectadas por cortes y taludes se deben estabilizar inmediateamente después de ocurrido el impacto. De esta manera se evitarán impactos secundarios potenciales y se restaurará parcialmente la biomasa desplazada por las obras;
- Las vías de acceso, campamentos de construcción, y otras instalaciones del proyecto serán localizados en áreas de hábitat alterado y de crecimiento secundario, hasta donde sea posible;

- Se implementarán medidas de prevención y control de la erosión para reducir al mínimo la pérdida del suelo y la sedimentación producida por la corriente, en los puntos en que las vías cruzan los cursos de agua;
- La capa superficial del suelo, se almacenará en montículos, los cuales serán esparcidos cuidadosamente lo más pronto posible (preferiblemente menos de tres meses), para retener la viabilidad de semillas y evitar, o reducir la creación de condiciones anaerobias y la lixiviación de las nutrientes;
- Donde la construcción requiere de limpieza y nivelación, la vegetación superficial será recogida y puesta en montones a lo largo de borde del sitio, para así reducir la erosión y proporcionar las condiciones convenientes para la revegetación natural. Cuando sea necesario (ejemplo, en pendientes), la vegetación será estacada con vástagos de árboles rápido crecimiento que echarán raíces y ayudarán a la estabilidad;
- Instruir a los trabajadores de la construcción sobre las restricciones de cacería, recolección de plantas y animales, y de la explotación de recursos ecológicos dentro del área de influencia y las consecuencias de no obedecer las restricciones, que pueden incluir multas y despidos;
- El uso de las vías de acceso será restringido para el personal del proyecto y residentes locales para prevenir su uso ilegal o no autorizado en el área del proyecto;
- La vegetación en las áreas de construcciones temporales será cortada, pero la tierra no será nivelada. Esto reducirá y controlará la erosión, reducirá impactos en la ecología del suelo, y promoverá su rápida re-vegetación;
- Las áreas despejadas por las actividades de la construcción serán revegetadas o reforestadas recreando las condiciones originales del terreno y se estabilizarán las pendientes. En la mayoría de las situaciones la revegetación requerirá, del uso de ciertos materiales para conservar la humedad y proteger el suelo. Todas las plantas empleadas para revegetación serán de la región y se dará preferencias a las variedades apropiadas para el uso humano;
- Las actividades de revegetación y restauración de hábitat serán coordinadas con actividades de mejoramiento socioeconómico y de la relocalización de comunidades,

para realzar valores humanos del uso mientras se mantienen los valores ecológicos de las mismas; y

- En conformidad con la Legislación Panameña, algunas áreas se podrán desarrollar para propósitos de silvicultura, que benefician ciertas especies de la fauna y proporcionan valores adicionales del recurso a las comunidades locales.

Un aspecto clave en el éxito de los programas de recuperación será la rápida implementación. El contratista de construcción podría establecer viveros en áreas cercanas o adyacentes al proyecto para sembrar y preparar los miles de árboles necesarios para la reforestación.

La responsabilidad por estas actividades recae en el Contratista de Construcción. Es posible que las agencias regulatorias nacionales o las instituciones financieras internacionales que financian el proyecto exijan la participación de inspectores independientes del Contratista.

5.3.5.3 Mitigación de impactos directos durante la fase de operación

Los posibles impactos negativos directos se pueden reducir grandemente por la puesta en práctica de acciones preventivas durante la fase operativa. Las acciones específicas para reducir impactos negativos incluyen lo siguiente:

- Se mantendrá una zona de amortiguamiento de 30 metros a lo largo de las corrientes de agua para mantener y proteger la vegetación adyacente (corredor fluvial) y reducir el efecto de la erosión superficial en los ríos y quebradas;
- Informar a los trabajadores de las restricciones en la cacería, recolección de plantas y animales vivos, o de explotar los recursos ecológicos dentro del área;
- El uso de las vías de acceso será restringido para el personal del proyecto y a residentes locales, para prevenir su uso por establecimientos ilegales o no-autorizados en el área del proyecto;

5.3.5.4 Mitigación de impactos indirectos durante la fase de operación

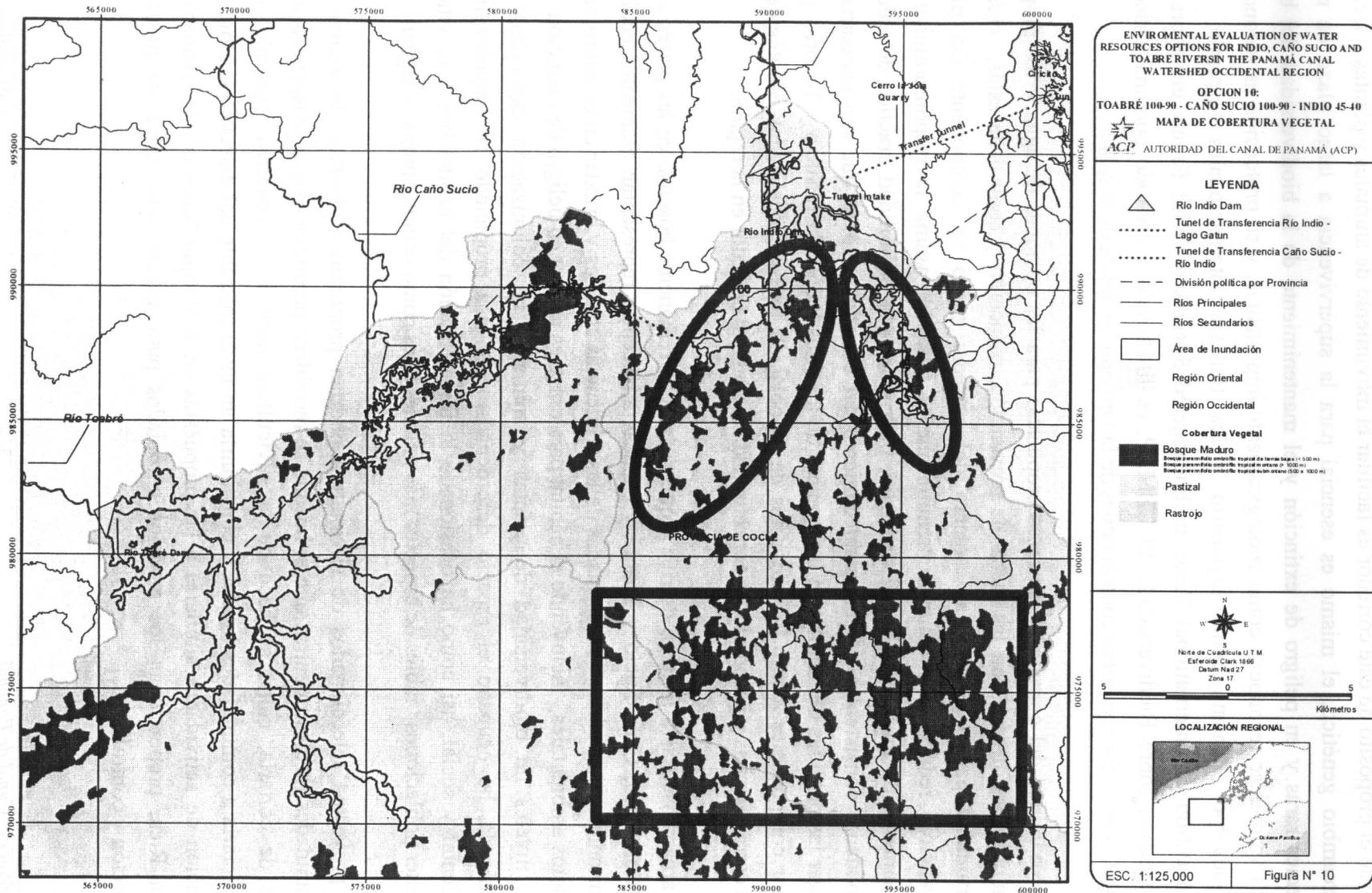
Durante la fase de operación de los embalses, los esfuerzos deben enfatizar la reforestación de áreas aguas arriba de los proyectos; estas acciones se iniciarán en la etapa de construcción y no tienen que esperar la fase de operación para poder iniciarse. En las cuencas de los ríos Indio,

Caño Sucio y Toabré existen oportunidades para implementar un plan de recuperación ecosistémica centrado en reconectar fragmentos existentes de bosque para crear áreas contiguas de bosque alrededor del embalse (Figura 5.2). En las áreas más altas de las cuencas, también hay oportunidades para reconectar fragmentos de bosque. La reconexión de fragmentos en las porciones más altas de la cuenca proveen el beneficio adicional de promover la consolidación del Corredor Mesoamericano en esta parte del país.

Coordinación con el Corredor Biológico Mesoamericano

La importancia de mantener grandes áreas contiguas del hábitat de bosque ha sido reconocida desde hace tiempo por entes interesados en preservar los valiosos y ecosistemas forestales del bosque de América Central. En 1990, la Wildlife Conservation Society (WCS), con su socio Caribbean Conservation Corporation (CCC), presentó el proyecto Paseo Pantera con financiamiento de USAID. El proyecto utilizó un enfoque conceptual novedoso y propuso establecer un Corredor Biológico desde la selva maya de México, Guatemala, y Belice, al Darién de Panamá. En 1998 el Banco Mundial aprobó \$8.4 millones para apoyar la porción de Corredor Biológico Mesoamericano del Atlántico Panameño (CBMAP) incluida en el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM). El CBM ha sido desarrollado desde el Paseo Pantera bajo la dirección del UNDP, y con asistencia técnica de WCS.

Figura 5-2. Oportunidades para actividades de reforestación que ayuden a reconectar fragmentos de bosques en el área de estudio



Ya que el propósito de este corredor es facilitar el movimiento de animales y plantas y facilitar el intercambio genético, el mismo es esencial para la supervivencia a largo plazo de muchas especies raras y en peligro de extinción y el mantenimiento de la biodiversidad del bosque. Estos valores se reconocen como ecológicamente importantes, y su protección es reconocida y apoyada por Panamá como signatario a los tratados internacionales (ejemplo, CITES [Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora], y la Convención sobre Biodiversidad). El CBMAP, es financiado y apoyado por una variedad de instituciones, e incluye áreas considerables de la vertiente atlántica de Panamá.

La proximidad del corredor a las áreas propuestas para las opciones de agua y los propósitos comunes del corredor con las metas de prevención, reducción y control de estas, crean una oportunidad para contribuir al esfuerzo del corredor como un componente del plan de prevención, reducción y control. Permitir que el CBMAP asuma la responsabilidad de la implementación en la cuenca del río Indio, podría ser una posibilidad práctica de ejecución. Actividades consistentes con el establecimiento del corredor, pueden que son necesarias para mitigar las pérdidas del hábitat en las cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré, pueden incluir componentes, como los proyectos de repoblación forestal localizados estratégicamente para cerrar brechas y proporcionar conectividad adicional al corredor en la región.

Las áreas boscosas a lo largo de ríos y quebradas y el remanente boscoso en las partes altas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré y cuencas adyacentes representan elementos ecológicos importantes, que podrían ser rescatadas de las tendencias actuales y brindar en el futuro valiosos servicios ambientales, incluyendo el hábitat para especies raras y en peligro de extinción y para altos niveles de biodiversidad de plantas y animales. La colonización espontánea y no planificada, ha ocupado el espacio desordenadamente y a propiciado en empobrecimiento ambiental y social, así como ha ocasionado la fragmentación del hábitat boscoso, vital para sostener poblaciones viables de especies más grandes tales como ocelote, puma, y jaguar.

Los proyectos seleccionados de silvicultura podrían proporcionar fuentes de ingreso a las comunidades locales mientras que el bosque se restablece permitiendo que prospere la maleza, antes de cortarla, como se hace de la silvicultura normal. El cosechar (ejemplo, caoba) beneficiaría a comunidades locales y constituiría un nivel tolerable del disturbio ecológico. La ejecución de actividades similares a las propuestas en el Parque Nacional de Guanacaste en Costa Rica, proporcionan los modelos apropiados para aplicar esta forma de prevención, reducción y control.

La restauración de bosques en áreas de interés para el CBM y a lo largo de las corrientes de agua proporcionaría corredores más pequeños y un hábitat importante para una variedad de especies de fauna, permitiendo que habiten y que se muevan en un área mayor. La repoblación forestal también beneficiaría a la opción de agua seleccionada atenuando inundaciones, mejorando la calidad del agua, y reduciendo la erosión del suelo y la disposición de sedimento en quebradas y embalses. La determinación final de las áreas y de los tipos de hábitat/vegetación que se restaurarán debe ser determinada usando la metodología de HEA para la opción seleccionada durante la fase final de diseño o el EIA definitivo.

5.3.6 Programa de Control de las Plantas Acuáticas

Los impactos por la presencia de plantas acuáticas, según fueron descritos anteriormente en el capítulo 4, se generarán en la etapa de operación de las opciones de agua. El crecimiento exagerado de las plantas acuáticas puede ser manejado con controles físicos, químicos y biológicos.

El objetivo del programa es mantener el embalse libre de plantas acuáticas, que constituyan un problema para la operación de los mismos.

5.3.6.1 Medidas de prevención y control durante la fase de planificación

La experiencia sobre el crecimiento de las plantas acuáticas en los embalses panameños indica que éstas invadirán los cuerpos de agua que sean construidos como parte de las opciones seleccionadas. Sin embargo, se puede obtener lecciones de lo ocurrido en otros embalses en el país, y una de estas es que debe cortarse la cobertura arbórea del área a inundarse, ya que los árboles al descomponerse aportan nutrientes al agua, que favorecen el crecimiento de las plantas acuáticas. Por lo tanto, en el diseño final de las opciones de agua, se debe incluir en los renglones de trabajo el corte de los árboles. Sin embargo, como se mencionará en el programa de Conservación y Manejo de Peces y Macro-Invertebrados, este componente recomienda que se dejen parches de bosques en sitios estratégicos para refugio de peces y macro-invertebrados.

En esta fase debe investigarse las especies de plantas acuáticas que ya existen en el área que se inundará, de la opción seleccionada. Con la información anterior se puede proyectar el crecimiento que probablemente habrá y se identificarán las medidas apropiadas de monitoreo y control de las plantas acuáticas y la operación de los embalses que pueda contribuir a reducir la magnitud de este problema potencial. De esta manera, las medidas de control se iniciarían

cuando aún las plantas acuáticas no representen un problema. Un aspecto a considerar es prever la ulterior diseminación de las especies exóticas en áreas aún no infestadas.

5.3.6.2 Mitigación de impactos directos durante la fase de construcción

Las medidas de prevención durante esta etapa serán: cortar los árboles y la vegetación arbustiva y disponer en forma adecuada los desechos de esta actividad; y monitorear la presencia de plantas acuáticas en los ríos tributarios y durante la etapa de llenado. En las actividades de monitoreo de otros programas como el de Calidad del Agua se incluirá también verificar la presencia de macrófitas y relacionarlas con los resultados de los análisis de los muestreos de agua.

5.3.6.3 Mitigación de impactos indirectos durante la fase de construcción

No se prevé ninguna medida específica adicional a lo indicado para en el Programa de Recuperación de la Biodiversidad de los Ecosistemas Terrestres.

5.3.6.4 Prevención y control de impactos durante la fase de operación

Las medidas de prevención, reducción y control durante la etapa de operación del embalse, dependerá de la magnitud del crecimiento de las plantas acuáticas. Los controles que se harán serán físicos, químicos y biológicos. A la fecha, ninguno de los métodos de control, por sí solo suministrará una solución completa al problema del crecimiento exagerado de las plantas acuáticas, por lo que el control integrado combina el control manual con el control biológico.

El método de control físico o mecánico de las plantas acuáticas es el más antiguo y consiste en instrumentos manuales y máquinas sofisticadas que se han desarrollado, las cuales han sido adaptaciones de la utilizadas en la agricultura e industria. Sus ventajas son que no contaminan el agua y causan muy poca mortandad de peces. También se incluyen en estas medidas la utilización de barreras de contención con barreras flotantes.

El método de control químico se refiere al uso de herbicidas. Estos pueden ser clasificados en cuatro categorías: selectivos de contacto; no selectivos de contacto; selectivos sistémicos; y no selectivos sistémicos. Los herbicidas de contacto, matan los tejidos en los puntos cercanos a la aplicación; y los herbicidas sistémicos entran en la planta y se mueven a través de los tejidos vasculares. El primer paso a seguir para el efectivo control químico de las plantas acuáticas es el tipo de las mismas (enraizadas, sumergidas y flotantes). Las plantas acuáticas son controladas

eficientemente con los herbicidas adecuados y aplicados en forma correcta. Sin embargo, todos los herbicidas son tóxicos y por lo tanto deben usarse sólo los registrados y etiquetados correctamente, para evitar riesgos al ambiente y a la salud humana.

El control biológico de las plantas acuáticas ha sido a través del uso selectivo de insectos que inciden en su hábitat. Se debe tomar en consideración que los insectos limitan el crecimiento en mayor o menor grado de las plantas acuáticas, pero en la mayoría de los casos son incapaces de eliminar la vegetación problemática completamente en el cuerpo de agua. También la utilización de peces herbívoros (carpa) y de manatíes.

Un plan de seguridad es necesario cuando existe un programa de control químico de vegetación acuática. Las directrices que siguen a continuación conforman los elementos más importantes de este plan:

- Las áreas tratadas con herbicidas deben ser debidamente rotuladas, en lugares visibles. El rótulo debe tener una dimensión de por lo menos 38 x 60 cms. con letras grandes que indiquen peligro, herbicida en uso, fecha de aplicación, usos que le darán al agua, el tiempo que tendrá efecto el aviso, la ubicación de la oficina más cercana y los números telefónicos de la ACP. Este debe ser material que no se dañe inmediatamente y debe fijarse con postes de madera o en los árboles en el lugar más visible al público.
- La población debe ser informada además por otros medios de comunicación que están disponibles (radio, televisión o volantes) sobre la operación de control de la maleza acuática y los cuidados que se deben observar al respecto. Por otra parte se deberá dotar a los integrantes de las brigadas de control de máscaras, gafas, guantes y uniformes, haciendo requisito su utilización mientras están en el trabajo. Los botes deberán disponer de un salvavidas por tripulante.
- Se deberá instruir al personal que integra las brigadas para que realice un manejo seguro de los productos químicos que formen parte del programa incluyendo al menos las recomendaciones siguientes:
 - Evite el contacto con los ojos, piel y ropa.
 - Evite respirar los vapores por un período largo.
 - De ninguna manera debe ingerir el herbicida.
 - No coma, beba o fume durante el manipuleo del herbicida.
 - Evite la reentrada a los lugares tratados con herbicidas.

- Los herbicidas deben guardarse en un almacén ventilado, seco, fresco y deben permanecer bajo llave.
- Se mantendrán alejados de los niños, alimentos, semillas, medicinas y forraje de ganado.
- Los herbicidas no estarán expuestos a altas o bajas temperaturas.
- Deben permanecer en su envase original y no deben guardarse sin la etiqueta original.
- Los herbicidas no serán transportados con personas, alimentos o ganado.
- La mezcla de los herbicidas se hará utilizando jarras, baldes, bastón o paletas, nunca con las manos.
- En todo momento se debe evitar derrames cuando se vierten los líquidos.
- No se debe succionar ningún herbicida o plaguicida con un tubo de goma; se utilizará una bomba para estos propósitos.
- Las instrucciones de la etiqueta serán cuidadosamente obedecidas.
- Evite a toda costa que el herbicida sea llevado por el viento a otros cultivos.
- Respete la dosis recomendada en la etiqueta.
- Utilice envases calibrados para efectuar las mediciones.
- En cuerpos de agua con grandes extensiones cubiertas con malezas acuáticas se asperjará un tercio (1/3) o la mitad (1/2) de la totalidad del área afectada.
- Mantenga el equipo en condiciones óptimas de funcionamiento.
- No se recomienda asperjar durante condiciones climatológicas adversas.
- El equipo de control de malezas debe estar limpio y continuamente revisado.
- Se debe enjuagar el tanque y toda área que almacene mezcla de herbicidas.
- Debe lavar y cambiarse la ropa utilizada para asperjar.
- Los envases vacíos no serán utilizados para ningún propósito y deben ser eliminados en un lugar autorizado.

5.3.7 Programa de Conservación y Manejo de Peces y Macro-Invertebrados

Habrán algunos impactos inevitables a consecuencia de la construcción y, otros durante la operación. Gran parte de los impactos sobre los peces y macro-invertebrados serán localizados y temporales, según fueron descritos en la sección de impactos. Estos impactos resultantes del proyecto pueden ser prevenidos, reducidos y controlados en lo posible y mitigados por completo.

Los objetivos de este programa son los siguientes:

- Proporcionar una alternativa fluvial para que las especies migratorias de peces y macro-invertebrado logren superar la barrera de la presa;

- Definir la descarga aguas abajo que serían necesarias para mantener los procesos vitales del ecosistema (caudal ecológico).
- Identificar y evaluar en forma preliminar las actividades pesqueras que se desarrollarán en los embalses asociados con la opción seleccionada;
- Generar la información pesquera básica necesaria para fomentar y regular la pesca deportiva, y comercial de una manera ordenada, una vez establecida en los nuevos embalses;
- Garantizar la seguridad alimenticia y económica de las poblaciones campesinas de las cuencas, a través de un manejo sostenible de la tilapia y el sargento;
- Capacitar a los campesinos de las poblaciones cercanas a los embalses en las técnicas básicas de acuicultura para realizar cultivos o engorde de peces (tilapia), utilizando recintos acuáticos (jaulas flotantes y encierro), como una alternativa de producción y uso racional de los recursos acuáticos que serán creados como parte del desarrollo de la opción de agua seleccionada; y
- Generar la información básica, que sirva de modelo alternativo de producción transferible a otras comunidades existentes en los futuros embalses.

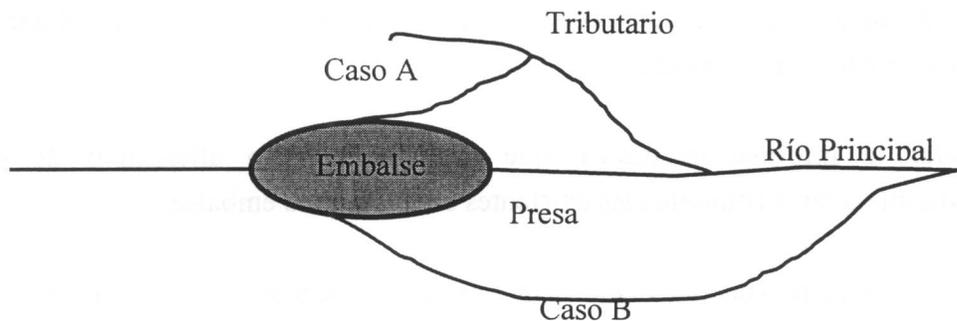
5.3.7.1 Medidas de prevención y control durante la fase de planificación y diseño

Los impactos identificados y evaluados anteriormente (Capítulo 4) establecen que al menos cuatro especies de peces y tres de crustáceos desaparecerían aguas arriba de las presas debido a que las mismas no serían capaces de franquear la barrera física que representa la misma. Por otra parte no existe suficiente información sobre los posibles cambios que serían inducidos en el gradiente de salinidad en los estuarios de Río Indio, Caño Sucio y Toabré, el cual determina la distribución de especies en la parte más baja del mismo. Por lo tanto se recomienda que durante la fase final de planificación de la opción seleccionada se considere el diseño de una ruta alterna para los peces y crustáceos identificados “escalera” y que se determine con mayor precisión las necesidades de caudal ecológico aguas abajo. A continuación se presentan las consideraciones que el equipo de URS ha realizado con la información disponible sobre ambos temas.

5.3.7.1.1 Diseño de escalera de peces

El término “escala” para peces se refiere a las estructuras que fueron concebidas para facilitar el movimiento de organismos (peces) migratorios aguas arriba y aguas abajo en los ríos que han sido interrumpidos por la construcción de una represa. El objetivo de esta estructura es asegurar que los organismos que requieren subir y bajar el río durante su ciclo de vida, puedan hacerlo para que no desaparezcan de los tributarios, aguas arriba de la presa.

El diseño de la “escalera” debe considerar varias alternativas una vez que la opción de agua definitiva haya sido seleccionada. En términos generales se concibe una estructura reguladora de poco caudal que conecte el embalse con el río aguas debajo de la presa. Esta conexión puede ser directa o a través de uno de los tributarios que caen al río principal aguas debajo de la presa. El diagrama a continuación ilustra las posibilidades. En ambos casos se debe considerar una estructura simple tipo aliviadero conectada a un canal de descarga que permita regular el flujo que se descarga por el mismo.



5.3.7.1.2 Determinación del caudal ecológico

El flujo aguas abajo de la presa debe ser suficiente para que se realicen los procesos vitales de los ecosistemas y los bienes y servicios ambientales que estos prestan. Esto es en esencia la definición de “caudal ecológico”, pero en la práctica el valor de ese flujo es difícil de definir. Como ejemplo utilizamos el estudio de factibilidad realizado para la Opción de Río Indio, el cual considera que un 10% del caudal medio mensual será descargado aguas abajo, el cual es un valor utilizado generalmente en proyectos de este tipo.

Sin embargo, la información disponible no parece adecuada para proporcionar una recomendación concluyente y, por lo tanto, el equipo de URS después de considerarla hace la recomendación de que este tema sea considerado con mayor detalle en el estudio de impacto

ambiental definitivo de la opción seleccionada o durante la fase final de planificación y diseño definitivo. Es importante señalar, para poner en contexto la importancia del tema, que el valor propuesto del 10% en el estudio de factibilidad⁽⁶²⁾ (~2.6 m³/seg.) es excedido en el sitio propuesto para la presa el 96% del tiempo de acuerdo a la serie de caudales diarios disponibles entre los años 1979 – 1997.

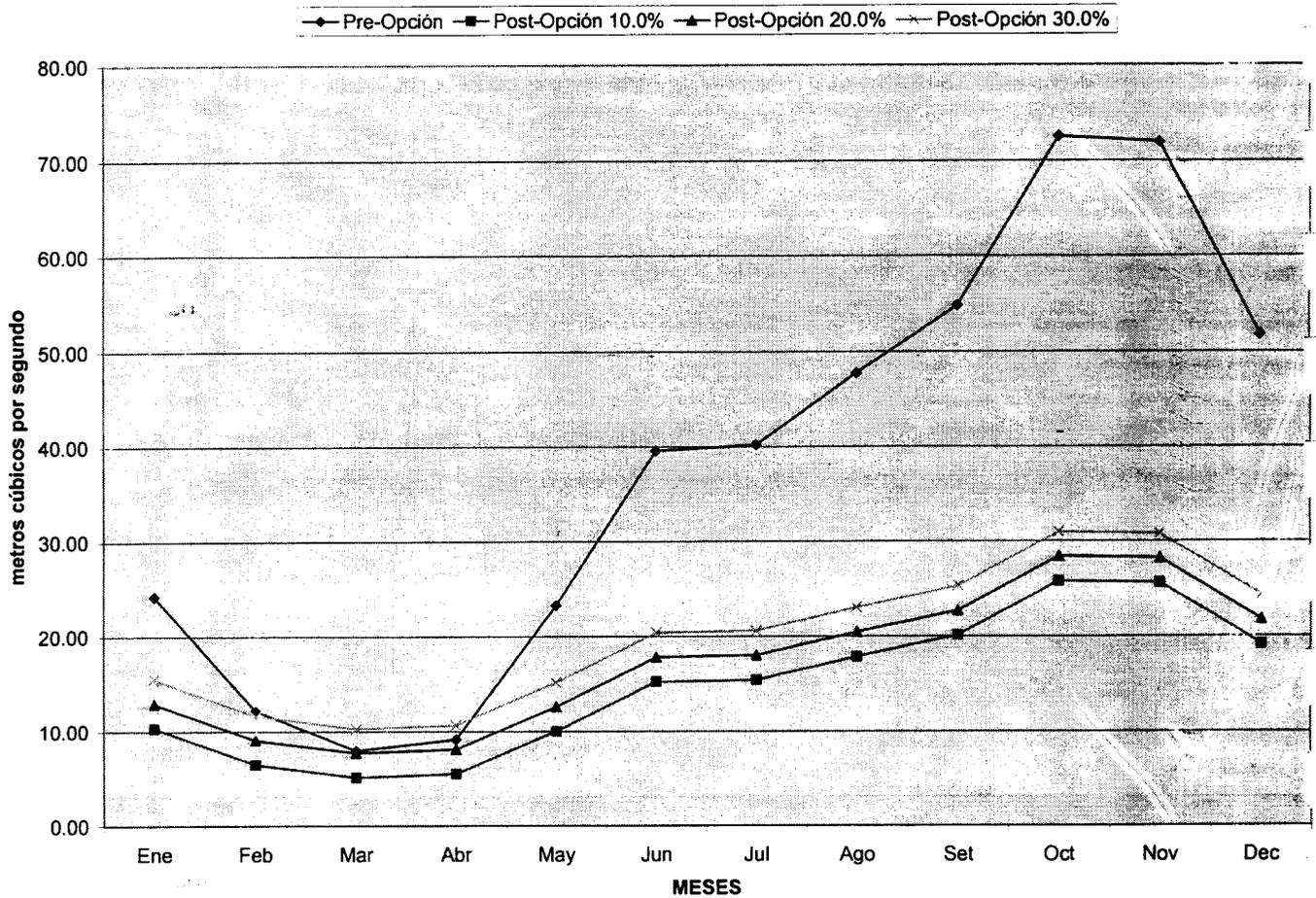
En el análisis para esta recomendación se ha tenido en cuenta que uno de los servicios ambientales importantes que el caudal del río presta a las comunidades incluye el transporte por la vía acuática. El río es navegable precisamente hasta el sitio de presa propuesto en Río Indio. Esto quiere decir que durante la fase de construcción no habrá inconveniente puesto que el caudal sería mantenido hasta un sitio muy cercano al atracadero actual. Durante la fase de operación se anticipa que ya el transporte fluvial habrá paulatinamente evolucionado a transporte terrestre por el efecto mismo del desarrollo inducido que tendrá lugar en el área. Por lo tanto, el caudal del río no se considera importante crítico para esa función más allá de los primeros años de la fase construcción.

Por otra parte también se ha considerado la importancia que el caudal puede tener en la estructura de las comunidades fluviales y estuarinas. Obviamente la distribución de las especies estuarinas depende del gradiente de salinidad en la sección del río en que el agua de su descarga se mezcla progresivamente con el mar. Con una menor descarga se espera que el gradiente de salinidad se desplace en dirección a tierra y dependiendo de la magnitud tierra adentro sobre el río.

En este sentido se puede suponer que el gradiente de salinidad se encuentra en equilibrio dinámico y que durante la época más seca el mismo se desplaza tierra adentro mientras que a medida que los caudales aumente este es empujado nuevamente hacia el mar por el flujo de agua dulce. Un análisis de los caudales medio (Figura 5.3) indica que la descarga mínima del río ocurre típicamente en los meses de marzo y abril. Existen dos argumentos importantes por los cuales la descarga durante el período de tiempo más seco puede ser la clave para prevenir una alteración significativa del gradiente de salinidad en el tramo estuarino del río. En primer lugar se puede mencionar el efecto de los sistemas frontales del norte, que causan fuertes marejadas durante esos períodos de tiempo en la costa norte de Panamá. Obviamente la marejada empuja el agua salada hacia adentro del río y su efecto se espera que sea mayor con una descarga reducida. Por otra parte, esa época es la que se caracteriza por una mayor amplitud de las mareas, lo cual también podría favorecer la migración de agua salada más adentro del río, bajo condiciones de caudal reducido.

Se esperaría que durante los primeros meses de la estación lluviosa esa tendencia sea revertida por el mayor flujo del río. Sin embargo, esta es solamente una hipótesis que tendría que ser investigada mediante la observación del comportamiento del gradiente de salinidad y la distribución de especies sensitivas a lo largo del mismo a varios niveles de descarga del río. A manera de ilustración solamente se han incluido en la misma Figura 5-3 el efecto de tres niveles de descarga sobre el hidrograma del año promedio.

Figura 5-3: Caudal Medio Mensual en la Boca de Río Indio Pre and Post construcción de las Opciones 1 y 2 a varios Niveles de Descarga Mínima



En esta sección se toma como ejemplo el caso de Río Indio (Opción 1) dado que es el más importante porque es donde la presa estaría regulando una mayor proporción de la descarga total de la cuenca (72%). En el caso del Río Caño Sucio, afluente de Miguel de la Borda, la presa regularía solamente el 18% de la descarga total, y para el Río Toabré, afluente del Río Coclé del Norte, la presa regularía aproximadamente el 45% de la descarga total del sistema.

Como ejemplo es importante señalar que modificar la descarga aguas abajo no debería de tener un impacto significativo sobre el rendimiento de la Opción 1 en términos de la cantidad de esclusajes que la misma puede aportar para el funcionamiento del canal. Esto se debe a que una parte muy importante de la contribución de los 15.5 esclusajes por día que la Opción 1 contribuye al sistema depende del agua almacenada en la porción útil del embalse que es de casi 1300 MMC.

Por lo tanto, la oferta de agua de la Opción 1, es de 1300 MMC más la fracción de la descarga que se destine al sistema del canal. Considerando la propuesta de descargar el 10% que ha sido recomendada por el estudio de factibilidad la oferta total de agua de la Opción 1, en el año promedio esa oferta es de 2032 MMC. Por lo tanto el 10% del caudal medio propuesto como descarga aguas abajo representa menos del 4% de la oferta de agua de la Opción 1 en el año promedio.

Por otra parte se debe considerar que en el año promedio o en los años más húmedos, esa agua no sería realmente requerida por el sistema y en caso de ser transferida a Gatún sería descargada a través de la planta hidroeléctrica. Durante los años secos, cuando el agua realmente sería requerida por el sistema, especialmente durante las sequías extremas como la ocurrida durante El Niño de 1997-98 el parámetro de descarga del caudal ecológico podría ser revisado puesto que estos eventos dramáticos son también importantes para la evolución de los sistemas naturales. En otras palabras, no se debe subsidiar con agua el sistema natural cuando las condiciones generales de la región son de sequía extrema. Por lo tanto en las condiciones de sequía extrema el agua podría estar disponible para el funcionamiento del canal.

El propósito es determinar cual es el mejor esquema de descarga de aguas abajo para determinar como se maximizan los valores ambientales y económicos de la misma. La información que hace falta es la evolución del gradiente de salinidad en un ciclo anual; especialmente indicaciones de que bajo condiciones de flujo reducido existe una migración del gradiente en dirección a tierra y en que punto se revierte este efecto cuando los caudales comienzan a subir nuevamente. Además se debe tomar en cuenta si el cambio en el mismo tiene un efecto detectable sobre la comunidad biológica en el tramo estuarino del río.

5.3.7.2 Mitigación de impactos directos durante la fase de construcción

Durante la fase de construcción se deberán implementar los diseños finales desarrollados durante la fase anterior a fin de permitir que las especies de peces y crustáceos puedan mantenerse como

habitantes de las aguas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré y sus afluentes aguas arriba de los sitios de presa propuestos en las opciones consideradas.

5.3.7.3 Mitigación de impactos durante la fase de operación

En la etapa de operación de los nuevos embalses, los peces estarán sujetos a nuevo régimen: de lóxico a léxico. Uno de los principales riesgos que acarrea al iniciarse la actividad pesquera en los nuevos reservorios es la disminución paulatina de las poblaciones de peces nativos y exóticos de sus aguas. La forma de prevención, reducción y control de estos riesgos se dará a través de la implementación de medidas de manejo y ordenamiento pesquero, como vedas, determinación del tamaño de las artes de pesca, cuotas de captura, regulación del esfuerzo, y posibles repoblaciones futuras.

Desde su introducción en los años sesenta del pez sargento (*Cichla monoculus*) y la tilapia (*Oreochromis niloticus*) respectivamente, estas especies han sido transferidas a diferentes embalses del territorio nacional, destacándose entre estos los lagos Gatún, Alhajuela, La Yeguada, Fortuna y Bayano, generando consigo una actividad pesquera importante para las comunidades que habitan sus riberas.

Una vez construido un embalse e incorporadas estas especies en sus aguas, la actividad de la pesca cobrará una importancia entre las poblaciones de las cuencas, debido a su disponibilidad, buena calidad de carne, y precios en el mercado nacional e internacional. En este sentido la importancia de incentivar y estudiar el desarrollo pesqueras de tilapia y sargento en estos embalses, es indispensable para promover y mantener cualquier explotación pesquera artesanal o comercial sostenible en el área.

Esta investigación generará la información básica necesaria para establecer un plan de manejo pesquero futuro en el embalse, acción que redundará en beneficio de las comunidades campesinas, de las instituciones estatales y ONG's que trabajan en el área, así como para las empresas privadas que pretendan utilizar el recurso pesquero de tilapia y sargento para el turismo, comercio local o de exportación.

El cultivo de peces en recintos acuáticos (jaulas flotantes y encierros) en muchos lugares del mundo es considerado una alternativa de producción sostenible de alimentos. En vista de que la construcción de embalses conllevará un cambio radical en la forma de vida de los campesinos, la acuicultura surge como una forma de aprovechamiento racional del recurso acuático y a la vez una fuente de generación de empleos y fuente proteica para estas poblaciones pobres.

Por esta razón surge la necesidad de capacitar a las personas (campesinos), en las técnicas básicas de acuicultura en reservorios, con la intención de que las comunidades puedan utilizar en forma productiva este recurso natural.

5.3.7.3.1 Investigación preliminar de los recursos pesqueros

En este proyecto de investigación se evaluará el potencial o aprovechamiento pesquero de los embalses. Para esto se realizarán prospecciones pesqueras, enfocadas a estudiar las especies que se espera que tengan la mayor importancia económica: la tilapia y el pez sargento. Como parte de los sondeos pesqueros se realizarán entrevistas a pescadores en los embalses y encuestas de captura en movimiento (ECM) para obtener datos sobre sus rendimientos, esfuerzos pesqueros diarios; así como, otros parámetros que influyen en la pesca, tales como artes de pesca, frecuencia de pesca, etc.

Simultáneamente se realizarán monitoreos sobre la biología de la tilapia y el sargento y la evolución de sus poblaciones en este nuevo ecosistema. Para ello se establecerán diferentes sitios en el embalse, que serán muestreadas con redes o trasmallos experimentales, para determinar la abundancia relativa, estructura y composición de las poblaciones, crecimiento, factor de condición, talla de primera madurez, reproducción, etc.; información indispensable para el manejo futuro de estas especies en el embalse.

Además se aplicará dos veces al año (estación seca y lluviosa) una encuesta de consumo de pescado, para medir indirectamente el uso productivo del embalse. Toda la información generada con estas metodologías será analizada utilizando paquetes estadísticos como el FISAT. Posteriormente los resultados de estos análisis serán transferidos, a través de seminarios y capacitaciones, a los grupos de pescadores, así como, a los entes estatales o privados, que tengan relación con la explotación o el manejo integral del lago. Esta investigación se realizará en los sitios donde se esté ejecutando alguna actividad pesquera importante.

En una primera fase se estudiará por un período de un año la evolución de la pesquería de tilapia y sargento, mediante la evaluación de la captura y el esfuerzo pesquero, en las principales áreas del nuevo lago. Si se confirma que otras especies tienen también una importancia significativa en las capturas, deberán ser incluidas en el estudio. Simultáneamente, en esta fase se determinarán algunos parámetros biológicos importantes de cada una de las especies. Para los sondeos pesqueros se utilizará la metodología denominada encuesta de captura por muestreo (ECM).

Estos muestreos se realizarán mensualmente recorriendo con botes las áreas del embalse previamente seleccionadas al azar. Dichas encuestas se llenarán entrevistando a los pescadores encontrados en los recorridos, de los cuales se obtendrán datos de captura, tiempo de pesca, número de peces, especies, etc. Igualmente a los grupos organizados de campesinos y a otras poblaciones aledañas al embalse, se les aplicará una encuesta de consumo y pesca en dos diferentes épocas del año (estación seca y estación lluviosa).

Los sondeos biológicos se realizarán mensualmente y para ello se utilizarán redes agalleras experimentales (trasmallos con diversos ojos de malla) que serán caladas en varias zonas del embalse previamente seleccionadas al azar. Igualmente se realizarán muestreos en las orillas utilizando una red de arrastre, con el fin de detectar la presencia de reproducción o alevines. De los peces capturados se determinará la abundancia relativa, composición y estructura de las especies, peso, talla, datos de crecimiento, contenido estomacal y otros diversos parámetros biológicos.

Luego de obtener estos datos, se procederá a su interpretación y análisis para emitir recomendaciones que sean transferidas (tres meses), de la información generada por la investigación biológica y pesquera, a los grupos de pescadores, agencias ambientales, privadas o estatales, involucradas directa o indirectamente con la explotación del recurso pesquero, a través de talleres de capacitación.

5.3.7.3.2 Proyecto piloto de cría tilapia en recintos acuáticos

En este proyecto piloto se evaluarán en conjunto con grupos de campesinos seleccionados, dos técnicas de acuicultura para el aprovechamiento de algunas zonas del nuevo embalse, como una actividad alternativa de producción sostenible para los habitantes de las cuencas hidrográficas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré. El programa deberá iniciarse después del período inicial de estabilización de la calidad del agua en el embalse (3 a 5 años) y después de confirmar que el riesgo de eutrofización es bajo.

Para esto, primero se escogerán con estos grupos, los sitios que presenten las características recomendadas para la realización de estos proyectos, por ejemplo: profundidad mayor de 10 m, áreas con buena circulación de aguas, cercanías a los poblados, etc. Una vez escogido el sitio, se procederá a cultivar o engordar los peces (tilapia), en estructuras flotantes (jaulas de 4 m³) o en encierros o cercos (1,000 m²) que se construirán en las orillas del embalse. Los peces, que se adquirirán por medio de la Dirección Nacional de Acuicultura, serán engordados con alimentos concentrados o peletizados, en los sistemas de producción mencionados, alrededor de 7 meses o

menos (dependiendo de su velocidad en crecimiento), luego de los cuales serán cosechados para su consumo o venta local.

Las tasas de alimentación para los peces en los recintos, serán calibradas mensualmente a través de muestreos. Simultáneamente se tomarán algunos parámetros o mediciones de los peces (talla, peso), para evaluar la tasa de crecimiento en los sistemas de producción y su adaptación a los nuevos embalses. Esta información será utilizada además para establecer la cosecha neta de nutrientes del embalse y para calibrar el sistema de tal manera que sea económico para los usuarios y que tenga un balance positivo de nutrientes en el cuerpo de agua. Toda la información generada en esta experiencia será transferida a través de seminarios de capacitación, a los diferentes grupos de campesinos habitantes en las cuencas de Río Indio, Caño Sucio y Toabré.

Este proyecto se realizará en algunas áreas especialmente donde se sitúen comunidades de campesinos. Para el cultivo de peces en jaulas flotantes se construirán 4 jaulas flotantes de PVC de 4 m³ de capacidad, las que serán sembradas con tilapia a una tasa de 200 peces por metro cúbico, los cuales serán alimentados seis días a la semana, utilizando piensos concentrados para peces (25% de proteína) por un período de 7 meses; luego de los cuales, serán cosechados y comercializados en el área o en otras zonas aledañas. Igualmente se construirá un encierro o cerco de aproximadamente 1,000 m², en el cual se sembrarán de 1 a 3 peces por metro cuadrado, que serán engordados con alimentos peletizados de 25% de proteína, durante un período de 6 a 7 meses, y una vez transcurrido el período de engorde, los mismos serán cosechados con una red de arrastre, para su venta o consumo local. En ambas experiencias de cultivo, se medirá mensualmente el crecimiento de los peces, para ajustar la cantidad de alimento a proporcionar.

Al igual que con las actividades anteriores, toda información generada en estas experiencias será transferida a través de seminarios de capacitación teórica - práctica a los diferentes grupos de campesinos o grupos organizados que vivan alrededor de los embalses construidos.

5.3.7.4 Medidas de prevención, reducción y control de impactos indirectos

No se prevé ninguna medida adicional a lo indicado para los impactos directos, como el fomento a la pesca comercial combinada con la pesca deportiva, como alternativa de producción sostenible.

5.3.8 Programa de Conservación de Sitios Arqueológicos

Habrán algunos impactos inevitables a consecuencia de la construcción y, en grado mucho menor, durante la operación. Gran parte de los impactos sobre el patrimonio cultural serán localizados y temporales, según fueron descritos anteriormente en el capítulo 4. Estos impactos resultantes del proyecto pueden ser prevenidos, reducidos y controlados en lo posible y mitigados por completo.

El inventario arqueológico actual en la ROCC⁽⁵³⁾ indica que existe un total de 20 sitios arqueológicos conocidos, de diferentes niveles de importancia, dentro de la totalidad de las potenciales áreas a ser impactadas con las opciones de 5 a 10. Esto indica la necesidad de establecer medidas de mitigación asociadas a las distintas fases del proyecto. De manera significativa, las Opciones 7-10 ocasionarán más impactos. Los impactos de las Opciones 5 y 6 serán relativamente limitados. En todos los casos, sin embargo, las opciones propuestas impactarán los recursos arqueológicos y se perderá información valiosa, científica y cultural, si las medidas de prevención, reducción y control no son puestas en práctica o implementadas a tiempo.

Los impactos y riesgos potenciales pueden perturbar severamente los contextos estratigráficos de los sitios y dañar artefactos mediante acciones directas de la construcción, a través de la erosión y daños por el agua y por dejar a los sitios inaccesibles para la investigación arqueológica, durante extensos períodos de tiempo mientras se encuentren en sectores inundados. Sitios aún no identificados por los inventarios realizados a la fecha pueden sufrir impactos similares si están ubicados dentro de áreas de impacto directo. Las prácticas actuales de manejo de recursos culturales ofrecen una serie de opciones para enfocar estos impactos potenciales. En orden de preferencia las medidas propuestas son: prevención, minimización y mitigación de los impactos. La siguiente discusión sobre reducción de impactos considera lineamientos internacionales para el manejo de recursos culturales y puede ser desarrollada en consulta con, y siguiendo los lineamientos del Instituto Nacional de Cultura de la República de Panamá.

El objetivo del programa es identificar una serie de medidas de prevención, reducción y control específicas que puedan ser requeridas para cada una de las seis opciones de agua que involucran las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré, detallando aquellas que puedan ser requeridas para todas las opciones así como también medidas específicas para opciones independientes. Las medidas no identificadas particularmente como aplicables a una opción específica son aplicables a todas las opciones.

5.3.8.1 Medidas de prevención y control en la fase de planificación

Se debe realizar un inventario arqueológico detallado para las áreas de impacto directo y de las zonas del entorno de la opción seleccionada. Los inventarios desarrollados a la fecha, han sido suficiente para ubicar y describir lo que aparenta ser una muestra representativa del recurso arqueológico dentro de las áreas de las seis opciones, y se han ubicado los más grandes e importantes sitios. Es posible de todas formas, que existan sitios arqueológicos adicionales ubicados dentro de cada zona. El inventario detallado dentro de la zona de una opción seleccionada permitirá identificar sitios arqueológicos adicionales que posiblemente requieran investigación para recuperación de datos e interpretación de los mismos.

Los inventarios adicionales deberán realizarse también en los caminos de acceso, sitios de cantera, de almacenamiento y otras estructuras temporales y permanentes de apoyo, las cuales deberán ser diseñadas y ubicadas de manera que eviten y disminuyan los impactos. De ser posible, otros sitios significativos que sean adicionalmente identificados por el inventario detallado deberán ser evitados mediante el cambio en el diseño y ubicación. Hasta donde eso sea factible. Sitios importantes que no puedan ser evitados por el cambio de diseño deben estar sujetos a trabajos de salvamento y recuperación de información y artefactos, como se describe a continuación.

La prevención, reducción y control de los impactos arqueológicos inevitables será realizada mediante operaciones de salvamento en los sitios arqueológicos significativos (sitios de importancia moderada a alta) que serían impactados por la opción seleccionada. Los trabajos de salvamento realizarán excavaciones intensivas, análisis y reportes de los sitios significativos, previo al inicio de la construcción. Las investigaciones deberán seguir un diseño establecido para cada sitio que se ciña a la recuperación y preservación de los valores científicos y culturales clave presentes en cada sitio. Los artefactos resultantes deben ser preparados para su conservación en coordinación con el Instituto Nacional de Cultura. Sólo los sitios que se previeron como significativos mediante los estudios preliminares y que yacen dentro de las áreas de impacto directo deben ser incluidos en el esfuerzo de salvamento. Programas de participación pública deben ser realizados para compartir la información recuperada. Esto puede incluir publicaciones y exhibiciones en museos y escuelas y otras formas de comunicación pública.

Cambios en el diseño del proyecto también pueden limitar los impactos como es el caso de las autopistas o los oleoductos “cortados y cubiertos”; ambos realizan actividades que substancialmente perturban el suelo. El impacto potencial más significativo de las opciones de agua (embalse) no puede, sin embargo, ser prevenido por cambios en el diseño. Esto es porque

los requerimientos topográficos para almacenar agua requieren que los embalses sean ubicados en sectores donde los sitios arqueológicos pre-Hispánicos son comunes. El inventario de sitios existentes indica un patrón de ocupación de sitios pre-Hispánicos que los ubica cercanos a los principales cursos de agua, los cuales eran utilizados como rutas de transporte en la misma forma que se hace hoy día.

Algunos de los elementos del diseño de cada opción, aparte del embalse en sí, son más flexibles en términos de su posible ubicación y pueden ser diseñadas para evitar los sitios arqueológicos conocidos. Estos incluyen componentes tan necesarios como son los campamentos temporales de la construcción, caminos de acceso, las canteras y áreas de almacenamiento y entrega de materiales de construcción. En caso de existir recursos arqueológicos en estas áreas, reubicación de estas áreas hacia un lugar menos sensible desde la perspectiva arqueológica ayudaría a prevenir todos los impactos del proyecto. Por este medio, algunos pero no todos los impactos del proyecto podrían ser evitados.

5.3.8.2 Mitigación de impactos directos durante la fase de construcción

Durante las fases de construcción se deberá formular un programa de conservación de los sitios arqueológicos. El programa que sería definido durante el estudio de EIA de la opción seleccionada o durante el inventario detallado descrito anteriormente. El programa proporcionará lineamientos para el rango de aspectos arqueológicos relevantes incluyendo una discusión detallada de las mitigaciones de los impactos y las medidas de reducción citadas con anterioridad. Dicho programa debería además incluir los siguientes componentes:

- Inventario revisado del área de la opción seleccionada con mapas detallados;
- Evaluación específica del sitio y lineamientos de recuperación de datos;
- Lineamientos operativos relacionados con procedimientos específicos de construcción, mantenimiento y operación que pueden causar impactos a los sitios arqueológicos;
- Lineamientos de mejores prácticas de procedimientos de construcción y mantenimiento, para no hacer peligrar los recursos arqueológicos; y
- Protocolos de hallazgos tardíos, describiendo acciones y procedimientos de informar sobre hallazgos arqueológicos fortuitos hechos por personal de campo durante la construcción, operación y fase de abandono del proyecto.

Este documento deberá ser preparado con el rigor técnico apropiado pero en lenguaje y formato que permita su accesibilidad y utilidad por el personal directivo de la ACP y por los contratistas.

Las medidas de prevención, reducción y control para cada una de las opciones consideradas son las siguientes:

Opción 5:

- Investigaciones y rescate en los sitios arqueológicos Cp-37, Pn-27, Pn-35, Pn-50;
- Visitas de confirmación a los 8 sitios arqueológicos de baja importancia que yacen dentro de las áreas de impacto directo por el proyecto; e
- Investigaciones y rescate en los sitios adicionales identificados por el inventario detallado de la alternativa seleccionada, de alta y moderada importancia, y que no pueden ser evitados por el diseño del proyecto.

Opción 6:

- Investigaciones y rescate en los sitios arqueológicos Pn-27, Pn-35 y Pn-50;
- Visitas de confirmación a los 5 sitios arqueológicos de baja importancia que yacen dentro de las áreas de impacto directo por el proyecto; e
- Investigaciones y rescate en los sitios adicionales identificados por el inventario detallado de la alternativa seleccionada, de alta y moderada importancia, y que no pueden ser evitados por el diseño del proyecto.

Opción 7:

- Investigaciones y rescate en los sitios arqueológicos Pn-21, Pn-50, Cp-37, Do-66, Pn-22, Pn-23, Pn-27 y Pn-35;
- Visitas de confirmación a los 9 sitios arqueológicos de baja importancia que yacen dentro de las áreas de impacto directo por el proyecto; e
- Investigaciones y rescate en los sitios adicionales identificados por el inventario detallado de la alternativa seleccionada, de alta y moderada importancia, y que no pueden ser evitados por el diseño del proyecto.

Opción 8:

- Investigaciones y rescate en los sitios arqueológicos Pn-21, Pn-50, Cp-37, Do-66, Pn-22, Pn-23, Pn-27 y Pn-35;
- Visitas de confirmación a los 3 sitios arqueológicos de baja importancia que yacen dentro de las áreas de impacto directo por el proyecto; e
- Investigaciones y rescate en los sitios adicionales identificados por el inventario intensivo de la alternativa seleccionada, de alta y moderada importancia, y que no pueden ser evitados por el diseño del proyecto.

Opción 9:

- Investigaciones y rescate en los sitios arqueológicos Pn-21, Pn-50, Cp-37, Do-66, Pn-22, Pn-23, Pn-27 y Pn-35;
- Visitas de confirmación a los 13 sitios arqueológicos de baja importancia que yacen dentro de las áreas de impacto directo por el proyecto; e
- Investigaciones y rescate en los sitios adicionales identificados por el inventario intensivo de la alternativa seleccionada, de alta y moderada importancia, y que no pueden ser evitados por el diseño del proyecto.

Opción 10:

- Investigaciones y rescate en los sitios arqueológicos Pn-21, Pn-50, Cp-37, Do-66, Pn-22, Pn-23, Pn-27, and Pn-35;
- Visitas de confirmación a los 7 sitios arqueológicos de baja importancia que yacen dentro de las áreas de impacto directo por el proyecto; e
- Investigaciones y rescate en los sitios adicionales identificados por el inventario intensivo de la alternativa seleccionada, de alta y moderada importancia, y que no pueden ser evitados por el diseño del proyecto.

5.3.8.3 Mitigación de impactos indirectos durante la fase de construcción

No se prevé ninguna medida adicional a las indicadas para los impactos directos. El impacto del desarrollo inducido sobre los sitios arqueológicos será parcialmente mitigado con las medidas de investigación y rescate indicadas para los impactos directos.

5.3.8.4 Mitigación de impactos directos durante la fase de operación

No se prevé ningún impacto sobre los sitios arqueológicos en esta etapa. Sin embargo, a los trabajadores se les debe prohibir la sustracción de cualquier vestigio arqueológico. Además, si en los trabajos de mantenimiento y rehabilitación de caminos y algunas obras, encontrarán vestigios, se deberá informar al Instituto de Cultura de Panamá.

5.3.8.5 Mitigación de impactos indirectos durante la fase de operación

El impacto del desarrollo inducido sobre los sitios arqueológicos durante la etapa de operación será parcialmente mitigado con la divulgación de los resultados de la información arqueológica de la zona.

5.3.9 Otros Programas

En este inciso se listarán aquellos programas de prevención, reducción y control de impactos socioambientales y riesgos potenciales, que se debe de llevar a cabo especialmente durante la etapa de construcción, y que todo proyecto de esta envergadura debe de tener. Por lo tanto, estos programas se aplican a cualquiera de las opciones de agua. Adicionalmente, cuando se seleccione la mejor opción será necesario, especificar claramente las actividades y acciones de los mismos. Específicamente se refiere a los siguientes programas:

- De Manejo de Residuos;
- De Salud y Seguridad;
- De Capacitación Ambiental de los Trabajadores;
- De Cierre de Instalaciones en los Frentes de Trabajo y Campamento; y
- De Relaciones con las Comunidades.

Además se debe desarrollar un Plan de Contingencias, que incluya medidas de prevención de los riesgos de accidentes, el cual se describirá en el inciso 5.6

Cuadro 5-8 Resumen de los Impactos Socio-Ambientales Potenciales y de las Medidas de Mitigación de las Opciones de Agua en las Cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré

Impactos Socio-Ambientales Potenciales	Medidas de Mitigación
<p>A. Impactos sobre el entorno físico</p> <p>1. Geología y Sismología</p> <p>Las características geológicas y geotécnicas en la cuenca, no presentan ninguna condición adversa que no pueda ser mitigada por medio de un diseño convencional y métodos de construcción apropiados. La magnitud de los impactos dependerá del tamaño de los embalses y la altura de las presas.</p> <p>-En la fase de construcción, los riesgos son similares a los descritos previamente para las opciones del río Indio, éstos incluyen:</p> <p>Deslizamientos de taludes: i) caminos (mayor riesgo en las opciones 11 y 12 por haber mayores pendientes); y ii) en las demás obras. Toabré es más susceptible a problemas de inestabilidad de los suelos, Indio, intermedio y Caño Sucio, menor.</p> <p>Inestabilidad de las fundaciones de las presas.</p> <p>La construcción del(os) túnel(es) con recubrimiento de concreto: i) filtraciones de agua; y ii) gases peligrosos.</p> <p>Disposición inadecuada de material de desperdicio (mayor volumen con la opción más grande).</p> <p>-En la fase de operación, los riesgos serán por:</p> <p>Deslizamientos de taludes: i) caminos; y ii) embalse (mayor riesgo donde habrá mayor fluctuación del nivel).</p> <p>Sismo: la posibilidad que un sismo afecte el proyecto es relativamente pequeño.</p> <p>Filtración de agua a través, por debajo o alrededor de la presa: i) Se considera mínima la filtración; ii) De ocurrir una falla, el daño mayor (aguas abajo) lo ocasionarían las opciones 11 y 12 por estar en la parte alta de la cuenca.</p>	<p>A. Medidas sobre el entorno físico</p> <p>1. Geología y Sismología</p> <p>-Hacer los estudios geológicos y geotécnicos detallados de la opción e incorporarlos en el diseño.</p> <p>-Métodos apropiados de construcción.</p> <p>-Pendientes máximas dependiendo del tipo de roca; Monitoreo de los taludes.</p> <p>-Monitoreo.</p> <p>-Monitoreo.</p> <p>-Disponer adecuadamente el material de desperdicio.</p> <p>-Mantenimiento a los caminos (recolectar y disponer adecuadamente el material).</p> <p>-Considerar la incorporación de un drenaje en la fundación de la presa; Instrumentación para detectar la infiltración.</p>
<p>2. Suelos</p> <p>El mayor porcentaje de los suelos de la cuenca tienen poco valor agrícola (clases VI y VII).</p> <p>-A mayor tamaño del proyecto (embalse) mayor impacto al suelo.</p> <p>-Desarrollo inducido por el proyecto puede provocar deforestación.</p>	<p>2. Suelos</p> <p>-Zonificación de uso del suelo; Control de asentamientos inducidos.</p>

Impactos Socio-Ambientales Potenciales	Medidas de Mitigación
<p>3. Recursos Hídricos</p> <p>Los recursos hídricos en las cuencas son de buena calidad, pero se pueden deteriorar durante la construcción de las obras, de no implementarse las medidas para minimizar la escorrentía y derrames y tratar las aguas residuales. Durante la operación la calidad del agua de los embalses será monitoreada a manera de determinar cambios y riesgo de eutrofización, a manera de tomar las medidas preventivas y correctivas necesarias.</p> <p><u>A. Nivel del agua y caudal, aguas debajo de la presa:</u></p> <p>-En la operación, los caudales máximos resultantes aguas debajo de las presas tendrán una atenuación significativa (alrededor del 85 al 90%; HEC-5), por lo tanto una reducción en las inundaciones (efectos negativos sobre los ecosistemas terrestres y acuáticos pero menores daños a los bienes y pérdida de vidas humanas).</p> <p>-En la operación, habrá una atenuación del lecho de los ríos aguas abajo.</p> <p>La reducción del caudal en los canales fluviales se manifiesta con la degradación en las bocas de los tributarios;</p> <p>La reducción en la carga de sedimentos transportada se manifiesta con el incremento en la erosión del canal de los ríos;</p> <p>La reducción de la capacidad de los ríos para transportar sedimentos se manifiesta con la acumulación de sedimentos en las bocas de los tributarios.</p> <p>Podría afectar la navegación debido a la reducción del caudal y deposición de materiales.</p> <p><u>B. Erosión y transporte de sedimentos:</u></p> <p>-En la construcción, habrá un deterioro de la calidad del agua por los sedimentos provenientes del movimiento de tierra.</p> <p>-En la operación, la sedimentación del embalse no será un problema y por lo tanto no será necesario dragar; La capacidad del embalse se verá afectada en no más de un 1 o 2% a los 50 y 100 años, respectivamente (1.4 mm/año; 1.04 ton/m³).</p> <p><u>C. Calidad del agua y riesgo de eutrofización:</u></p> <p>Lo indicado para las opciones en la cuenca del río Indio, se aplican para Caño Sucio y Toabré.</p>	<p>3. Recursos Hídricos</p> <p>-Monitoreo</p> <p>-Medidas como barreras de agua, cercas filtrantes y estabilización de taludes.</p> <p>-Mantenimiento de las estructuras de control de la erosión; Monitoreo de sedimentos y del cambio de uso de la tierra.</p>

Impactos Socio-Ambientales Potenciales	Medidas de Mitigación
<p>-En la construcción, deterioro de la calidad del agua por el aporte de sedimentos (erosión), aguas residuales y derrames de hidrocarburos.</p> <p>-En la operación, las concentraciones de <i>oxígeno disuelto</i> serán: i) aguas abajo: menores en las capas cercanas al fondo y sobre todo cuando el embalse se este llenando, afectando a los ecosistemas y la calidad del agua; Esta situación se puede aliviar variando la profundidad de las salidas de agua; y ii) Gatún: no afectará la calidad del agua del lago; No requerirá variar la profundidad de la toma.</p> <p>-En la operación, la <i>temperatura</i> o estratificación térmica será más o menos estable, se verá influenciada por la presencia de los vientos, especialmente durante la época seca; La termoclina estará entre los 10 y 15 metros de profundidad. La penetración de la luz llegará hasta los 15 metros de profundidad.</p> <p>-En la operación, el riesgo de <i>eutrofización</i> es bajo. Las concentraciones de fósforo y clorofila en las opciones de agua van en orden ascendente de la siguiente manera: 7, 9, 6, 5 y 8.</p>	<p>-Medidas de prevención y control de la erosión y de las aguas residuales y derrames.</p> <p>-Disponer de salidas de agua a distintas profundidades; Monitoreo de las concentración de oxígeno.</p> <p>-Monitoreo de la temperatura.</p> <p>-Se recomienda que se corten los árboles y la vegetación del área a inundarse; Monitoreo.</p>
<p>4. Calidad del aire</p> <p>Los impactos más importantes sobre la calidad del aire se relacionan principalmente por la emisión de polvo a partir de las áreas desprovistas de vegetación y de los camiones que transporten material, en su mayor parte durante la etapa de ejecución y en menor escala durante las actividades de operación.</p> <p>-En la construcción más que en la operación, las opciones 9 y 10 afectarían la calidad del aire de un número mayor de poblados y receptores sensibles (escuelas, iglesias y centros de salud), que las demás alternativas. Los poblados y receptores sensibles de las opciones 5 a la 10, son mayores a las indicadas para las opciones 1 a 4 y 11 y 12.</p> <p>-En la construcción, los trabajadores estarán expuestos al polvo y eventualmente otras sustancias.</p> <p>-En la operación, la incidencia de incendios forestales y la emisión de contaminantes a la atmósfera es similar a lo descrito para el río Indio. Las áreas de los embalses ya no serían susceptibles a los incendios (impacto positivo). Pero un mejor acceso al área podría intensificar la alteración de la cobertura vegetal y contribuir a más zonas con incendios.</p>	<p>4. Calidad del aire</p> <p>-Medidas de mitigación como regar agua y mantenimiento periódico y sistemático de los motores de los vehículos.</p> <p>-Dotar de equipo de protección contra el polvo a los trabajadores.</p> <p>-Programas de control de asentamientos inducidos y prevención y control de los incendios.</p>
<p>5. Ruido</p> <p>Los impactos más importantes del ruido se relacionan principalmente por las actividades de construcción y por el tránsito de los camiones que transporten material.</p>	<p>5. Ruido</p> <p>-Control del horario de tránsito vehicular y de la</p>

Impactos Socio-Ambientales Potenciales	Medidas de Mitigación
<p>-El ruido que se generarían en la construcción de las opciones 9 y 10 causarían problemas a un número mayor de poblados y receptores sensibles (escuelas, iglesias y centros de salud), que las demás alternativas.</p> <p>-En la construcción, los trabajadores estarán expuestos al ruido, que excedan los niveles de seguridad</p>	<p>velocidad de los vehículos y mantenimiento periódico y sistemático de los motores de los vehículos y equipos.</p> <p>-Dotar de equipo de protección contra el ruido a los trabajadores.</p>
<p>B. Impactos potenciales sobre la diversidad biológica</p> <p>6. Comunidades terrestres</p> <p>A causa del alto grado de intervención humana existente, la diversidad biológica tiene un valor relativamente bajo en las cuencas de los ríos Indios, Caño Sucio y Toabré. La construcción de cualquiera de las opciones resultará inevitablemente en la remoción de la vegetación permanente.</p> <p>-En la etapa de construcción, se cortarían para construir caminos, otras obras y el embalse entre 189 (opción 8) y 559 hectáreas (opción 9) de bosque maduro.</p> <p>-En la etapa de construcción, se afectaría negativamente a la mayoría de especies de fauna terrestre por la pérdida del hábitat, sobre todo del bosque poco intervenido.</p> <p>-En la etapa de operación, se proporcionará hábitat adicional para aves acuáticas.</p>	<p>B. Medidas sobre la diversidad biológica</p> <p>6. Comunidades terrestres</p> <p>-Revegetar 30 metros a lo largo de corrientes, proteger vegetación adyacente y revegetar.</p> <p>-Restricciones a los trabajadores de cacería, recolección de plantas y animales vivos.</p> <p>-Corredor biológico mesoamericano.</p>
<p>7. Comunidades acuáticas</p> <p>La experiencia sobre el crecimiento de malezas acuáticas en los embalses panameños indica que éstas invadirán cualquiera de los embalses propuestos.</p> <p>-En la construcción, las <i>malezas acuáticas</i>, aún cortando la mayoría de la vegetación arbórea, proliferarán las malezas acuáticas.</p> <p>-En la operación, se cuenta con experiencia en el país en el control de las malezas acuáticas.</p> <p>Durante la etapa de operación del embalse, los peces estarán sujetos a un nuevo régimen: de lótico a léntico. La experiencia en los embalses del país indica que la introducción del pez sargento y tilapia, genera una actividad pesquera importante para las comunidades ribereñas.</p> <p>- En la operación, los <i>peces y macro-invertebrados</i> presentan las siguientes características:</p> <p>23 especies de peces en río Indio, 20 en Caño Sucio y 15 en Toabré, permanecerán en la zona lacustre y efluentes;</p> <p>4 especies de peces en río Indio, 5 en Caño Sucio y 5 en Toabré, desaparecerán aguas arriba;</p>	<p>7. Comunidades acuáticas</p> <p>-Monitoreo y control integrado, si fuese necesario.</p> <p>-Diseño de escalera de peces, para proporcionar una alternativa fluvial a las especies migratorias.</p> <p>-Investigación de los recursos pesqueros.</p> <p>-Capacitar a los pobladores cercanos al embalse en las técnicas de acuicultura, para realizar cría de peces en recintos acuáticos.</p>

Impactos Socio-Ambientales Potenciales	Medidas de Mitigación
<p>La alteración en las poblaciones no será tan drástico aguas debajo de las presas;</p> <p>La fluctuación rápida del nivel del embalse afecta a los peces que utilizan las orillas para colocar sus huevos (truncos y malezas), ya que quedarían expuestos;</p> <p>Las 2 especies de importancia científica están asociadas a machuelos aguas arriba y que permanecerán aún con el embalse;</p> <p>La introducción del pez sargento y la tilapia generará una actividad pesquera importante para las comunidades reubicadas alrededor del embalse.</p>	<p>-Contribuir a la seguridad alimenticia y económica de las comunidades, a través del manejo sostenible de la tilapia y el sargento.</p>
<p>C. Impactos potenciales sobre los aspectos socio-económicos y culturales</p> <p>8. Socioeconomía:</p> <p>Las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré contienen núcleos familiares y pequeñas comunidades que viven mayormente en extrema pobreza.</p> <p>-En la construcción, se presentarán los siguientes impactos potenciales que son proporcionales al tamaño de cada opción:</p> <p>Habrá que desplazar entre 1,541 (opción 6) a 3,361 personas (opción 10);</p> <p>Habrá un impacto sobre la cohesión comunitaria, ya que una vez desplazada será difícil de reconstruir, más aún cuando los asentamientos sean más grandes;</p> <p>Habrá una fuerte reducción de las actividades comerciales de las poblaciones localizadas en la ribera del río;</p> <p>Habrá una pérdida de infraestructura;</p> <p>Habrá una pérdida de la producción agropecuaria que representa el 42% del consumo familiar;</p> <p>Habrá empleo local e ingresos, siempre y cuando se capacite a la población.</p> <p>Dada la pobreza de la región y la dispersión de su población, los costos directos de reemplazar la infraestructura económica y social son relativamente pequeños. Los costos mayores se asocian con los costos de compensación a las familias desplazadas.</p>	<p>C. Medidas de mitigación socio-económicas</p> <p>8. Socioeconomía</p> <p>-Evaluar cuales de las opciones cumplen con los requerimientos mínimos de volumen y confiabilidad, para aminorar un impacto innecesario sobre la población.</p> <p>-Programa de mejoramiento socio-económico de las comunidades que contempla:</p> <p>Mitigación del impacto directo del desplazamiento por inundación;</p> <p>Mitigación de la pérdida de producción para autoconsumo y comercio;</p> <p>Mitigación por la pérdida de la infraestructura social;</p> <p>Mitigación de la pérdida de la infraestructura económica.</p>

Impactos Socio-Ambientales Potenciales	Medidas de Mitigación
<p>9. Recursos culturales</p> <p>El inventario arqueológico actual en la ROCC indica que existen 20 sitios arqueológicos conocidos de diferentes niveles de importancia. Se perderá información científica y cultural valiosa por la inundación.</p> <p>-Los sitios arqueológicos que serían afectados, han sido calificados de alta, moderada y baja importancia. Las opciones 5 y 6, reportan 1 sitio de de alta importancia y el resto de opciones reportan 2. Las opciones 5 y 6 reportan 3 sitios de moderada importancia, y el resto de opciones reportan 7. Sitios de baja importancia se reportan 13 en la opción 9.</p>	<p>9. Recursos culturales</p> <p>-Programa de investigación y salvamento o rescate de sitios arqueológicos de moderada a alta importancia.</p>
<p>10. Paisaje y recursos escénicos</p> <p>-Las opciones de agua 7 y 9, en las partes altas de las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré, tienden a afectar un menor número de lugares poblados que reportan recursos de interés para sus comunidades.</p>	

5.4 Plan de Monitoreo

El objetivo del Plan de Monitoreo Ambiental es documentar el grado en que las acciones de prevención, reducción y control y compensación descritas en el PMA, logran alcanzar su objetivo, durante las fases de diseño, construcción y operación de las opciones de agua. Para poder demostrar y documentar que las metas se logran, es necesario recolectar y reportar la información clave que muestre como las variables ambientales se han comportado cuando las medidas e inversiones consideradas han sido ejecutadas, y el grado de efectividad de los mismas, para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales.

5.4.1 Esquema de Ejecución

El plan de monitoreo debe ser preferiblemente ejecutado de manera independiente a la ACP y/o al Contratista. Es decir, que la ACP y/o el Contratista contrate directamente a la empresa que realizará el monitoreo ambiental. La empresa ambiental contratada trabajará directamente con el Coordinador Socioambiental del contratista para impartir directrices y para ejecutar actividades específicas.

Entre las funciones específicas de la empresa contratada para el monitoreo ambiental se deben mencionar:

1. Desarrollar un Plan de Trabajo para la implementación del Plan de Monitoreo Socioambiental. El Plan de Trabajo deberá establecer la identificación del personal, sus responsabilidades, la logística de campo, los cronogramas, la capacitación, los requisitos de monitoreo, los formularios de reporte de monitoreo y la comunicación e intercambio de información con el contratista, los subcontratistas de éste y las agencias reguladoras del País, especialmente la ANAM; y
2. Dar seguimiento a las medidas socioambientales indicadas en cada uno de los Programas incluidos en el PMA.

La empresa contratada para el monitoreo debe tener acceso a toda la información del contratista de la obra y sus subcontratistas, quienes además deben facilitar el contacto con sus respectivos equipos de ingeniería e inspección, para asegurar que las actividades de trabajo cumplan con los requisitos del PMA. Para cumplir con sus funciones el personal de la empresa contratada para el monitoreo socioambiental, se reunirá con el coordinador socioambiental de la empresa contratista, quien proporcionará la información requerida. La empresa contratada para el

monitoreo socioambiental, tendrá las siguientes responsabilidades:

- i) Realizará actividades de monitoreo periódicas que suplementarán información levantada diariamente y semanalmente por el Coordinador Ambiental de la Obra;
- ii) Establecerá las prioridades globales del plan de monitoreo;
- iii) Mantendrá una base de datos del Proyecto referido a los aspectos de licencia o cumplimiento;
- iv) Preparará todos los informes de monitoreo;
- v) Efectuará el seguimiento de las acciones de cumplimiento;
- vi) Recopilará en conjunto con el Coordinador Socioambiental los datos de campo;
- vii) Preparará informes mensuales del estado del medio ambiente en el área de influencia del Proyecto y la ejecución del PMA; y
- viii) Comunicará cualquier incumplimiento al Contratista dentro de las 24 horas de haberse documentado dicho incumplimiento.

Las responsabilidades que conjuntamente desempeñará el personal de la empresa contratada para el monitoreo socioambiental con el Coordinador Socioambiental del contratista deberán abarcar, pero no limitarse a, dar seguimiento a las medidas para el control de la erosión, la protección de los recursos hídricos, de los animales silvestres y la vegetación y los aspectos sociales. Además, por la naturaleza del área de influencia del Proyecto, debe proporcionar seguimiento a los niveles de ruido ambiental y las medidas para mantenerlo dentro de rangos tolerables para la sociedad, las medidas de protección de la calidad del aire, la afectación de infraestructura y servicios y la velocidad de restauración de los mismos en caso de que tengan que ser interrumpidos. También dará seguimiento a las relaciones del contratista con miembros de las comunidades, para prevenir, reducir y controlar quejas por interrupción de servicios y afectaciones.

Entre otros, los monitores ambientales deben observar y registrar todas las actividades relacionadas con los siguientes elementos:

- Las áreas que requieren medidas especiales de estabilización y protección;

- Las estructuras de control de erosión y de sedimentación, su instalación, mantenimiento y eficacia;
- Las medidas de restauración de las áreas alteradas;
- El espacio geográfico en que se realizan las actividades de construcción y la autorización para la utilización del mismo;
- Los requisitos establecidos en el Plan de Contingencias y su grado de cumplimiento;
- Las prácticas de recolección y disposición de residuos;
- Documentar, con fotografías, la condición de las áreas sensibles y de los espacios de trabajo antes, durante y después de la construcción;
- Documentar, con fotografías y vídeos, si es factible, las actividades de construcción;
- Identificar los problemas potenciales y recomendar al contratista las acciones apropiadas antes que dichos problemas ocurran;
- Comunicar y brindar capacitación sobre temas y asuntos ambientales específicos del Proyecto al contratista;
- Sugerir al Contratista la restricción de las actividades en la vecindad de áreas frágiles, cuando las condiciones climatológicas (tales como las lluvias) sean adversas; y
- Niveles de ruido ambiental y emisiones atmosféricas ocasionadas por la construcción. Para lo que deberán disponer de equipos especializados de medición, colección y análisis de muestras o hacer los arreglos con especialistas, instituciones y laboratorios locales que los puedan realizar.

El personal de la empresa contratada para el monitoreo deberá utilizar su mejor criterio en el campo en todo momento para asegurar que la documentación sobre violaciones, auditorías y otros eventos relacionados con el medio ambiente sea transmitida al personal pertinente del Proyecto. A su vez, informará de todos los asuntos al Coordinador Socioambiental del contratista.

El especialista responsable del Monitoreo socioambiental deberá preparar informes mensuales y además, informes extraordinarios cuando ocurra algún evento imprevisto o cuando se complete una meta establecida dentro del Programa de trabajo. Estos resultados deberán ser enviados al Gerente del Proyecto y al Coordinador Ambiental del contratista dentro de los cinco días hábiles siguientes a partir del mes en que se realice el informe, remitiendo una copia a la ACP. Este informe incluirá toda la información recolectada en los diferentes frentes de trabajo de la obra, poniendo énfasis en las medidas de manejo ambiental ejecutadas, los logros y las dificultades encontradas.

Eventos imprevistos como accidentes que ocasionen derrames de productos tóxicos o peligrosos o programas especiales y extraordinarios de accidentes de tránsito y laborales, siempre requerirán de informes especiales para documentar la magnitud de los impactos y la efectividad de la respuesta.

Dentro de los dos meses posteriores a la conclusión de la construcción del Proyecto, deberá presentarse una versión en borrador del *Informe Resumen de Monitoreo Ambiental Durante la Construcción*, que describe el trabajo realizado por el Contratista respecto a cada uno de los temas ambientales. Este borrador será revisado y comentado por el personal del Contratista y por la ACP. La versión final de dicho informe deberá contener los comentarios realizados y deberá ser entregado un mes después de recibirse los comentarios.

Como se evidencia de lo indicado anteriormente, el mayor esfuerzo de las actividades de monitoreo se realizarán durante la etapa de construcción, sin embargo, hay otras acciones que requieren de monitoreo después que la opción de agua entre en operación (p.e. los muestreos de calidad del agua).

Dentro del Programa de Monitoreo Socioambiental deben incluirse los recursos para realizar al menos dos auditorías ambientales, autónomas e independientes, para realizar una evaluación de todo el PMA, siguiendo los criterios y requerimientos de las ISO 190011. El producto de las auditorías ambientales debe ser abierto al público, especialmente a los involucrados en el PMA y sus recomendaciones y conclusiones deben ser vinculantes en términos legales, financieros y técnicos. A continuación se describe en que consisten las actividades de monitoreo de cada uno de los componentes del PMA.

5.4.2 Monitoreo del Plan de Reasentamiento y Desarrollo Humano

La oposición que algunos grupos han mostrado hacia las opciones de agua, (Vg.: las comunidades, las iglesias), indica claramente la necesidad de establecer un sistema de monitoreo socioambiental confiable que permita darle al proceso de desplazamiento, compensación y reasentamiento un nivel de transparencia alto, para que permita proceder sin contratiempos a la construcción de la opción de agua seleccionada. Un sistema transparente de monitoreo socioambiental, contribuirá a establecer el clima de confianza que se necesita para llevar a cabo la opción de agua seleccionada sin contratiempos. El sistema de monitoreo debe ser diseñado cuanto antes y debe incluir, como mínimo:

(i). La formación de un comité técnico de 3 personas que tome en cuenta los intereses de cada uno de los actores mencionados, y que proceda a desarrollar un conjunto de indicadores de desempeño que permita el seguimiento del cumplimiento de los acuerdos con y las familias y comunidades desplazadas. Es muy posible que si el financiamiento de la expansión del Canal es hecho a través de los bancos de desarrollo internacionales (Vg.: Banco Mundial, BID), este conjunto de indicadores sea utilizado como mecanismo de condicionalidad para los desembolsos periódicos requeridos por el proyecto.

(ii). La preparación de los indicadores de base y las fechas de revisión del nivel de desempeño. En cada una de estas fechas el comité técnico presentaría a los actores interesados, los resultados del monitoreo socioambiental.

Las actividades de monitoreo socioambiental deben iniciarse al momento de decisión de la opción de agua, para hacer los arreglos institucionales necesarios, establecer la línea de base y participar como observador en la fase de negociación con las familias afectadas. Las actividades de monitoreo socioambiental por parte del ente contratado terminarían al finalizar la fase de construcción de las obras, con un año de traslape para traspasar su manejo a las entidades de línea responsables por los aspectos substantivos de los indicadores. Por ejemplo, los indicadores de educación y salud pasarían a ser responsabilidad de los ministerios de educación y salud respectivamente.

Los costos del monitoreo son: Costo de un comité técnico de 3 personas: B./150,000 anual por 7 años, con costos operativos de B./150,000 anuales, para un total de B./2 millones.

5.4.3 Monitoreo del Plan de Recuperación y Protección de las Condiciones Biofísicas

Las actividades de monitoreo para cada uno de los programas se describen a continuación siguiendo el orden en que fueron descritos anteriormente.

5.4.3.1 Monitoreo de la calidad del aire y nivel del ruido

Las actividades de monitoreo de la calidad del aire se concentrarán en:

- Velar porque se humidifique adecuadamente los caminos existentes y por construir, así como cualquier frente de trabajo donde se genere polvo.
- Verificar que el sistema de escape de vehículos y equipos se encuentre en buenas condiciones.
- Verificar que el explosivo utilizados en cada voladura sea de buena calidad y balanceado con oxígeno.
- Vigilar que no se incineren los desperdicios y el material vegetal.
- Asegurar el adecuado equipamiento de los trabajadores (mascarillas, etc.).
- Asegurar que todo el material pétreo antes de ser triturado sea humidificado.

Las actividades de monitoreo del ruido se concentrarán en:

- Vigilar que todo el equipo y maquinaria tenga sus sistemas de silenciadores adecuados y en buenas condiciones.
- Velar porque las áreas escogidas para la extracción y molienda de materiales agregados, estén ubicadas en sitios adecuados alejados de los centros poblados.
- Asegurar que el contratista utilice barreras físicas que minimicen el ruido donde sea necesario.

5.4.3.2 Monitoreo del Riesgo Geológico

Las actividades de monitoreo relacionados a la naturaleza geológica y geotécnica se pueden agrupar en dos categorías principales. En primer lugar, se deberá implementar un sistema de monitoreo de taludes en áreas críticas susceptibles a deslizamientos, tanto en taludes naturales alrededor del embalse como en áreas de corte a lo largo de las carreteras de acceso. El segundo componente del programa de monitoreo es la instrumentación de la presa para evaluar el riesgo de filtración excesiva a través de la fundación y su posible impacto en la estabilidad de la presa. Las actividades de monitoreo permitirán identificar a tiempo cualquier señal de problemas

potenciales (e.g. movimiento excesivo de talud, presiones de poro altas en la fundación de la presa, etc.) de tal forma que se puedan tomar las medidas correctivas necesarias.

El sistema de monitoreo tanto de taludes como de la presa podría incluir piezómetros utilizados para medir presiones de poro, inclinómetros para evaluar el movimiento lateral del terreno, y monumentos de agrimensura para monitorear el movimiento de puntos críticos. Detalles específicos en cuanto al tipo, ubicación, número, profundidad, etc., de los instrumentos de monitoreo deberán establecerse durante los estudios y el diseño final una vez se hayan identificado zonas críticas potencialmente riesgosas tanto en taludes como en la fundación de la presa. La planificación del sistema de monitoreo de riesgo geológico debe considerarse como una parte integral del proceso de diseño del proyecto.

Las actividades de monitoreo se deben iniciar durante el período de construcción (por ejemplo, para monitorear la estabilidad de la fundación durante la construcción de la presa) y continuar durante el llenado del embalse y la fase de operación de las instalaciones. El monitoreo debe realizarse periódicamente con una frecuencia que dependerá de la etapa del proyecto. Por ejemplo, durante el llenado del embalse se debe monitorear la instrumentación de la presa semanalmente, o cada vez que el nivel de agua en el embalse sube 1-2 metros. Durante la fase de operación, el monitoreo puede realizarse trimestralmente o más frecuentemente durante períodos críticos como temporadas de lluvias extremas y/o cuando el nivel de los embalses se encuentre bajo.

El plan de monitoreo geotécnico involucra la instalación de instrumentación antes y durante la construcción de la obra, y su revisión durante las fases de conceptualización, diseño, construcción, operación y mantenimiento. Dependiendo de las condiciones existentes en las áreas a monitorear y de los riesgos potenciales que se desea evaluar (a determinarse durante la fase de estudios y de diseño finales), la instrumentación geotécnica se puede clasificar en los siguientes grupos:

- Instrumentación para la evaluación de niveles de agua subterránea y presiones de poro (por ejemplo, en el cuerpo de la presa de tierra o roca y en taludes con riesgo de deslizamiento).
- Instrumentación para la medición de movimientos del terreno (por ejemplo, en el pie de taludes potencialmente inestables).
- Instrumentación para la medición de presiones de tierra (por ejemplo, al nivel de la fundación de una presa).

Aunque en muchos casos se recomienda el uso de instrumentación sísmica en presas construidas en zonas susceptibles a temblores, en nuestra opinión el riesgo de actividad sísmica en toda la ROCC; incluyendo las cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré es relativamente bajo y, por lo tanto, no se justifica la instalación de sismógrafos u otros instrumentos utilizados para medir la respuesta sísmica de estructuras. Esto, sin embargo, deberá establecerse por el diseñador del proyecto durante la fase de estudios y diseño finales. La mayor parte de la instrumentación que se anticipa será requerida en el plan de monitoreo geotécnico para las opciones de agua incluyen instrumentos en las categorías (1) y (2) descritas arriba. Los detalles específicos en cuanto a la ubicación, número y tipo de instrumentos no se pueden establecer en este momento con base a la información existente.

La instrumentación utilizada para la medición de movimientos del terreno varía desde simple monumentos superficiales de agrimensura hasta instrumentos utilizados para medir movimientos horizontales y/o verticales en el terreno en puntos fijos o continuamente a lo largo de la profundidad. URS anticipa que la instrumentación para medir movimientos del terreno incluirá monumentos de agrimensura e inclinómetros electrónicos utilizados para medir el movimiento horizontal con la profundidad. Los monumentos de agrimensura son fácilmente instalados y monitoreados por un agrimensor. Por otro lado, los tubos o camisas utilizadas para la inserción de inclinómetros, así como el inclinómetro mismo y el equipo electrónico y “software” utilizados para su monitoreo e interpretación de la data, son piezas de equipo muy especializado fabricado y distribuido por unas pocas compañías. La instalación de tubos para inclinómetros deberá ser realizada por una firma geotécnica con equipo de perforación y experiencia en la instalación de este tipo de instrumentación.

La instrumentación utilizada para medir los niveles de agua subterránea y presiones de poro en el suelo consiste primordialmente de piezómetros. Existen varios tipos de piezómetros en el mercado, los cuales incluyen pequeños pozos abiertos, equipo neumático e instrumentos electrónicos de diversos tipos y marcas. El tipo apropiado de piezómetro dependerá del lugar y profundidad donde será instalado, el tipo de suelo, el propósito de su instalación, etc. Uno de los factores críticos en la selección del equipo apropiado para este proyecto deberá ser su durabilidad, ya que los instrumentos seleccionados deberán funcionar confiablemente por muchos años. En opinión de URS, piezómetros electrónicos podrían ser los más apropiados para las condiciones anticipadas en las áreas a ser monitoreadas. Los piezómetros electrónicos, así como el equipo electrónico utilizado para leerlos, son equipo muy especializado. Al igual que en el caso de los inclinómetros, los piezómetros deberán ser instalados por una firma geotécnica con equipo de perforación y experiencia en este tipo de trabajo. La lectura tanto de los piezómetros como de los inclinómetros y la interpretación de los datos obtenidos, en combinación con los

datos de movimiento superficial obtenidos por un agrimensor, deberán ser realizados por un ingeniero geotécnico experimentado en este tipo de técnicas y sus implicaciones en el comportamiento de las estructuras geotécnicas que están siendo monitoreadas. Dicho personal deberá comunicar de una manera expedita cualquier indicación de posibles problemas al ente responsable de tomar acciones correctivas, de ser necesario, u otras acciones tanto durante la construcción como durante la operación del proyecto.

5.4.3.3 Monitoreo de la erosión y del transporte de sedimentos

Esta parte del programa presenta los requerimientos y especificaciones para la realización del monitoreo socioambiental relacionado con la erosión y el transporte de sedimentos durante la construcción del Proyecto. Los Inspectores Socioambientales verificarán la preparación e implementación por parte del Contratista de Construcción del *Programa de Control de Erosión y Sedimentación* con el fin de garantizar que la erosión y subsiguiente transporte de sedimentos no afecte, de manera severa o permanente, a los patrones de drenaje de la escorrentía superficial natural en el área del Proyecto. Las siguientes actividades de monitoreo son de carácter general:

- Vigilar que el contratista no remueva innecesariamente suelos y vegetación.
- Vigilar que el contratista disponga en lugares adecuados los suelos y el material vegetal removido.
- Vigilar que no se acumulen en las riberas de ríos y quebradas suelos y material vegetal producto del movimiento de tierras.
- Vigilar que el contratista construya todas las estructuras de drenajes necesarias para minimizar la erosión.

Las actividades de monitoreo específicas para las opciones de aguas consideradas son las siguientes:

Monitoreo del Cauce Fluvial

El Contratista de Construcción ejecutará la limpieza final del cauce fluvial luego de finalizadas las actividades de construcción. El cauce fluvial será limpiado hasta dejarlo en condiciones similares a las originales. Después de esta operación, el cauce fluvial y todas las otras áreas que fueron afectadas por las diferentes actividades de construcción serán restauradas y revegetadas. Los Inspectores verificarán las obras de restauración y revegetación. Se verificará aleatoriamente el cumplimiento técnico de las medidas de restauración del suelo en tres puntos por kilómetro lineal del cauce fluvial dentro de una semana de la fecha planeada de su terminación. Se monitoreará mensualmente el porcentaje de cobertura vegetal en tres puntos aleatorios dentro de

cada kilómetro lineal del cauce fluvial desde la fecha de terminación de cada tramo restaurado y/o revegetado. Se considerará como adecuada una cobertura mínima de 70% al comenzar la época de lluvias para obras construidas durante la época seca o dentro de cuatro semanas de la terminación de obras realizadas durante la época de lluvias. El monitoreo de la cobertura vegetal será hasta el fin de la primera estación de lluvias después de la terminación de la restauración y revegetación.

Monitoreo de las concentraciones de sólidos suspendidos

El Contratista de Monitoreo socioambiental establecerá una línea base de la calidad de agua de los cuerpos de aguas superficiales contenidos en el Proyecto. Esta tarea se llevará a cabo con la obtención de muestras de agua representativas de cada uno de estos cuerpos de agua.

El Contratista de Monitoreo socioambiental establecerá un programa periódico de monitoreo in-situ de calidad de agua para efectos de contenido y carga de sedimentos. Este programa incluirá la obtención de muestras representativas de los cuerpos de agua con el fin de monitorear in-situ la concentración de sedimentos, y con esto la carga estimada de sedimentos en el cauce fluvial, durante todo el período de construcción del Proyecto. El Contratista de Monitoreo socioambiental revisará y verificará la implementación del *Programa de Control de Erosión y Sedimentación* para garantizar que la erosión y subsiguiente transporte de sedimentos no afecte, de manera severa o permanente, a los patrones de drenaje de la escorrentía superficial natural en el área del proyecto.

La recolección de las muestras de agua línea base será realizada por un profesional con amplia experiencia en la ejecución de esta actividad, y en cumplimiento con un procedimiento adecuado de Cadena de Custodia desde el momento de la recolección de las muestras hasta el momento en que el laboratorio se haga responsable por las mismas. Se analizarán en un laboratorio aprobado como mínimo los siguientes parámetros en cada estas muestras:

- Sólidos Suspendidos Totales
- pH
- Temperatura
- Turbidez – Este parámetro medirá las concentraciones de sólidos suspendidos en el cuerpo de agua utilizando un medidor portátil (Lamotti Turbidity Meter Model No. 2020 o equivalente).

5.4.3.4 Monitoreo de la calidad del agua

Las actividades de monitoreo de la calidad del agua contemplan las siguientes:

- Vigilar que los frentes de trabajo y campamento no se descarguen desperdicios sólidos ni líquidos en ríos, quebradas y en áreas inclinadas donde el agua pueda escurrir.
- Velar que el material de desperdicio sea depositado en lugares adecuados.
- Velar que se construyan barreras de contención en sitios de despacho de combustible.
- Velar que la población existente en el área de influencia directa, disminuya la carga de contaminantes y para lo cual se dará la capacitación necesaria

Desde el inicio de la etapa de construcción del embalse se deberá de implementar la campaña de muestreo de la calidad del agua de sus tributarios y aguas abajo del sitio de presa. Se deberá establecer sitios de muestreos y que al mismo tiempo permitan aforar los caudales. Lo que pretende este programa es conocer el comportamiento de la calidad del agua del embalse, a manera de tomar medidas correctivas a tiempo, y prevenir problemas que no dificulten operarlo.

Los objetivos de las actividades de monitoreo son:

- Verificar la eficacia y eficiencia de las actividades y acciones contempladas en los componentes del PMA, que entre sus propósitos incluye el mejoramiento de la calidad del agua del embalse y el mantenimiento de su régimen, esto es, obtener información sobre las tendencias de las concentraciones y las cargas al embalse;
- Proveer información relevante para la operación del embalse; y
- Evaluar la calidad del agua del embalse y sus tributarios a través de muestreos periódicos, para determinar si están cumpliendo con estándares que deben ser establecidos de acuerdo a sus usos. Estos estándares probablemente serán desarrollados en el futuro.

Estaciones de Muestreo

La función de una red de estaciones es trasladar los objetivos del monitoreo en una guía que permita indicar dónde, qué y cuándo medir. El diseño de la red implica ubicar las estaciones, la frecuencia de muestreo y la selección de los parámetros físicos, químicos, bioquímicos, bacteriológicos y biológicos. Para obtener la información necesaria se requiere de los siguientes tipos de estaciones de monitoreo:

- **Estaciones de Línea Base:** Los datos e información existente sobre la calidad del agua de los tributarios a las opciones de agua no permiten contar con una línea base para caracterizarlos. El programa de monitoreo permitirá establecer la línea. Se debe monitorear la calidad del agua de los ríos tributarios al embalse y del embalse, donde haya muy poco efecto de las fuentes puntuales y no puntuales de contaminación y que puedan dar información sobre las condiciones naturales o casi naturales, sus efectos y tendencias.
- **Estaciones de Impacto:** También se debe monitorear la calidad del agua y el transporte de contaminantes. Estas estaciones estarán localizadas aguas abajo de fuentes actuales y futuras de aporte de contaminantes.
- **Estaciones de Monitoreo de Fuentes:** Están destinadas a monitorear la calidad del agua del embalse y estimar la carga de contaminantes. Estas estaciones deben ser ubicadas en las fuentes puntuales principales y en subcuencas influenciadas principalmente por fuentes no puntuales.

Adicionalmente, un requerimiento para seleccionar la ubicación de las estaciones es que se encuentren cerca o en el sitio donde haya una estación hidrométrica o donde puedan computarse fácilmente los caudales. Esto se debe a que la interpretación de la calidad del agua no es posible sin los datos hidrométricos; toda observación de campo y muestreo debe estar asociada con mediciones hidrológicas. Otros requerimientos para seleccionar las estaciones incluyen la accesibilidad, la facilidad para el muestreo, seguridad para los operadores y el tiempo para llevar las muestras al laboratorio.

La frecuencia del monitoreo debe reflejar la variabilidad, así como la magnitud, fuentes grandes deben ser monitoreadas más frecuentemente que pequeñas. Si algunas fuentes puntuales no son posibles de medir, éstas pueden ser calculadas con información existente de fuentes similares y en el caso de fuentes no puntuales, utilizar los coeficientes de exportación.

Las estaciones deben ser muestreadas una vez al mes, durante un año. Durante la época de lluvias, los informes de campo deben indicar si los días previos al muestreo llovió y cuanto. Una vez finalizado el año, se hará el análisis estadístico de los datos para determinar la frecuencia, así como los parámetros y los sitios.

Metodología

Una vez los objetivos han sido establecidos, es necesario identificar la información que es necesaria para lograrlos. En el diagnóstico de la calidad del agua que se realice, como parte del Estudio, se identificarán los principales y prioritarios problemas, por lo que hay que indicar los

parámetros apropiados para determinar cambios en las fuentes que causan su deterioro. Luego se debe establecer una red de muestreo que evalúe la distribución espacial y las tendencias temporales.

Los aspectos del monitoreo que deben ser especificados son: i) los parámetros físicos, químicos, bioquímicos, bacteriológicos y biológicos; ii) las estaciones de muestreo; y iii) la frecuencia de muestreo. La cadena se cierra con las acciones de manejo y control de parte de los tomadores de decisión. El monitoreo debe empezar por identificar las necesidades específicas de datos e información.

Organización y flujo de Información

El objetivo del sistema de información es proveer y divulgar información sobre la calidad del agua y las cargas de contaminación. Los principales tipos de datos a ser procesados por un sistema de información son: i) del embalse propiamente (área, volumen, tiempo de residencia del agua, profundidad media, calidad del agua); ii) fuentes de contaminación al embalse (residuos sólidos y líquidos de poblaciones, suelo y agroquímicos provenientes de las actividades agropecuarias, suelo erosionado de los caminos); y iii) el ambiente físico (geología, clima e hidrología de las microcuencas y subcuencas).

Los niveles de organización de las diferentes actividades son tres: el primer nivel es responsable de generar los datos a través del monitoreo, la validación de los mismos y su almacenamiento. Es necesario llevar un control de la calidad de los datos, debido a que la información generada a este nivel influenciará los resultados. Un segundo nivel corresponde al manejo de la información, lo que es realizado por medio de computadoras. Las computadoras convierten los datos en información; es decir, utilizan los datos y producen la información requerida. Las herramientas son graficadores, paquetes estadísticos y modelos de predicción. El tercer nivel de información está compuesto por los usuarios y tomadores de decisión. A este nivel, la información es usada para verificar y corregir las políticas y los procedimientos de manejo. Sin embargo, este nivel es el responsable de diseminar la información al público y otros sectores interesados, por lo que deben contar con herramientas para integrar la información sobre la calidad del agua con la de otros sectores.

Recolección y Manejo de Datos

La recolección de datos se refiere a la generación y almacenamiento de los datos provenientes del monitoreo. Los datos deben almacenarse para asegurar su precisión y permitir su fácil acceso para manipularlos. Una computadora, utilizando hojas electrónicas, paquetes estadísticos y graficadores, es adecuada y fácil de operar. Para manejar grandes volúmenes de datos, un

sistema de base de datos provee mayor capacidad de manejo.

El manejo de los datos requiere de paquetes estadísticos, modelos y graficadores para analizar e interpretar los datos. El análisis de los datos presentado en forma de gráficas es probablemente la forma más conveniente de hacerlo. El análisis gráfico es fácil de hacer, las gráficas son fáciles de construir y el valor de la información es alto cuando las gráficas se presentan de forma adecuada.

El análisis estadístico es el tratamiento más frecuente que se le da a los datos para tomar decisiones con base a informaciones cuantitativas, tales como si la calidad del agua ha mejorado o empeorado en el tiempo, o si las normas de calidad del agua se están cumpliendo. Las estadísticas sirven para resumir los datos de calidad del agua en forma más simple y que se entienda típicamente la media y el coeficiente de variación. Métodos estadísticos, como el análisis de varianza que se aplicó a los datos del embalse en el Estudio, son de gran utilidad. Estos métodos estadísticos existen como paquetes estadísticos para computadoras (SAS y SPSS).

Los modelos de calidad del agua pueden ser valiosas herramientas debido a que pueden simular la respuesta potencial del embalse a cambios como el aumento o reducción de nutrientes o contaminantes. Para el caso de las opciones de agua, bajo estudio, donde se implantarán actividades conducentes al manejo sostenible de los bienes ambientales o recursos naturales renovables, el modelo de predicción del nivel trófico (CEPIS, 1991), es una valiosa herramienta para monitorear el mejoramiento en la calidad del agua en el embalse. En el caso de los ríos tributarios al embalse, se pueden utilizar los índices o las clases de calidad del agua.

Los datos usados para el control de la contaminación como la calidad del agua, caudales, fuentes de contaminación, uso del suelo, aplicación de fertilizantes, geología, son medidos en diferentes unidades y en escalas espaciales y temporales diferentes. Un Sistema de Información Geográfica, como el que ya existe en la ACP, es una herramienta valiosa para presentar los datos, analizarlos e interpretarlos. Por ejemplo, puede proveer información sobre: i) localización, distribución espacial y área afectada por fuentes puntuales y no puntuales; ii) correlaciones entre el uso del suelo y la topografía con variables ambientales como la escorrentía y el tamaño de las subcuencas; y iii) presentación de los resultados del modelo y del monitoreo a una escala cartográfica.

Uso y Divulgación de la Información

La preparación de informes y la divulgación de la información es otro aspecto importante del sistema de información. Los informes deben responder a las necesidades del usuario, con la

frecuencia deseada, al nivel de detalle requerido, etc. Los informes presentan los resultados del análisis rutinario de los datos recolectados por el programa de monitoreo y presentan el desarrollo de la calidad del agua o las cargas de contaminantes desde el período anterior, y deben ser preparados en un mismo formato. Algunos reportes presentan la información utilizando el SIG.

Parámetros

En el cuadro siguiente se indican los parámetros y la frecuencia de muestreo, dependiendo del nivel de monitoreo. Se recomienda iniciar al nivel intermedio.

Cuadro 5-9
Parámetros de Calidad del Agua

Nivel	Frecuencia Al Año	Parámetros en Agua	Parámetros Sedimentos	Parámetros Biológicos	Recursos Requeridos
Simple	6	T, pH, O ₂ , TSS, iones, transparencia			Grupo de muestreo pequeño y laboratorio químico general
Intermedio	6-12	Además, Fósforo total, Nitrógeno Total, PO ₄ , NH ₄ , NO ₂ , H ₂ S	Fósforo total, Nitrógeno Total, Materia Orgánica	Clorofila "a" conteo e identificación de algas	Laboratorio químico especializado y grupo de especialistas
Avanzado	>12	Además, pesticidas, metales, coliformes	Además, metales	Además productividad primaria	Laboratorio central e instituto de investigación

Fuente: Tomado de la propuesta para el Bayano (2000)

Los parámetros físicos, químicos y biológicos a determinar en los sitios de muestreo se indican a continuación:

- i. **Físicos:** In situ deberán medirse con un equipo portátil, como el hydrolab, la temperatura, el oxígeno disuelto, la conductividad, el pH y el potencial de óxido-reducción. En los ríos las muestras de agua deben ser superficiales y en el embalse debe ser cada metro hasta el fondo. Además, en el embalse, debe medirse la transparencia por medio del disco Secchi. El propósito de determinar estos parámetros en el embalse es identificar la estratificación termal, la distribución del oxígeno, la penetración de la luz, la influencia de los tributarios y el estado de eutroficación.
- ii. **Químicos:** El énfasis debe ser en los nutrientes: Fósforo total y ortofosfatos, nitrógeno total, amonio, nitrato y nitrito. En los ríos las tomas deben ser superficiales y en el embalse deben ser cada metro hasta el fondo, a través de una botella Van Dorn o

similar. Estos datos permiten determinar el grado de eutrofización. En el sitio de presa se debe determinar además la concentración de ácido sulfhídrico. Las muestras de agua deben ser transportadas el mismo día al laboratorio.

- iii. **Biológicos:** La clorifila “a”, conteo e identificación de algas deben medirse en las estaciones del embalse; además se deben hacer muestreos adicionales cuando se presente una condición especial que evidencie un estado mayor de eutrofización, por ejemplo, cuando haya florecimiento de algas o mortandad de peces.
- iv. **Pesticidas:** Aunque el volumen de pesticidas utilizados actualmente en las cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré es comparativamente bajo, es necesario determinar las concentraciones antes de implantar los componentes del plan de manejo. Los pesticidas utilizados en la cuenca pueden ser determinados en los ríos, cuando en los días previos al muestreo haya llovido intensamente. Se debe prestar atención al uso de pesticidas organoclorados, relativamente insolubles en agua, pero que son absorbidos por la materia orgánica y fácilmente transportados por la materia orgánica y fácilmente transportados por la escorrentía y los ríos. Algunos pesticidas como el Dieldrin permanecen activos durante varios años.
- v. **Sedimentos:** La concentración de fósforo, nitrógeno y materia orgánica en los sedimentos del embalse es una información valiosa para determinar la disponibilidad de estos nutrientes y su aporte a la interfase agua-sedimentos en condiciones anóxicas. Se deben utilizar dragas Eckman o similares para la toma de muestras.

5.4.3.5 Monitoreo de la Biodiversidad Terrestre

Los métodos de monitoreo empleados para determinar el desempeño de las medidas de prevención, reducción y control serán estandarizados, transparentes, y enfocados a las decisiones. El programa de monitoreo incluirá los criterios específicos que proporcionen una base para determinar la calidad de las condiciones que resultan de la ejecución de las medidas de prevención, reducción y control. Los criterios de decisión incluirán consideraciones ecológicas generales y requisitos específicos con respecto a la protección del hábitat, la conservación de la biodiversidad, y a la protección de las especies importantes (ejemplo, las raras o en peligro de extinción). Cada acción de monitoreo producirá datos que pueden utilizarse para decidir sobre:

- Las condiciones de salud ambiental satisfactorias o que han cambiado su afectación en las áreas de prevención, reducción y control debido a influencias externas (ejemplos, inundaciones e incendios); y
- Las condiciones de salud ambiental han cambiado o no han seguido las modificaciones previstas. En este caso se pueden requerir ajustes o cambios estructurales a las medidas propuestas.

El uso de criterios basados en decisión para los datos monitoreados asegura la acción apropiada y oportuna. El uso de los sitios de referencia será creado dentro de las cuencas afectadas para proporcionar una base para la evaluación de la prevención, reducción y control y su restauración.

Medidas específicas para prevenir impactos serán incorporados en los planes de construcción y serán ejecutadas por los encargados y contratistas responsables. Se realizará una revisión mensual durante la construcción, por un ecólogo calificado para determinar la conformidad con las medidas de prevención, reducción y control y su habilidad para reducir o evitar impactos negativos.

Conformidad con la mitigación y medidas preventivas

Las medidas propuestas para atenuar los impactos inevitables durante la fase de construcción, proporcionarán criterios específicos con respecto a la magnitud, localización y tipo de acciones que se realizarán. Éstos serán incorporados en un programa de monitoreo regular y en los informes mensuales y semestrales. El monitoreo post-construcción de estos esfuerzos será realizado por un ecólogo familiarizado con los ecosistemas regionales. Las medidas del éxito de la prevención, reducción y control serán basadas en criterios y metas específicos dentro de un marco de toma de decisiones.

Los métodos de monitoreo de campo incluirán observaciones enfocadas a documentar la presencia de especies, su ocurrencia y condición de la población, además de métodos estándares para documentar la cobertura vegetal, diversidad y estructura del ecosistema. Se incluyen métodos de transectos (línea y de franja), medidas de la altura del dosel superior, y métodos de cuadrantes para la diversidad de especies menores. Los métodos variarán, dependiendo del hábitat. El equipo requerido incluirá prensas para plantas, binoculares, cintas métricas, inclinómetro, GPS de mano, y cuadrantes. Entre las principales actividades del monitoreo se deben incluir:

- Vigilar que el desmonte y limpieza se mantenga dentro de los límites establecidos.
- Asegurar que la disposición de los tocones y matorrales se realice en sitios adecuados.

- Supervisar que la madera talada sea utilizada específicamente para aquellos usos acordados.
- Inspeccionar que los procedimientos metodológicos de revegetación y arborización se efectúen de acuerdo a lo planteado en el Programa.
- Vigilar que se apliquen las medidas de mantenimiento sugeridas para el éxito de la reforestación.
- Verificar los niveles de sobrevivencia de los árboles plantados. Estas actividades deben llevarse a cabo trimestralmente durante el primer año, semianualmente en el segundo a quinto año y anualmente entre el quinto y décimo año.
- Analizar fotografía aérea o imágenes satelitales para estimar la cobertura vegetal en las áreas de estudio, así como para hacer un seguimiento a larga escala de la sucesión de la vegetación.

Durante el primer año, la replantación de árboles será necesaria en áreas donde la mortalidad exceda el 15% de los árboles plantados. Las actividades de conservación de la cobertura arborea deben estar coordinadas con otros programas del plan. Por ejemplo:

- La vegetación está íntimamente relacionada con el potencial de erosión.
- La recuperación de áreas boscosas tendrá efectos positivos sobre la distribución de la fauna y vida silvestre.
- La selección de áreas para la reforestación debe tomar en consideración la posibilidad de desplazamiento de asentamiento humanos y efectos potenciales sobre actividades agropecuarias.

Monitoreo de las condiciones ambientales

La condición ambiental debe ser monitoreada en áreas directa e indirectamente afectadas por el desarrollo de la opción seleccionada y en las áreas donde se ejecutaron las medidas de mitigación. El monitoreo se realizará trimestralmente durante la fase de construcción, en el año inicial de la operación. Si no se encuentra ningún problema significativo, el monitoreo entonces ocurrirá dos veces al año, durante la temporada de lluvias y la estación seca. El monitoreo del cumplimiento y eficacia de la prevención, reducción y control será conducido por un ecólogo calificado familiarizado con el hábitat y las condiciones de la región.

La salud ambiental será establecida mediante la condición de los valores identificados para cada ecosistema. En el nivel de la comunidad biológica, la biodiversidad de plantas y animales, los procesos de transporte y reciclaje (ejemplo, descomposición, productividad primaria), y los patrones de organización serán evaluados según los criterios especificados. El monitoreo

evaluará las condiciones y tendencias existentes como los medios de determinar la eficacia de la prevención, reducción y control recomendada. La desviación de lo esperado será observada y se determinará si más datos son necesarios, si las influencias extrañas al proyecto han creado un cambio, o si el plan de prevención, reducción y control necesita cambios para mitigar adecuadamente los impactos del proyecto.

5.4.3.6 Monitoreo de las plantas acuáticas

El plan de manejo durante la operación debe incluir actividades de monitoreo y control de las plantas acuáticas. Se deberá verificar que el corte de la vegetación del embalse se haga oportunamente. Observando las experiencias negativas obtenidas en otras partes del mundo y en Panamá, como en el Lago Bayano y Gatún, se hace necesario crear para estos reservorios un programa de manejo y control integrado de malezas acuáticas.

Se recomienda un programa de monitoreo y de detectarse un crecimiento exagerado desarrollar un programa de erradicación de toda aquella maleza acuática de peligro potencial para los nuevos embalses. Principalmente, se debe evitar la entrada de malezas extrañas a estas áreas, como por ejemplo *Pistia stratiotes*, *Eichornia crassipes* e *Hydrilla verticillata*, ya que éstas pueden ser transportadas por los botes, personas o animales desde los embalses canaleros u otros puntos aguas abajo, donde son abundantes.

Durante la fase inicial de estabilización del embalse y durante la vida útil del mismo se deberá establecer las áreas cubiertas por plantas acuáticas potencialmente invasoras. Especialmente al inicio esta determinación deberá ser mensual hasta determinar con confianza el riesgo de afectación significativa. Posteriormente la determinación debe hacerse al finalizar la estación seca y la estación lluviosa.

Las actividades de monitoreo de las plantas acuáticas deberán ser coordinadas con la realizadas con la de muestreo de la calidad del agua y la de los peces y macro-invertebrados.

5.4.3.7 Monitoreo de las poblaciones de peces y macro-invertebrados

A pesar de que en Panamá se han construido, desde principios del siglo pasado diversos embalses, poco se conoce sobre el impacto de los mismos en la fauna acuática que existía previamente en los ríos represados. Las evaluaciones post-embalse más destacadas son las realizadas en Bayano, Fortuna y Alhajuela, las cuales sirvieron para predecir los impactos y riesgos potenciales sobre la fauna acuática de las opciones de agua consideradas. Dichas

evaluaciones carecen de algunos datos importantes, dando así, una idea no muy clara de lo que realmente sucede al momento de la creación del embalse. Por esta razón esta investigación servirá de marco o referencia para entender mejor estos cambios y encontrar de ser posible alternativa, para prevenir, reducir y controlar el efecto negativo sobre la fauna acuática, al momento de realizar la construcción de futuros embalses dentro del Plan de Modernización del Canal.

El objetivo del monitoreo de este componente es evaluar el efecto de la construcción del embalse sobre la ictiofauna y los macroinvertebrados nativos presentes en los cuerpos de aguas continentales, durante y posterior a la creación del reservorio. Una vez, se tengan los resultados se formularán las estrategias de conservación de las especies nativas en estos reservorios.

El monitoreo tomará 12 meses y se estudiara el comportamiento de las poblaciones de los peces nativos presentes en los nuevos embalses y los tributarios, así como aguas debajo de los sitios de presa, durante la etapa previa y posterior al llenado. Los monitoreos de las especies presentes se realizarán utilizando diversas artes de pesca, como electropesca, redes de arrastre, redes agalleras experimentales, en algunas áreas que serán seleccionadas de forma aleatoria, poniendo énfasis en aquellos afluentes localizados en las partes baja, media y alta del futuro embalse.

Con la ayuda de las redes de arrastre, la electropesca, y las redes agalleras experimentales, se tomarán las muestras biológicas de las especies presentes en estas zonas para determinar su comportamiento reproductivo, poblacional y alimenticio, durante la creación de estos nuevos ecosistemas. Simultáneamente se anotarán las características ambientales más relevantes durante el estudio. Con estos datos de campo se elaborarán informes trimestrales, para dar a conocer la evolución de las especies nativas bajo las nuevas condiciones ambientales.

Simultáneamente a la captura de los peces y macroinvertebrados, se medirán algunos parámetros ambientales por ejemplo, temperatura del agua, concentración de oxígeno, descripción del área, etc. Todos los especímenes capturados serán preservados con solución de formalina al 5%, en el campo y guardados en bolsas plásticas rotuladas con su respectiva etiqueta de campo, para su análisis en el laboratorio. En el laboratorio se determinará su categoría taxonómica. Con los peces capturados se determinará la abundancia relativa, composición y estructura de las especies, peso, talla, datos de crecimiento, contenido estomacal y otros diversos parámetros biológicos.

Posteriormente toda la información obtenida durante este tiempo, será comparada con la información generada por los estudios de línea base de cada área, para determinar en esta forma, los cambios que han ocurrido.

Los resultados serán monitoreados a través de la presentación de informes bimestrales y al concluir el proyecto la presentación de un informe final. Esta investigación generará la información básica necesaria para conocer y entender los cambios que ocurren sobre las especies nativas al momento de la creación de embalses tropicales. Esta investigación redundará en beneficio de las instituciones estatales como la ANAM y la ACP.

Las actividades de monitoreo de los peces y macro-invertebrados deben ser coordinadas con la realizada en el muestreo y análisis de la calidad del agua y de las plantas acuáticas.

5.4.4 Monitoreo de los Sitios Arqueológicos

Las actividades de monitoreo arqueológico durante la fase de construcción serán dirigidas por un profesional en arqueología. Se establecerán protocolos con relación a la respuesta apropiada a los diferentes tipos de hallazgos tardíos. Las soluciones pueden incluir cortos períodos de cese del trabajo para realizar evaluaciones rápidas y posibles rápidas excavaciones de salvamento. Los contratistas de la ACP para la parte arqueológica consultarán con representantes apropiados del Instituto de Cultura en relación con la forma de disponer de los hallazgos tardíos de tipo arqueológico. En todo momento se aplicarán y respetarán la legislación nacional e internacional para la conservación del patrimonio cultural-arqueológico y los convenios internacionales que tratan sobre esa materia.

5.4.5 Monitoreo Socioambiental de Otros Programas

Las actividades de monitoreo de los programas de salud y seguridad, capacitación ambiental de los trabajadores y relación con las comunidades, se describen a continuación:

A. Salud y Seguridad

- Vigilar el cumplimiento de los programas de salud.
- Inspeccionar la ejecución de los programas de saneamiento ambiental y de disposición de desechos y basura orgánica.
- Monitorear las condiciones de salubridad existentes en las instalaciones del proyecto.
- Verificar la calidad de agua para consumo humano.

B. Capacitación Ambiental de los trabajadores

- Registrar el comportamiento y actitud de los trabajadores de la obra en relación al medio ambiente.
- Establecer programas de capacitación para mejorar la productividad y lograr cambios de actitud y comportamiento que beneficien al PMA.
- Establecer los medios de comunicación entre los trabajadores y pobladores para prevenir y reducir conflictos sociales por medio de una capacitación orientada al respeto mutuo y a la solidaridad ente los mismos.

C. Relaciones con la Comunidad

- Registrar mediante intercambio con miembros de la comunidad las inquietudes de los pobladores en relación con su participación en el desarrollo del Proyecto e igualmente en cuanto al grado de cumplimiento de las obligaciones del contratista.
- Asegurar la comunicación con las comunidades por medio de letreros, avisos, volantes y/o anuncios radiales.
- Velar porque el contratista emplee personal suficiente, idóneo y capacitado preferiblemente pobladores del área del proyecto.

PLAN DE MONITOREO SOCIOAMBIENTAL
Opciones de Agua en las cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré

PROGRAMAS	ACCIONES A MONITOREAR	FRECUENCIA				
		D	S	Q	M	RU
Reasentamiento y Desarrollo Humano	<ul style="list-style-type: none"> Verificar el proceso de compensación y reasentamiento. 				x	
Calidad de Aire	<ul style="list-style-type: none"> Velar porque se humidifique adecuadamente los caminos existentes y por construir, así como cualquier frente de trabajo donde se genere polvo. Verificar que el sistema de escape de vehículos y equipos se encuentre en buenas condiciones. Verificar que el explosivo utilizados en cada voladura sea de buena calidad y balanceado con oxígeno. Vigilar que no se incineren los desperdicios y el material vegetal. Asegurar el adecuado equipamiento de los trabajadores (mascarillas, etc.). Asegurar que todo el material pétreo antes de ser triturado sea humidificado. 	x				
Ruidos	<ul style="list-style-type: none"> Vigilar que todo el equipo y maquinaria tenga sus sistemas de silenciadores adecuados y en buenas condiciones. Velar porque las áreas escogidas para la extracción y molienda de materiales agregados, estén ubicadas en sitios adecuados alejados de los centros poblados. Asegurar que el contratista utilice barreras físicas que minimicen el ruido donde sea necesario. 		x			x
Riesgo Geológico	<ul style="list-style-type: none"> Verificar la estabilidad de los taludes alrededor de los embalses y de los caminos. Vigilar el riesgo de filtración excesiva en la base de la presa. 		x			
Erosión y Sedimentación	<ul style="list-style-type: none"> Vigilar que el contratista no remueva innecesariamente suelos y vegetación. Vigilar que el contratista disponga en lugares adecuados los suelos y el material vegetal removido. Vigilar que no se acumulen en las riberas de ríos y quebradas suelos y material vegetal producto del movimiento de tierras. Vigilar que el contratista construya todas las estructuras de drenajes necesarias para prevenir, reducir y controlar la erosión. Verificar la cobertura vegetal en el cauce fluvial. Verificar que el cauce fluvial sea limpiado hasta dejarlo en condiciones similares a las originales. 			x		
Calidad de Agua	<ul style="list-style-type: none"> Vigilar que los frentes de trabajo y campamento no se descarguen desperdicios sólidos ni líquidos en ríos, quebradas y en áreas inclinadas donde el agua pueda escurrir. Velar que el material de desperdicio sea depositado en lugares adecuados. Velar que se construyan barreras de contención en sitios de despacho de combustible. Realizar análisis físicos, químicos y bacteriológicos del agua (sólidos disueltos, sólidos suspendidos y sólidos totales, DQO, DBO, oxígeno disuelto, temperatura, turbiedad, conductividad, pH, grasas y aceites) y determinación de caudales. 		x			
				x		
					x	x

PLAN DE MONITOREO SOCIOAMBIENTAL
Opciones de Agua en las cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré

PROGRAMAS	ACCIONES A MONITOREAR	FRECUENCIA				
		D	S	Q	M	RU
Biodiversidad Terrestre	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilar que el desmonte y limpieza se mantenga dentro de los límites establecidos. • Asegurar que la disposición de los tocones y matorrales se realice en sitios adecuados. • Supervisar que la madera talada sea utilizada específicamente para aquellos usos acordados. • Inspeccionar que los procedimientos metodológicos de revegetación y arborización se efectúen de acuerdo a lo planteado en el Programa. • Vigilar que se apliquen las medidas de mantenimiento sugeridas para el éxito de la reforestación. • Asegurar que se implemente la medida de compensación recomendada, siguiendo la misma metodología de revegetación propuesta en el Programa. • Verificar que todas las áreas que fueron afectadas sean restauradas y revegetadas. • Analizar fotografías aéreas o imágenes satelitales para estimar la cobertura vegetal. • Vigilar que se mantengan hábitat de importancia para la fauna y velar porque se cumpla con la restauración de algún hábitat perdido (revegetación). • Supervisar que no se realice la caza de animales silvestres por parte de los trabajadores 		x			
Plantas Acuáticas	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que el corte de la vegetación en el área inundable se realice oportunamente. • Verificar la cantidad de plantas acuáticas. 					x
Peces y Macro-invertebrados	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el efecto de la construcción de la presa y llenado del embalse sobre los peces y macro-invertebrados. 				x	
Sitio Arqueológico	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar las actividades de investigación y rescate. 				x	
Otros Programas:	<p>A. Salud y Seguridad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vigilar el cumplimiento de los programas de salud. • Inspeccionar la ejecución de los programas de saneamiento ambiental y de disposición de desechos y basura orgánica. • Monitorear las condiciones de salubridad existentes en las instalaciones del proyecto. • Verificar la calidad de agua para consumo humano. <p>B. Capacitación Ambiental de los trabajadores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registrar el comportamiento y actitud de los trabajadores de la obra en relación al medio ambiente. <p>C. Relaciones con la Comunidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registrar mediante intercambio con miembros de la comunidad las inquietudes de los pobladores en relación con su participación en el desarrollo del Proyecto e igualmente en cuanto al grado de cumplimiento de las obligaciones del contratista. • Asegurar la comunicación con las comunidades por medio de letreros, avisos, volantes y/o anuncios radiales. • Velar porque el contratista emplee personal suficiente, idóneo y capacitado preferiblemente pobladores del área del proyecto. 		x			
		x		x	x	
			x			
				x		

Nota: D = Diario; S = Semanal; Q = Quincenal; M = Mensual; RU = Revisión Única.

5.5 Programa de Verificación y Control

El objetivo principal del Programa de Verificación y Control socioambiental es asegurar que las acciones identificadas en el PMA y destinadas a prevenir, reducir, mitigar y compensar o resarcir los impactos socioambientales, efectivamente se implementen a tiempo, y verificar y controlar la aplicación de todos los requerimientos legales de la ACP, así como todos los requerimientos y compromisos derivados de la legislación nacional e internacional vigente para la conservación del patrimonio natural y cultural y de los convenios internacionales que Panamá ha firmado y que está relacionada con el PMA de las opciones de agua contempladas. Esta es una labor que por definición compete a las entidades del sector público del país; Exigencia legal contenida en la Ley 41 de Ambiente y el Decreto No. 59 de Marzo del 2000 (Art. 25). Sin embargo, por estar la ROCC bajo la jurisdicción de la ACP, se rige por una legislación específica.

Por otra parte, se debe mencionar el 15 de marzo del 2000 cuando se creó la Comisión Interinstitucional de la Cuenca Hidrográfica del Canal (CICH), conforme a la Ley Orgánica de la ACP (Ley 19 del 11 de junio de 1997, artículos 6, 120 y 121). El objetivo principal de la CICH es integrar los esfuerzos, iniciativas y recursos de entidades del gobierno y ONG, para la conservación y manejo de la cuenca del Canal y la promoción de su desarrollo sostenible, en beneficio de las comunidades que allí radican y del país. La función principal de este organismo es establecer los mecanismos de coordinación necesarios para asegurar que la capacidad de la cuenca hidrográfica del canal no sea sobrepasada, al igual que brindar un foro de coordinación que permita un desarrollo ordenado y sostenible a largo plazo para la población asentada en estas áreas. Por lo tanto, la CICH tendría la responsabilidad de garantizar que los recursos hídricos de la cuenca se protejan y para lograrlo desarrollará los programas adecuados para vigilar y conservar los recursos de la cuenca, a través de la integración y participación tanto de residentes del área como las autoridades competentes, si estos monitoreos recaen en ella, deberá coordinar con la ACP quien por ley tiene las responsabilidades del recurso hídrico de la cuenca.

La CICH está integrada por representantes del Ministerio de Gobierno y Justicia, el Ministerio de Vivienda, el Ministerio de Desarrollo Agropecuario, la Autoridad Nacional del Ambiente, la Autoridad de la Región Interoceánica, y por Caritas Arquidiocesana, la Fundación Natura y la Autoridad del Canal de Panamá, quien la preside. La Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) tiene entre sus objetivos verificar que las medidas de prevención, reducción y control socioambientales propuestas en los estudios de evaluación de impacto ambiental (EIA) se realicen en forma adecuada y oportuna en las etapas de conceptualización, diseño, construcción, operación y mantenimiento de los proyectos. Por lo tanto, la ANAM, será la entidad dentro de la CICH que tenga un rol importante en la verificación y control del PMA.

Tomando en cuenta lo indicado en los párrafos anteriores, se recomienda que sea la ANAM, la encargada del Programa de Verificación y Control del Plan de Manejo Ambiental de la opción seleccionada de agua. Es conveniente resaltar que una de las labores más importantes de seguimiento la llevará a cabo el contratista de monitoreo socioambiental que sea contratada por la ACP. Para los efectos de este programa se considera que la empresa de monitoreo socioambiental que será contratada le dará seguimiento a los temas contenidos en el PMA y que actuará en representación del ACP. A continuación se describe la organización que sería necesaria para ejecutar a cabalidad el PMA de las opciones de agua, bajo estudio, y cuyos informes facilitarían el proceso de verificación y control de parte de la ANAM.

5.5.1 Informes Regulares

El **Contratista de Monitoreo Socioambiental** preparará dos tipos de informes de monitoreo socioambiental: Informes Diarios e Informes Semanales. Copias de estos informes, tanto en papel como electrónicamente, serán mantenidas en los archivos del proyecto tanto en la oficina central del Contratista de Monitoreo socioambiental como en sus oficinas en los frentes de trabajo.

Informes Diarios

Cada **Inspector Socioambiental** será responsable de la preparación de un Informe Diario al final de cada día de trabajo, el cual incluirá principalmente la siguiente información:

- Información general del proyecto (partes responsables de los asuntos ambientales, nombres de los Inspectores Socioambientales, sitios donde se llevaba a cabo el trabajo, etc.).
- Un resumen de los eventos más importantes que ocurrieron durante las actividades de monitoreo socioambiental de ese día en particular.
- Los pasos para la resolución de las deficiencias ambientales pendientes a la fecha, que se registraron en informes diarios anteriores.
- Una lista de las deficiencias socioambientales observadas durante la inspección de ese día en particular. La lista deberá ser presentada en orden de prioridad, colocando primero los temas de alta prioridad (p. ejemplo, no cumplimiento con regulaciones) y hacia el final los temas de menor prioridad (observaciones/advertencias, etc.).
- Notas u observaciones acerca del monitoreo socioambiental durante ese día en particular.

Como parte de sus actividades diarias de monitoreo, los Inspectores Socioambientales también serán responsables de tomar fotografías digitales, para documentar las prácticas ambientales del

Contratista de Construcción y sus subcontratistas durante el trabajo de construcción. El propósito básico de estas fotografías será el de proporcionar apoyo adicional a los comentarios hechos en el informe diario. Copias de estos informes, en papel, se presentarán diariamente al Contratista de Construcción.

Informes Semanales

El **Supervisor** Ambiental del Contratista de Monitoreo socioambiental será responsable de la preparación de un Informe Semanal después de la conclusión de cada semana de trabajo, el cual incluirá principalmente la siguiente información:

- Un resumen del estado de cumplimiento ambiental por parte de las actividades de construcción durante el período del informe.
- Descripción del avance logrado en la resolución de los principales temas ambientales pendientes a la fecha.
- Listado de las deficiencias ambientales más significativas identificadas durante el período del informe, y sugerencias y recomendaciones para su prevención y/o solución.
- Descripción del estado de progreso de las medidas de prevención, reducción y control propuestas en cada uno de los programas del PMA, durante la etapa de la construcción.
- Resultados de las reuniones, discusiones o comunicaciones significativas entre el personal del Contratista de Monitoreo socioambiental y otro personal del proyecto, representantes de la ACP.
- Fotografías digitales seleccionadas para ilustrar la información presentada en dicho informe.

Copias de estos informes, en papel y electrónicamente, se distribuirán semanalmente a la ACP, al Contratista de Construcción y sus subcontratistas. La ACP a su vez, suministrará copias de estos informes a la CICH. Para facilitar una comunicación rápida y eficiente entre estas partes, el informe semanal será entregado a más tardar un día antes de la reunión semanal de avance de construcción.

Reuniones Semanales

Los Inspectores Socioambientales participarán en las reuniones semanales de avance de construcción y asuntos ambientales y sociales del Contratista de Construcción y sus subcontratistas, a ser realizadas en los campamentos de trabajo. En cada una de estas reuniones semanales se presentará el estado del avance en la resolución de los aspectos ambientales pendientes a la fecha, las deficiencias más significativas identificadas durante el período correspondiente a la reunión, y sugerencias y recomendaciones para la prevención y/o solución

de los mismos, etc.

5.5.2 Personal Requerido

La ACP será responsable de asegurar a las autoridades locales y a la ANAM la ejecución adecuada del proyecto. Como tal, deberá designar **un Coordinador del Plan de Manejo Ambiental**, responsable de verificar la ejecución de las actividades de construcción relacionadas con el proyecto en cumplimiento con las regulaciones locales pertinentes y los requerimientos y lineamientos del Plan así como de supervisar el desempeño de la inspección ambiental durante la construcción. Adicionalmente, la ACP contratará los servicios de una compañía para implementar el Programa de Monitoreo Socioambiental descrito anteriormente, durante la construcción del proyecto. Esta compañía denominada **Contratista de Monitoreo Socioambiental**, deberá estar debidamente calificada y autorizada para operar en Panamá y con amplia experiencia en la ejecución de proyectos similares.

Se asignará **un Inspector Socioambiental permanente a cada uno de los frentes de trabajo**, los cuales tendrán como base los campamentos de trabajo. El Contratista de Monitoreo socioambiental contará con suficientes inspectores de reemplazo, para asegurar la presencia permanente de un inspector en cada frente de trabajo durante las actividades de construcción. Cada Inspector Socioambiental será responsable por el monitoreo socioambiental de las actividades de construcción del Contratista de Construcción y sus subcontratistas en todas las áreas de trabajo (cauces fluviales, campamento, áreas de acopio, áreas de préstamo, caminos de acceso, etc.) dentro de su respectivo frente, con el fin de garantizar la prevención, reducción y control de los impactos ambientales potenciales y el estricto cumplimiento con los requisitos y condiciones del Plan.

Los Inspectores Socioambientales podrán solicitar la suspensión temporal de las actividades de construcción en cualquier momento que ellos lo consideren necesario debido a alguna de las siguientes causas:

- Falla por parte del Contratista de Construcción o de sus subcontratistas en el cumplimiento con los requisitos y condiciones del Plan, con las leyes y reglamentos locales aplicables.
- Observación de impactos socioambientales adversos, los cuales requieran la implementación inmediata de una medida o acción correctiva.
- Observación de situaciones o condiciones potenciales peligrosas o inseguras.
- Incumplimiento de los requerimientos legales de la ACP, así como de los compromisos

derivados de la legislación nacional e internacional vigente para la conservación del patrimonio natural y cultural y de los convenios internacionales que Panamá ha firmado y que estén relacionadas al PMA de la opción de agua seleccionada.

Cuando algún Inspector Socioambiental solicite la suspensión temporal de las actividades de construcción por alguna de estas razones, se notificará inmediatamente al Coordinador del Plan y al Gerente Ambiental del Contratista de Construcción.

Coordinador del Plan

Las responsabilidades específicas del Coordinador del Plan serán las siguientes:

- Asegurar el cumplimiento de los requerimientos ambientales establecidos en los planes y procedimientos y de las condiciones de licencia y permiso impuestos al proyecto por los entes reguladores panameños.
- Verificar que los acuerdos en materia ambiental, los programas de prevención, reducción y control y el Plan sean implementados y monitoreados de forma adecuada.
- Supervisar las actividades del Contratista de Monitoreo Socioambiental, responsable de monitorear y velar por el cumplimiento del Plan.
- Establecer las prioridades principales de inspección; preparar y mantener actualizada una base de datos de cumplimiento/incumplimiento con los requisitos del Plan y regulatorios; dar seguimiento periódico a los asuntos que se encuentren en incumplimiento.
- Revisar los informes preparados por el Contratista de Monitoreo socioambiental.
- Preparar y presentar informes de cumplimiento a las entidades regulatorias pertinentes.
- Inspeccionar las áreas de construcción periódicamente para verificar el cumplimiento con los requerimientos del Plan.
- Coordinar con el Supervisor Ambiental e Inspectores Socioambientales por parte del Contratista de Monitoreo Ambiental y con el Gerente Ambiental del Contratista de Construcción, según sea necesario, para promover y asegurar el cumplimiento ambiental.
- Permanecer en el proyecto después de las actividades de construcción, hasta que se implementen las disposiciones ambientales durante la fase previa a la operación.
- Entregar al contratista de Monitoreo socioambiental copias de todos los documentos relacionados con la construcción y documentos/correspondencia de la licencia emitida por la autoridad ambiental competente para la construcción del proyecto.

Supervisor Ambiental

Las responsabilidades del Supervisor Ambiental del Contratista de Monitoreo Ambiental serán las siguientes:

- Informar a la ACP sobre los aspectos técnicos relacionados con el trabajo ejecutado por el Contratista de Monitoreo Socioambiental.
- Revisar los documentos y planes ambientales específicos que deben ser preparados por el Contratista de Construcción.
- Supervisar el cumplimiento de las especificaciones ambientales técnicas establecidas en el Plan, las cuales abarcan los procedimientos de construcción, instalación y operación de los campamentos, el Código de Conducta del proyecto, la calidad del trabajo en materia ambiental realizado por el Contratista de Construcción y sus subcontratistas, etc.
- Supervisar las actividades de los Inspectores Socioambientales durante las actividades de construcción.
- Coordinar con los Inspectores Socioambientales la presentación del estado de cumplimiento ambiental y social en las reuniones semanales de avance de construcción. La presentación incluirá: estado del avance en la resolución de los aspectos ambientales pendientes a la fecha, las deficiencias más significativas identificadas durante el período correspondiente a la reunión, y sugerencias y recomendaciones para la prevención y/o solución de los mismos, etc.
- Asistir a la ACP en la preparación de respuestas a inquietudes u observaciones por parte del agencias regulatorias competentes.
- Revisar los Informes Diarios de Monitoreo socioambiental de los Inspectores Socioambientales a ser entregados a la ACP y al Contratista de Construcción.
- Preparar los Informes Semanales de Monitoreo socioambiental a ser entregados a la ACP y al Contratista de Construcción.

Inspectores Socioambientales

Los Inspectores Socioambientales verificarán el cumplimiento por parte del Contratista de Construcción y sus subcontratistas de los siguientes aspectos en todas las áreas de trabajo:

- Instalación, mantenimiento periódico y reparación de las medidas de prevención, reducción y control necesarias y descritas en los programas que componen el PMA.
- Ejecución de las actividades de construcción dentro de las áreas autorizadas de trabajo, particularmente en el cauce fluvial, y la utilización únicamente de los caminos de acceso previamente aprobados.
- Protección de los sistemas de drenaje superficial durante la construcción.
- Restricción de las actividades de construcción en áreas agrícolas o humedales, cuando las condiciones climatológicas lo hagan recomendable.
- Utilización de suelos importados como relleno y/o material de cubierta adicional en áreas sensibles (tales como, áreas agrícolas, residenciales y humedales).

- Implementación de las actividades de restauración y revegetación de las áreas afectadas por la construcción, particularmente el cauce fluvial, cruces de cuerpos de agua y humedales, zonas agrícolas y residenciales, áreas de préstamo, zonas con pendientes pronunciadas, áreas de campamentos y de acopio, etc.

Los Inspectores Socioambientales también evaluarán el éxito de las medidas de restauración y revegetación y estabilización del cauce fluvial y de las áreas de trabajo que fueron afectadas por las actividades de construcción. Cualquier deficiencia en el establecimiento de la cobertura vegetal temporal será informada al Contratista de Construcción quien tendrá la obligación de reparar el trabajo en forma eficaz.

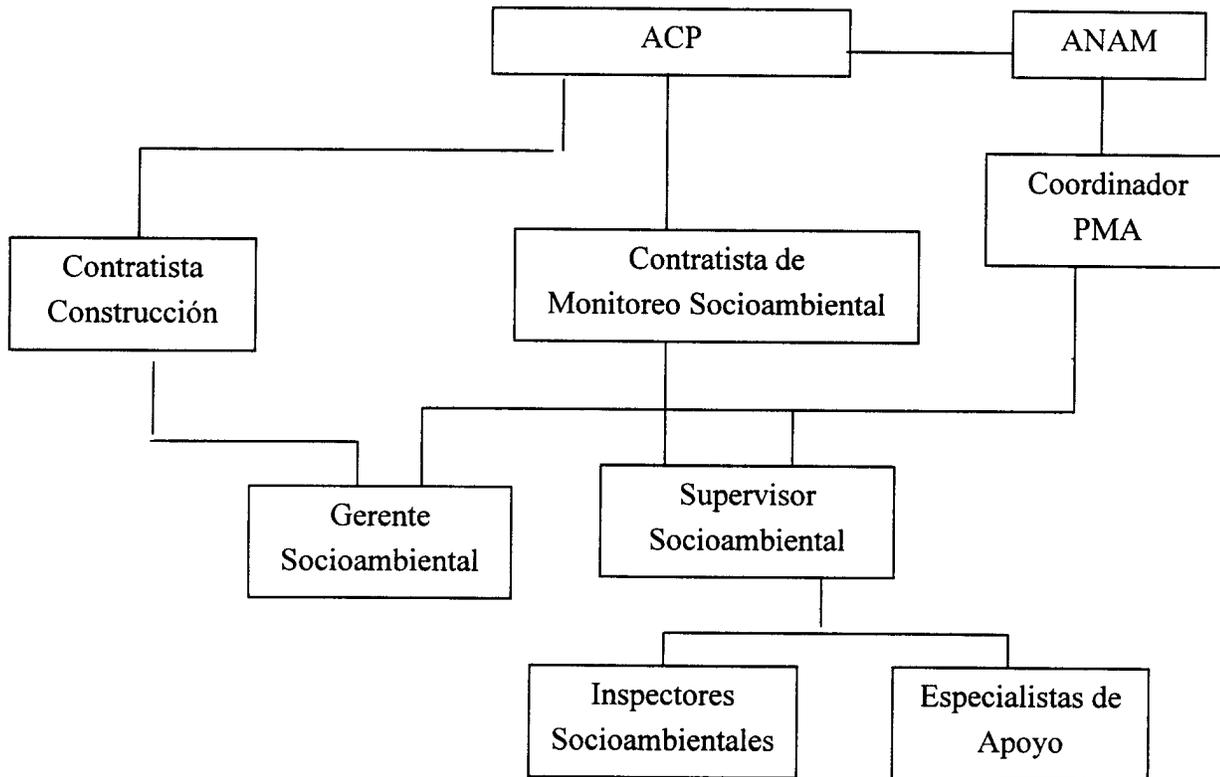
Necesidades de Infraestructura y Materiales Requeridos

Los inspectores deberán ser provistos con los equipos y materiales necesarios para el trabajo de monitoreo, los cuales incluyen como mínimo los siguientes:

- Vehículo 4x4 apropiado y debidamente equipado con radio de comunicación, botiquín de primeros auxilios, etc., con identificación visible de la empresa a la cual pertenece.
- Computador laptop o desktop y cámara digital.
- Equipo e instrumentos para la ejecución de los programas de muestreo
- Equipo de protección personal

Organigrama para la ejecución del PMA

La organización prevista para la ejecución del Plan de Manejo Ambiental, de acuerdo a las funciones indicadas anteriormente de los involucrados, se muestra en el organigrama siguiente.



5.5.3 Verificación y Control de los Programas Específicos

En esta sección se describe brevemente las organizaciones que participan en la verificación y control ambiental a nivel de cada uno de los programas propuestos y se indica la función que cada una de ellas realiza al respecto.

Programa de Calidad del Aire y Control del Ruido

Las actividades de verificación y control de las medidas de este programa estarán a cargo de la ANAM.

Programa de Sismología y Geología

Las actividades de verificación y control de las medidas de este programa estarán a cargo de la ANAM, quién solicitará el apoyo técnico del Departamento de Geología de la Universidad de Panamá.

Programa de Prevención y Control de la Erosión y del Transporte de Sedimentos

Las actividades de verificación y control de las medidas de este programa estarán a cargo de la ANAM.

Programa de Calidad del Agua

Además, de las actividades de verificación y control de las medidas de este programa a cargo de la ANAM, se recomienda que se contrate a una empresa o profesional especializado externo durante la fase de operación del embalse (a los 5 años), a manera de revisar los resultados de la calidad del agua y presente recomendaciones.

Programa de Protección y Recuperación de la Biodiversidad en los Ecosistemas Terrestres

El control regulador sobre actividades y acciones de la prevención, reducción y control incluirá a la ANAM y a las agencias gubernamentales asignadas con la responsabilidad de la gestión de los bosques, la diversidad biológica, y hacer cumplir la protección de las especies en peligro de extinción. Las instituciones internacionales o regionales de financiamiento también impondrán controles adicionales para asegurar la prevención, reducción y control y la conformidad adecuada con el proyecto, gubernamental, y convenciones y estándares internacionales (ejemplo, CITES).

Las actividades de verificación y control de las medidas de este programa estarán a cargo de la ANAM.

Programa de monitoreo y control de las plantas acuáticas

Las actividades de verificación y control de las medidas de este programa estarán a cargo de la ANAM.

Programa de conservación y manejo de peces y macro-invertebrados

Las actividades de verificación y control de las medidas de este programa estarán a cargo del MIDA, a través de la Dirección Nacional de Acuicultura, y las regionales R-4 (Coclé), R-6 (Colón) y R-5 (Capira), que poseen agencias en las áreas de los proyectos. También debe involucrarse a la Universidad de Panamá, a través del Centro de Limnología y Ciencias del Mar y de la ANAM.

Programa de Conservación de Sitios Arqueológicos

Las actividades de verificación y control de este programa, estarán a cargo del Instituto Nacional de Cultura y de la ANAM.

Durante la fase de planificación, se solicitará al Instituto Nacional de la Cultura su colaboración a través de un especialista en manejo de recursos culturales, quién hará dos visitas de campo. Los informes técnicos generados por las investigaciones de recuperación de datos deben estar sujetos a revisiones externas de un especialista en manejo de recursos arqueológicos.

Durante las fases de conceptualización, diseño, construcción, operación y mantenimiento el programa de verificación y control del programa debe estar sujeto a una revisión externa semi-anual, por un especialista en manejo de recursos arqueológicos a lo largo de ambas fases.

Plan de Reasentamiento y Desarrollo Humano

La verificación de las medidas de prevención, reducción y control de este programa, sobre todo de la relocalización la hará la ANAM, con visitas mensuales desde antes, durante y después de su ejecución.

El control debe hacerse a través de los mecanismos de condicionalidad de los entes *inversionistas*. Entre mejor se lleve a cabo el programa de prevención, reducción y control, menos retraso habría en la ejecución de la obra y menor sería el costo financiero total. Hay que recalcar que el costo de la prevención, reducción y control es una pequeña fracción del costo total, por lo que un atraso en la obra causado por problemas de prevención y control inadecuada tiene implicaciones financieras desproporcionadas.

Los costos operativos de la verificación se calculan en B/. 200,000 para cubrir las reuniones periódicas con los actores interesados.

5.6 Plan de Contingencias

El presente plan pretende esbozar medidas prácticas aplicables a las actividades de construcción que se pudieran dar como parte de las opciones de agua que contribuyan a prevenir, controlar y/o dar respuesta a situaciones de emergencia.

El objetivo de este programa es reducir la posibilidad de daños y perjuicios a los pobladores y a la propiedad o al ambiente por causa de un derrame de hidrocarburos u otros materiales tóxicos y peligrosos, provenientes de la obra. Entre los objetivos específicos del programa se incluyen:

Prevenir o minimizar la contaminación de las aguas y el suelo a causa de un derrame de combustibles, lubricantes y cualquier otro material derivados de hidrocarburos o tóxicos, dentro de las instalaciones del centro de operaciones y en los frentes de trabajo; y

Evitar cualquier posibilidad de incendio o explosión a causa de un derrame de combustibles, lubricantes y cualquier otro material derivados de hidrocarburos o tóxicos, dentro de las instalaciones del centro de operaciones.

Para lograr estos objetivos, el Contratista debe incluir en el plan varios elementos críticos, tales como procedimientos para prevenir derrames y medidas de contención en caso de derrame, para prevenir que se contaminen los suelos o el agua y en caso de un derrame contar con las medidas para limpiarlo y mitigarlo. En términos de procedimiento, se tienen las inspecciones visuales rutinarias y el mantenimiento planificado que ayudará a reducir el potencial de descarga de aceites y otros materiales al suelo o al agua. En términos de medidas de control, las áreas de trabajo deberán disponer de instalaciones de prevención y control de derrames, tales como un dique perimetral alrededor de las áreas de almacenamiento de materiales peligrosos. En términos de aplicación de medidas preventivas, un procedimiento de respuesta a emergencias apropiadamente planeado y ejecutado, reducirá el potencial de daño ambiental.

5.6.1 Prioridades de Actuación

Dado que las sustancias que potencialmente pueden derramarse tienen efecto sobre las personas, la propiedad y el medio ambiente en general, es necesario establecer un orden de prioridades cuando existan riesgos múltiples. Las acciones del programa atienden el siguiente orden de prioridades:

1. Protección de vidas humanas;
2. Protección de asentamientos humanos;
3. Protección de contaminación de cuerpos de aguas (acueductos, ríos, quebradas, etc.);
4. Protección de contaminación de cultivos; y
5. Protección de contaminación de áreas de vida silvestre.

El Contratista observará los procedimientos apropiados de operación, desarrollará medidas de control y medidas preventivas que señalen las acciones a seguir en caso de que ocurra algún derrame. El desarrollo e implementación apropiada del programa ayudará al contratista a alcanzar estos objetivos. Se debe también incluir un componente educativo para capacitar al personal de respuesta ante derrames del contratista. El Contratista deberá mantener al representante regional de ANAM y del Ministerio de Salud al tanto de cualquier cambio o evento que afecte los procedimientos establecidos. El programa debe incluir por lo menos los siguientes componentes:

1. Medidas de prevención y contención de derrames;
2. Medidas de preparación y prevención;
3. Medidas de respuesta a emergencias;
4. Procedimientos de respuesta contra incidentes de derrame;
5. Previsiones de seguridad; y
6. Programa de capacitación de los trabajadores.

A fin de poder hacer una planificación eficiente de las medidas de protección, preparación, contención, respuesta a emergencias, limpieza y capacitación, se debe tomar en cuenta la localización del cuerpo de agua más cercano a las instalaciones donde se almacenarán los combustibles y el nivel freático.

5.6.2 Medidas de Prevención y Contención de Derrames

A continuación se presentan los programas para el manejo de derrames durante la ejecución de la obra:

1. **Manejo de Combustibles durante la Construcción:** Se recomienda que el manejo de combustibles durante la construcción este a cargo de una de las compañías surtidoras del país. La compañía seleccionada deberá proporcionar un plan de contingencia detallado y específico para la operación en el área.
2. **Inventario de Materiales:** Para cada uno de los materiales almacenados deberá disponerse de la Hoja con Información de Seguridad de los Materiales (HISM) y/o análisis químicos tanto en la oficina administrativa como en las áreas de almacenamiento. Esto con el fin de brindar información sobre los riesgos químicos del producto y los tratamientos adecuados en caso de accidentes.

El Contratista deberá preparar un cuadro que especifique todos los materiales peligrosos almacenados en cantidades mayores a los niveles domésticos y sus ubicaciones respectivas. Deberán también identificarse los detalles sobre Tanques de Almacenamiento Sobre Tierra (TAST) y tambores de 55 galones (208 lts) y sus contenidos en cada una de las instalaciones relacionadas con el proyecto.

3. **Áreas y Tanques de Almacenamiento:** El Contratista deberá cumplir, por lo menos, con las siguientes especificaciones y estándares de operación, al almacenar materiales peligrosos en una instalación:

- Identificación de Patrón de Drenaje. El Contratista deberá identificar los patrones generales de drenaje para cada instalación. Los patrones generales de drenaje deberán exhibirse en un plano del sitio. El drenaje de las áreas de almacenamiento que cuentan con diques, deberá ser retenido mediante válvulas u otros medios adecuados para prevenir un derrame u otro escape excesivo de aceite al sistema de drenaje. Las válvulas utilizadas para el drenaje de áreas con diques deberán ser de tipo manual y de diseño de apertura y cierre. Los sistemas de drenaje deberán estar diseñados de forma adecuada para prevenir que el producto derramado llegue al suelo y a los cuerpos de agua, en caso de fallas en el equipo o error humano.

- Tanques de Almacenamiento Masivo. Ningún tanque deberá ser utilizado para el almacenamiento de productos peligrosos a no ser que su material y construcción sean compatibles con el tipo de materiales y con sus condiciones de almacenamiento (p.e. presión y temperatura). Todas las instalaciones con tanques de almacenamiento masivo deberán estar construidas de manera que exista un medio secundario de contención para todo el contenido del tanque más grande, además de suficiente espacio sobrante para permitir la precipitación. Las áreas con diques deberán ser lo suficientemente impermeables como para contener los aceites u otros fluidos derramados.

- Drenaje del Área de Contención. En las áreas de contención no se tendrá drenajes, salvo que tales drenajes conduzcan a un área o recipiente de contención donde puedan recuperarse los derrames.

- Almacenamiento de Combustibles y Aceites Lubricantes. Siempre hay peligro de grandes derrames en los lugares donde se almacena combustibles, aceites lubricantes y fluidos hidráulicos. El Contratista deberá tomar precauciones en áreas donde se carguen y descarguen camiones que transporten combustibles y se carguen tambores de aceite. Se deberán implementar medidas especiales para prevenir derrames en esas áreas. El equipo de contención deberá mantenerse cerca a los tanques y tambores para minimizar el tiempo de respuesta ante derrames y deberá incluir almohadillas o esteras absorbentes. La cantidad y capacidad de las esteras deberá ser suficiente como para contener el mayor derrame previsible.

- Estructuras Secundarias de Contención. Para prevenir la descarga de aceite o residuos peligrosos al medio ambiente, el Contratista deberá dotar, a los tanques sobre tierra, de estructuras secundarias de contención. Estas estructuras deberán

estar diseñadas para recolectar descargas y líquidos acumulados hasta que el material sea removido. Los derrames, fugas o cualquier exceso de precipitación se drenarán en la forma más adecuada posible, para prevenir daños a la salud humana y el medio ambiente. Los bancos de tierra con bases llenas de grava proporcionan contención secundaria para los aceites lubricantes y tanques usados de aceite. Se procederá a la limpieza y recolección de derrames y fugas en tambores de 55 galones (208 lts) hasta que se hagan los arreglos para la disposición adecuada fuera del sitio. El drenaje de las aguas de lluvia será aceptado cuando:

- La válvula de drenaje esté sellada (cerrada) normalmente;
- La inspección de las aguas de lluvia demuestre que éstas no ocasionarán una descarga peligrosa y asegure el cumplimiento de los estándares de calidad del agua; y
- La válvula de drenaje se abra y se vuelva a sellar después del drenaje, bajo la supervisión del responsable.

Los tambores y tanques de diesel almacenados en las áreas de trabajo y patios de acopio, deberán ser ubicados en áreas cubiertas en las que haya diques de tierra de baja permeabilidad y suelos que sirvan como contención secundaria. Los derrames deberán contenerse, limpiarse y recogerse a la brevedad, en tambores de 55 galones (208 lts) que deberán disponerse fuera del sitio.

4. Operaciones de Reabastecimiento de Combustible. El Contratista se asegurará que todo reabastecimiento de combustibles y lubricantes a los equipos, se lleve a cabo dentro de la servidumbre de la vía y por lo menos a 15 m o más de los cuerpos de agua, cuando este no pueda realizarse en los sitios designados de antemano. Además, el Contratista verificará que toda actividad de reabastecimiento de combustibles se realice de acuerdo a las siguientes condiciones:

- Los equipos y medidas de prevención, reducción y control serán suficientes para evitar que los fluidos derramados salgan del derecho de vía o lleguen hasta los cuerpos de agua y deberán estar fácilmente disponibles para su uso. Se podrán combinar los siguientes elementos:
 - 1- Diques, bermas o muros de contención, lo suficientemente impermeables como para contener el aceite o producto derramado;
 - 2- Materiales absorbentes y barreras, en la cantidad que el Contratista determine como suficiente para capturar el mayor derrame razonablemente predecible;

3- Contenedores desechables, suficientes para contener y transportar materiales contaminados.

- El Contratista preparará una lista del tipo, cantidad y zona de almacenamiento del equipo de contención y limpieza que se usará durante la construcción. Esta lista incluirá los procedimientos y medidas de minimización de impacto que se emplearán en caso de un derrame.
- El Contratista preparará un inventario escrito de todos los lubricantes, combustibles y otros materiales que podrían descargarse accidentalmente durante la construcción.
- Todos los derrames serán limpiados inmediatamente. El equipo de contención no podrá ser utilizado en ningún caso para el almacenamiento del material contaminado.

5.6.3 Medidas de Preparación y Prevención

La preparación y prevención son las alternativas preferidas para reducir y controlar los derrames pequeños y comunes que a menudo suceden cuando se cambia el aceite al cárter del cigüeñal, se reparan las líneas hidráulicas y se añaden los refrigerantes a la maquinaria. Las almohadillas y esteras absorbentes deberán colocarse en el suelo, debajo de la maquinaria, antes de efectuar el mantenimiento. El personal de mantenimiento deberá llevar los materiales absorbentes en cada pieza de equipo. El equipo que se guarde en el lugar para reabastecimiento de combustible y de mantenimiento de rutina, deberá contener pequeños equipos absorbentes (o su equivalente funcional). Cada instalación y área de trabajo deberá estar adecuadamente equipada para satisfacer los objetivos de preparación y prevención establecidos en este plan. Deberán efectuarse inspecciones de rutina (es decir, diarias) en los tanques de almacenamiento y en las áreas de carga y descarga. El Contratista debe mantener los registros de tales inspecciones.

Entre las principales medidas de preparación se encuentran las siguientes:

1. **Diseño y Operación de las Áreas de Trabajo.** Las áreas de trabajo deberán diseñarse, construirse, mantenerse y operarse para minimizar la posibilidad de incendio, explosión o cualquier escape accidental, repentino o no repentino de derivados de petróleo, de residuos peligrosos o de elementos de residuos peligrosos hacia el aire, el suelo o el agua superficial, los cuales podrían poner en peligro la salud humana o el medio ambiente.
2. **Equipo Contra Incendios.** En cada instalación se deberá contar con los medios para responder inmediatamente a una emergencia, cuando el personal se encuentre en ella, utilizando el equipo que se describe a continuación:

- En cada instalación deben estar disponibles, sistemas de extinción de fuegos para control de incendios; y
 - Las instalaciones y estructuras (p.e. trailers y áreas de almacenamiento) deberán contar con sistemas de detección de incendios.
3. **Instalaciones de Carga y Descarga.** Se utilizarán exclusivamente las áreas de carga y descarga de cada instalación para cargar y descargar combustibles, aceite lubricante o aceite usado. Se deberán proporcionar contenedores secundarios para las áreas de carga y de descarga. Todas las áreas deberán utilizar colectores de goteo en las conexiones de mangueras mientras se carguen o se descarguen los líquidos. El personal del Contratista deberá estar presente durante todas las operaciones de carga y descarga. Deberán inspeccionarse todos los orificios de salida de los camiones cisterna antes de dejar el área de carga y descarga, para prevenir posibles fugas mientras esté en movimiento. Como precaución, deberán inspeccionarse todas las válvulas en el punto de transferencia de la conexión de carga y de descarga, antes de abandonar el área después de la transferencia del material. Si ocurre un derrame o una fuga, entonces deberá detenerse la operación de carga y descarga, contener, limpiar y recolectar el derrame antes de continuar con la operación. El Contratista deberá contar con un diagrama de las áreas de carga y descarga.
4. **Inspecciones de los Tanques Aéreos.** Los tanques aéreos para el almacenamiento de combustible diesel y gasolina deberán ser inspeccionados diariamente por el personal del Contratista, para buscar signos de deterioro o fugas que podrían causar un derrame o acumulación del producto en el ambiente.
5. **Equipo de Control de Derrames.** Cada instalación donde se almacenen combustibles, aceites u otros productos peligrosos, deberá mantener una provisión conveniente de equipo para el control de derrames que incluya un equipo de movimiento de tierra como palas cargadoras, y materiales absorbentes, palas, rastrillos, bombas, tambores vacíos y barreras absorbentes. El material absorbente se utilizará para recuperar los materiales derramados en el suelo o en las aguas superficiales. El equipo colector de derrames deberá colocarse en las áreas de almacenamiento. Se podrán utilizar palas, rastrillos y bombas para recolectar cualquier residuo de material derramado en el suelo o en las aguas superficiales. También podrán utilizarse en la construcción de terrazas, represas o diques para detener los flujos de material derramado.
6. **Sistemas de Comunicación y Alarma.** El equipo de comunicación interna y externa deberá estar compuesto, por lo menos, de radio transmisor y altavoces. Estos radios pueden

utilizarse como parte del sistema de comunicación interna y externa en las áreas de trabajo. También deberán haber radios de comunicación en todos los camiones.

7. **Equipo Misceláneo.** Cada área de trabajo deberá también mantener equipos de primeros auxilios (botiquines). Estos equipos deberán colocarse en cada frente de trabajo y en todos los camiones.
8. **Prueba y Mantenimiento de los Equipos.** El personal de cada área de trabajo deberá, en forma rutinaria, inspeccionar, probar y mantener el equipo de emergencia para asegurar su correcto funcionamiento. Los radios de intercomunicación, los sistemas telefónicos, los altavoces y cualquier sistema de comunicación que se utilice, deberán ser probados diariamente. Los equipos de extinción de incendios deberán ser inspeccionados mensualmente.
9. **Acceso a los Sistemas de Comunicación o Alarma.** Cada vez que se manejen aceites o materiales peligrosos, el personal de la planta involucrado en la operación, deberá tener acceso inmediato a los radios y teléfonos, ya sea directamente o mediante contacto visual o verbal con otros empleados.
10. **Requerimiento de Espacios.** Cada instalación deberá mantener espacios adecuados para el tránsito, para permitir el desplazamiento del personal, del equipo de protección contra incendios, el equipo de control de derrames y el equipo de descontaminación sin obstrucciones entre las estructuras, cuando sea necesario.
11. **Arreglos con las Autoridades Locales.** El Contratista deberá intentar efectuar todos los acuerdos necesarios con la Policía, los Departamentos de Bomberos y los Equipos de Respuesta a Emergencias. Deberá informarse a los hospitales y clínicas más cercanas, sobre las propiedades de los materiales de los residuos peligrosos manejados en las plantas y los tipos de heridas o enfermedades que pueden ser provocados por los incendios o explosiones. Se debería invitar a las autoridades locales a que inspeccionen las instalaciones. Si rehúsan hacerlo, el Contratista deberá documentar la negativa en los Registros de Manejo de Materiales Peligrosos.
12. **Equipos de Emergencia.** El Contratista deberá preparar una lista del tipo, cantidad y ubicación de los equipos de almacenamiento, contención y limpieza a utilizarse en las áreas de trabajo, y sitios de construcción. Esta lista incluirá los procedimientos y las medidas de minimización de impactos que se utilizarán como respuesta a un derrame. La elección de las

medidas y de los equipos de prevención, reducción y control del Contratista, deberá ajustarse a las características del terreno afectado así como a los tipos y cantidades de material que potencialmente podrían derramarse. El Contratista deberá proporcionar, como mínimo, el siguiente equipo para contención y limpieza de derrames:

- Absorbentes tales como almohadas, paños y estopa para contención y recolección de los líquidos derramados;
- Equipos comerciales para derrames (o su equivalente funcional) que vienen preempaquetados con una gran variedad de absorbentes para derrames grandes o pequeños;
- Palas y retroexcavadoras para la excavación de materiales contaminados; y
- Contenedores, tambores y bolsas de almacenamiento temporal para limpiar y transportar los materiales contaminados.

13. Inspección y Mantenimiento del Equipo. El Coordinador Socioambiental del contratista inspeccionará y exigirá el mantenimiento del equipo de abastecimiento de combustible o lubricante de acuerdo a un estricto programa. El Contratista presentará documentación escrita sobre los métodos empleados y el trabajo efectuado. Todos los contenedores, válvulas, tuberías y mangueras serán examinados con regularidad para evaluar su condición general. En dicho examen se identificará cualquier signo de deterioro que pudiera provocar un derrame, así como señales de fuga (p.e. fluidos acumulados). Las fugas se corregirán o repararán con la máxima celeridad.

14. Fallas del Equipo. Los derrames pueden ser la consecuencia de eventos impredecibles como la ruptura de los tanques de combustible, los radiadores y las líneas hidráulicas. Se pueden acomodar dispositivos con capacidad de absorción de hasta 20 litros debajo del asiento del operador, en los equipos de construcción y de movimiento de tierra.

El Contratista capacitará a su personal de construcción en la operación y mantenimiento del equipo, para prevenir la descarga accidental o derrames de combustible, aceites o lubricantes. El personal deberá también tener conocimiento de las leyes, disposiciones y reglamentos de control de la contaminación ambiental aplicables a su trabajo. Se programarán y realizarán charlas sobre la prevención de derrames con las cuadrillas de trabajadores, con la suficiente frecuencia como para garantizar el aprendizaje de las medidas de prevención de derrames. En estas charlas se pondrá especial atención a los siguientes aspectos:

- Medidas preventivas para evitar derrames;

- Fuentes de derrames, tales como fallas o mal funcionamiento del equipo;
- Procedimientos estándar de operación en caso de un derrame;
- Equipo, materiales y suministros disponibles para la limpieza de un derrame;
- Una lista de casos de derrame conocidos;
- Equipo de emergencia;
- Sistema de alarma y comunicaciones; y
- Acuerdos con las autoridades locales.

5.6.4 Medidas de Respuesta a Emergencias

El Contratista deberá preparar Medidas de Respuesta a Emergencias por Derrames para minimizar los peligros que podrían afectar al personal de construcción y al medio ambiente en el caso de una descarga no planificada y repentina de materiales peligrosos hacia el aire, suelo o agua. Para fines del plan, una emergencia se define como “la liberación de materiales peligrosos que podrían amenazar o causar daños y perjuicios a la salud de los seres humanos o al medio ambiente”. Las disposiciones del plan deben cumplirse siempre que se presente una emergencia e incluirán, como mínimo, los siguientes componentes:

1. **Contención.** La contención es la prioridad inmediata en el caso de un derrame. De ser posible, el derrame deberá ser retenido en el sitio de ocurrencia.
2. **Limpieza.** Los procedimientos de limpieza se iniciarán inmediatamente después que se haya retenido el derrame. En ningún caso se utilizará el equipo de retención para guardar el material contaminado. Se debe mantener una lista del equipo que deberá utilizarse para facilitar la limpieza y prevenir, reducir y controles el daño al medio ambiente.
3. **Notificación.** En caso de un derrame, se deberá notificar al equipo de respuesta a emergencias, al Coordinador Socioambiental y al personal correspondiente de monitoreo socioambiental.
4. **Excavación y Disposición.** La excavación y limpieza del material de derrame, el absorbente y el suelo contaminado se realizará inmediatamente y será depositado en los sitios de botadero que sean utilizadas por el contratista.
5. **Deberes de los Coordinadores de Emergencia.** Los coordinadores de emergencia de turno, deberán estar permanentemente en la instalación o en contacto (p.e. disponible para responder a una emergencia y llegar a la instalación o área de trabajo en un corto periodo)

con la responsabilidad de coordinar todas las medidas de respuesta a emergencias. Estos empleados deberán conocer a detalle todos los aspectos del Plan de Contingencia del Contratista, que incluye todas las operaciones y actividades en las instalaciones, la ubicación y características de los residuos manejados, la ubicación de los registros y el esquema de distribución de la instalación. Asimismo, deberán tener la autoridad para hacer uso de los recursos necesarios para cumplir las medidas de contingencia y realizar de ser necesario una rápida evacuación del personal del sitio de derrame a sitios seguros para aquellos casos graves que así lo ameriten.

5.6.5 Procedimientos de Respuesta a Incidentes de Derrame

El grupo de contención en el origen tiene como tarea reducir y controlar el derrame en el punto donde se ha originado. También se ocupa de preparar las barreras de contención para evitar que el producto derramado contamine el suelo y las aguas o genere un riesgo mayor de explosión o incendio, así como se encarga reducir y controlar cualquier incendio que pueda presentarse por el derrame que se haya originado. Integran este grupo las personas que se encuentran normalmente en estos puntos, como los operadores de las estaciones de servicio, los mecánicos y sus asistentes. La brigada sigue diferentes planes de acción para la contención de derrames dependiendo del área en que estos se produzcan tal como sigue:

1. Plan de Acción para Contención en áreas de Depósitos de Combustibles y Lubricantes

En las áreas donde se encuentren tanques para gasolina, diesel, aceite asfáltico y otros se deberá disponer de contención secundaria con capacidad suficiente para contener el derrame. En caso de derrame, la brigada seguirá los siguientes pasos:

- Actuar de acuerdo a las instrucciones del Coordinador de la Brigada.
- Evitar que ocurra un incendio de grandes magnitudes dentro de las instalaciones; y
- Estar preparados para sofocar cualquier incendio que pueda darse. De existir fuego:
 - se activará la alarma de incendio;
 - se avisará a los bomberos; y
 - se mantendrá el área despejada para que los bomberos puedan sofocar el fuego.

2. Plan de Acción para Contención de Derrames en las Áreas de Carga y Descarga

En las áreas de carga y descarga de los camiones de combustibles, en caso de derrame la brigada seguirá los siguientes pasos:

- Actuar de acuerdo a las instrucciones del Coordinador de la Brigada.
- Evitar que ocurra un incendio de grandes magnitudes dentro de las instalaciones;
- De existir incendio:
 - se avisará a los bomberos; y
 - se mantendrá el área despejada para que estos puedan sofocar el fuego.
- El grupo de contención del derrame en el origen contendrá el producto siguiendo los siguientes pasos:
 - Cerrar las válvulas de fondo y de descarga del camión cisterna, colocar paños de contención para detener y absorber el material de manera que no sobrepase el embalse de contención; y
 - Se impedirá que el material llegue a los desagües pluviales.
- El grupo de contención del derrame, en el área circundante, colocará retenes en los declives del terreno para impedir que el material escurra.

3. Plan de Acción para la Contención de Derrames en las áreas de despacho de combustibles

En estas áreas el plan de acción es ligeramente distinto, dependiendo de la cantidad derramada:

- Derrames menores de 20 galones:
 - Avisar al coordinador de la brigada para que organice la contención y recolección del derrame;
 - Colocar material absorbente para contener el derrame y absorber el material derramado; y
 - Colocar materiales absorbentes en los declives del terreno para evitar que el material derramado escurra.
- Derrames mayores de 20 galones:
 - Actuar de acuerdo a las instrucciones del Coordinador de la Brigada;
 - Evitar que ocurra un incendio;
 - Se colocará material absorbente para contener el derrame y absorber el material derramado;
 - Se colocarán materiales absorbentes en los declives del terreno para evitar que el material derramado escurra; y
 - Se organizará el grupo para extinción de incendio para controlar cualquier incendio.

4. Plan de Acción para la Contención de Derrames en áreas donde se almacenan lubricantes

En caso de derrame en esta área se procederá de la siguiente manera:

- Actuar de acuerdo a las instrucciones del Coordinador de la Brigada; y
- Evitar que ocurra un incendio, para lo cual:
 - Se colocará material absorbente para contener el derrame y absorber el material derramado;
 - Se colocarán materiales absorbentes en los declives del terreno para evitar que el material derramado escurra; y
 - Se organizará el grupo para extinción de incendio para controlar cualquier conato de incendio.

5. Plan de Acción para la Contención de Derrames en Frentes de Trabajo

El procedimiento que sigue corresponde a derrames por accidentes de carros transportadores de combustible:

- Avisar al Gerente del Proyecto o al coordinador de emergencia de turno. Este a su vez tomará la decisión de llamar a los bomberos para que apoyen la labor de contención y limpieza del área. Estas llamadas se realizarán en función de la magnitud del derrame y la posición geográfica del equipo rodante;
- Levanta un reporte del derrame el cual indicará:
 - lugar exacto del accidente;
 - productos involucrados;
 - cantidad aproximada;
 - proximidad de viviendas, escuelas o centros de salud;
 - posibilidades de incendio/explosiones, peligrosidad de vidas humanas, daños al ecosistema; y
 - si existen fuentes de aguas superficiales vecinas
- Preparar el equipo de contención de derrames para aproximarse al lugar para apoyar la gestión de contención y limpieza del área; y
- El conductor del vehículo atenderá en el lugar del accidente la iniciativa de contención.

6. Entrenamientos

Todo el equipo de contención de derrames y los conductores de carros-tanque deberán asistir a por lo menos, una práctica de contención de derrames cada tres meses y a un entrenamiento de contención de derrames cada seis meses.

7. Materiales Disponibles en el centro de operaciones para la Contención de Derrames

El material enumerado a continuación tendrá que ser inventariado mensualmente. Las cantidades que se recomiendan para el inventario son:

Palas cuadradas	2	Escobillones de cerdas de paja	2
Machetes	2	Booms absorbentes de 20 pies	2
Picos	2	Booms absorbentes de 10 pies	2
Linternas	2	Paños de contención de 2" x 2"	100
Guantes de caucho	6	Bolsas plásticas gigantes	5
Guantes de cuero	6	Lentes protectores	5
Rollos absorbentes	1		

5.6.6 Procedimientos de Información de Derrames

El Contratista debe tener un sistema apropiado para mantener Informes de Incidentes de Derrames que describan la fecha, hora y detalles de cada uno y la acción correctiva que se utilizó en respuesta. Este informe deberá ser elaborado por el Coordinador Socioambiental con apoyo del Coordinador de Emergencias con la información pertinente al caso. Las copias de dichos informes deben guardarse en los archivos ubicados en el centro de operaciones y enviarse a la ACP y ANAM.

Los siguientes incisos describen el tipo de notificación y los procedimientos para elaborar informes de derrames de petróleo, incendios, explosiones o descargas de materiales peligrosos que debería seguir el Contratista:

1. **Contenidos del Informe y Notificación Inicial.** Si accidentalmente se descarga alguna sustancia peligrosa en cantidades o concentraciones que puedan causar daño al suelo, el agua o a cualquier recurso natural, o que pongan en riesgo la salud o el bienestar público, entonces, el Coordinador de Emergencias deberá notificar inmediatamente al Gerente del

Proyecto. El Gerente deberá notificar vía telefónica a la ANAM y a las entidades locales y se les proporcionará los siguientes datos:

- Nombre de la persona que reportó el incidente;
- Tipo de sustancia implicada;
- Cantidad estimada de la descarga;
- Ubicación de la descarga;
- Acciones propuestas para detener, limpiar y/o retirar la sustancia, si fuese necesario;
- Cualquier otra información concerniente a la descarga, solicitada al momento de la notificación;
- Las circunstancias que causaron el derrame;
- Las dimensiones del área afectada;
- Cálculo de la profundidad que el material ha alcanzado en el agua o en el suelo;
- Determinación de la posibilidad de que el derrame salga del área y/o del terreno del centro de operaciones;
- Sobre el grado de control del derrame; y
- La persona notificada y la hora de notificación.

2. **Informe Escrito a la ANAM.** Después de siete días de la notificación verbal inicial, se deberá enviar un informe oficial a la ANAM y a las entidades locales correspondientes. El informe escrito debería contener, por lo menos, los siguientes elementos:

- Descripción del incidente de descarga;
- Fuente de la descarga;
- Descripción de las medidas tomadas para limpiar y retirar la descarga;
- Medidas planificadas o implementadas para prevenir una repetición del incidente;
- Descripción de las acciones inmediatas realizadas y estimación de la cantidad y disposición de material recuperado resultantes del incidente;
- Proporcionar un cronograma de implementación de las medidas sugeridas por la empresa para eliminar el problema; y
- Reportar los bienes ambientales o recursos naturales renovables afectados.

3. **Acuerdos con la Policía, Departamento de Bomberos y Centros de Salud.** El Contratista hará los arreglos necesarios para familiarizar a la Policía, al Departamento de Bomberos y a los Centros de Salud con el plano de las instalaciones, propiedades de los materiales manejados y peligros asociados, lugares donde el personal de la instalación trabaja normalmente, entradas hacia y desde las instalaciones y las posibles rutas de evacuación.

Durante una crisis, la cooperación y el trabajo en equipo de los empleados y el personal de respuesta a emergencias serán esenciales para prevenir, reducir y controlar los daños.

4. **Previsiones de seguridad.** El Contratista deberá desarrollar e implementar medidas de seguridad para evitar el libre acceso de visitantes a talleres, patio de descarga y carga de combustibles, etc. Todas las instalaciones deberán estar totalmente cercadas por un alambrado. Se reducirán y controlarán todos los accesos a las instalaciones. Todos los visitantes deberán firmar un registro en la puerta principal. Deberá existir un plano del terreno que precise las ubicaciones de las cercas y entradas. Las instalaciones deberán tener una iluminación adecuada para proporcionar buena visibilidad. También deberán colocarse señales de advertencia en las vallas. Estas señales dirán "Propiedad Privada - Prohibida la Entrada". El letrero deberá ser legible desde una distancia de al menos 10 metros.
5. **Programa de Capacitación a los Trabajadores.** El personal de las cuadrillas de trabajo y del centro de operaciones, deberá ser capacitado en el manejo de residuos peligrosos, para poder responder eficientemente a las emergencias por sus conocimientos sobre los procedimientos, el equipo y el sistema de comunicación en casos de emergencia. El personal que maneja, recolecta muestras o tiene contacto directo con derivados de petróleo o materiales peligrosos, deberá pasar por cursos de capacitación con énfasis en el control de contaminación ambiental. Los procedimientos de control y prevención de derrames deberán ser ampliamente explicados durante sesiones de capacitación en el trabajo. Otros aspectos que se deben discutir durante las sesiones de capacitación son los procedimientos de identificación de residuos peligrosos, la generación "in situ", el manejo de residuos peligrosos y otras sustancias tóxicas, el almacenamiento apropiado, el transporte y la disposición de residuos peligrosos y los procedimientos de recolección de muestras.

Todos los empleados deberán recibir capacitación, durante su primera semana de trabajo o antes de ella, en el lugar del proyecto. En cada instalación se mantendrán los registros de capacitación de los empleados, los cuales deben archivarse desde que el empleado ingresó a trabajar.

6. **Lista Controlada de Distribución de Procedimientos.** El Contratista deberá proporcionar copias de los procedimientos de prevención, control y contención de derrames a todas las organizaciones pertinentes. El Contratista deberá verificar que las copias de los procedimientos y todas sus revisiones sean:

- Mantenedas en los frentes de trabajo y en las instalaciones de almacenamiento;

- Enviadas a los departamentos locales de policía, de bomberos y centros de salud a los que se les solicitará servicios de emergencia; y
- Distribuidas al personal de monitoreo socioambiental, quienes serán responsables de asegurar la precisión de la ejecución del plan y que todos los interesados reciban las modificaciones correspondientes.

5.7 Costos del Plan de Manejo Ambiental

Los costos asociados con el PMA varían entre B/.21.6 y 46.4 Millones de Balboas. Los principales rubros del PMA responden claramente al programa de relocalización y mejoramiento socioeconómico de las comunidades. En menor cuantía le sigue el programa de prevención y control de la erosión y transporte de sedimentos.

Es importante señalar que los costos de monitoreo que aquí se presentan se refieren especialmente durante la etapa de construcción. Los costos durante la operación deberán revisarse una vez que la obra haya sido finalizada. Los costos estimados han sido cuantificados de acuerdo a la calidad y cantidad de información existente para las opciones de agua y deben considerarse como indicativos solamente de los costos reales. Cuando se prepare el EIA definitivo para la opción seleccionada y se obtenga mayor información, se deben estimar los costos con un margen de error no mayor del 10% y los imprevistos.

A continuación se describen brevemente las consideraciones realizadas para la estimación del presupuesto global.

Cuadro 5-10
Presupuesto global del PMA para las opciones en las Cuencas
de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré

	OPCIONES					
	5	6	7	8	9	10
Duración de la Etapa de construcción (años)	5	3	5	3	5	5
A. Mitigación, Monitoreo y Verificación y Control						
Reasentamiento y Desarrollo Humano	23,070,401	14,139,884	25,056,177	17,783,460	35,814,192	27,157,035
Calidad del Aire y Ruido	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C
Sismología y Geología	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C
Erosión y Transporte de Sedimentos	5,700,000	4,750,000	6,650,000	5,700,000	6,650,000	5,700,000
Calidad del Agua	530,000	450,000	610,000	530,000	610,000	530,000
Recuperación de Biodiversidad Terrestre	1,221,120	594,960	1,080,000	453,840	1,342,080	715,920
Plantas Acuáticas	177,496	177,496	177,496	226,244	226,244	266,244
Peces Macro-Invertebrados	230,370	230,370	230,370	230,370	345,555	345,555
Sitios Arqueológicos	1,560,000	1,300,000	1,820,000	1,560,000	1,820,000	1,560,000
Otros Programas	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C
SUB - TOTAL	32,489,387	21,642,710	35,624,343	26,483,914	46,808,071	36,274,754
B. Indemnización por Cambio de Uso						
Bosque	6,268,835	3,237,185	8,557,810	5,526,160	10,046,610	7,014,960
Pastizal	1,176,431	716,931	1,590,012.50	1,130,512.50	2,080,023	1,620,524
Rastrojo	1,941,416	1,167,416	2,821,617	2,047,617	3,577,734	2,803,734
SUB - TOTAL	9,386,682.0	5,121,532.0	12,969,439.5	8,704,289.5	15,704,367.0	11,439,217.5
GRAND TOTAL	41,876,069	26,764,242	48,593,783	35,188,204	62,512,438	47,713,972

S/C = Sin costo, incluidos en el contrato de obra. Ver datos de las opciones 1 y 2 en los anexos.

5.7.1 Plan de Reasentamiento y Desarrollo Humano

Los costos presentados en el cuadro siguiente son aproximados. Primero que todo, solo consideran los costos directos para la ACP y no incluyen los costos internos a la ACP ni los costos financieros. Esto se hace así para evitar contar dos veces dichos costos, puesto que los costos administrativos y financieros forman parte del paquete total de la ACP. Segundo, los costos aproximan el valor promedio que aceptarían las familias en concepto de compensación por el desplazamiento. Esto aún queda por determinarse, por lo que el monto presentado es solo una primera aproximación. Tercero, los costos no consideran los aumentos potenciales debido a especulación y a corrupción, los cuales son imposibles de estimar *a priori*. El costo total directo de las opciones oscilan entre B/.14.1 y B/. 35.8 millones dependiendo de la opción. A este costo hay que añadir los costos de infraestructura adicional para que las familias localizadas alrededor del los embalses puedan comunicarse de nuevo. Estos costos se estiman en B./500,000 por embalse¹⁶.

Cuadro 5-11
Costos Totales del Plan de Reasentamiento y Desarrollo Humano

Cuenca Río Indio, Caño Sucio y Toabré	Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40	Toabré 95-50 + Río Indio 80-40	Toabré 95-50 + Río Indio 45-40	Toabré 100-90+ Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40	Toabré 100-90+ Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40
Desplazamiento de familias	6,988,000	4,951,000	7,448,000	5,411,000	10,885,000	8,848,000
Perdida de producción	963,584	684,278	1,021,310	742,004	1,492,445	1,213,139
Tierras de reemplazo	9,987,697	4,757,146	10,453,987	6,881,236	17,178,657	12,221,466
Infraestructura y cohesión social	1,495,120	508,460	2,357,480	1,370,820	2,401,090	1,414,430
Infraestructura económica	736,000	339,000	875,400	478,400	957,000	560,000
Infraestructura adicional	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000
Ventanilla única	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
Monitoreo	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000
Verificación y control	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000
Total	23,070,401	14,139,884	25,056,177	17,783,460	35,814,192	27,157,035

Ver datos de las opciones 1 y 2 en los anexos.

¹⁶ Este estimado se utilizaría para subsanar el costo de comprar lanchas, construir muelles, para capacitación sobre la pesca artesanal, y para el costo de mejorar el acceso a los servicios públicos (educación, salud) de los que se quedan pero que las clínicas o escuelas a que atendían fueron inundadas.

5.7.2 Plan de Recuperación y Protección de las Condiciones Biofísicas

Programa de Calidad del Aire y Control del Ruido

No se requiere asignar costo a este programa ya que estarán incluidos en las cláusulas contractuales del contratista.

Programa de Sismología y Geología

No se requiere de asignar costos a este programa por las siguientes razones:

- Actividades de prevención, reducción y control asociadas con los estudios y diseño del proyecto: Costo incluido en el costo de diseño del proyecto.
- Actividades de prevención, reducción y control asociadas con los trabajos de construcción: Costo incluido en el costo de construcción del proyecto.
- Actividades de monitoreo: Lo limitado de la información disponible a la fecha no permite establecer el alcance del programa de monitoreo geotécnico. La planificación del plan de monitoreo es parte integral del proceso de diseño de la presa y otros componentes del proyecto. La instrumentación geotécnica a utilizarse en el plan de monitoreo deberá ser instalada durante la construcción por el contratista seleccionado y, por lo tanto, su costo es típicamente incluido en los costos de construcción.

Programa de Prevención y control de la erosión y del Transporte de Sedimentos

Un estimado preliminar de los costos del Programa de Prevención y control de la erosión y Transporte de Sedimentación puede resumirse de la manera siguiente:

Cuadro 5-12
Costos del Programa de control de Erosión y Sedimentación

Concepto	Construcción ¹	Operación ²
Personal	150.000	100.000
Materiales	200.000	
Infraestructura	600.000	
TOTAL	950.000	100.000

¹ Costos anuales en Balboas.

² Costos anuales en Balboas

Los costos de este programa variarán de acuerdo al tiempo de duración de la etapa de construcción.

Programa de protección de la calidad del agua

Los costos estimados del Programa de Calidad del Agua se muestran a continuación:

Cuadro 5-13
Costos del Programa de Protección de la Calidad del Agua

Fase / Renglón	Costo total (balboas)
Diseño final / a) Adquisición de equipo	50,000
/ b) Personal para muestreo de la calidad del agua	80,000 ^{/1}
Construcción / Medidas para evitar la contaminación	Sin costo, incluido en el contrato
Operación / a) Muestreo de la calidad del agua al año	100,000 ^{/1}
/ b) Verificación y control	30,000 ^{/2}

^{/1} Este valor será anual

^{/2} Este valor será cada 5 años.

Para fines de diferenciar las distintas opciones se utiliza la duración de la etapa de construcción (B/.80,000 por año) más el equipo (B/.50,000).

Programa de Protección y recuperación de la biodiversidad terrestre

El diseño final de la opción seleccionada, determinará el número de hectáreas a ser sembradas y los viveros deben ser implementados a tiempo para satisfacer esa demanda. Típicamente, se sembrarán los árboles de 3 a 5 metros de distancia uno del otro, dependiendo de la especie y el tamaño anticipado del árbol adulto. Por lo tanto, por cada hectárea de bosque a ser plantada, se necesitarán aproximadamente entre 400 y 1.100 árboles. A un costo promedio de B/.2 por árbol instalado, el costo por hectárea plantada podría ser entre B/.800 y B/.2,200, aproximadamente.

El capítulo 4 describe los impactos y muestra las hectáreas de bosques que serán afectadas por cada una de las opciones de agua en las cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré. Por lo tanto, las hectáreas que serán reforestadas para recompensar o resarcir las que serán inundadas o afectadas por el proyecto serán multiplicadas por 1.2. Además, la resolución No. AG-0235-2003 establece la tarifa para el pago en concepto de indemnización ecológica, para la expedición de los permisos de tala rasa y eliminación de sotobosques o formaciones de gramíneas. La tala de bosques naturales primarios, intervenidos o secundarios maduros es de B/. 5,000/hectárea, de B/. 1,000 por rastrojos (bosque secundarios jóvenes) y pastizales de B/.500/hectárea. El número de hectáreas de bosque, así como de pastizales y rastrojos que serán afectadas por los embalses de las distintas opciones se muestran en el capítulo de impactos. En los cuadros a continuación se muestran los costos parciales y totales.

Cuadro 5-14
Costo de reforestación por opción

Opciones	Bosque Afectado (ha)	Bosque que será Reemplazado (ha)	Costo Total (B/.)
5	508.8	610.56	1,221,120
6	247.9	297.48	594,960
7	450.0	540.00	1,080,000
8	189.1	226.92	453,840
9	559.2	671.04	1,342,080
10	298.3	357.96	715,920

1 El costo por hectárea plantada se estima en B/.2,000.

Programa de Monitoreo y Control de las Plantas Acuáticas

Los costos estimados de la vigilancia y detección del crecimiento de las plantas acuáticas son los siguientes.

Cuadro 5-15
Costo del Programa de Monitoreo y Control de Plantas Acuáticas

Descripción	Costo Total (B/.)
Personal	21,600
Materiales y equipo	26,080
Materiales de oficina	3,000
Gastos administrativos	4,000
Transporte (gasolina, aceite, mantenimiento, diesel)	26,000
Subtotal	80,680
Imprevistos (10%)	8,068
Total	88,748

El patrullaje del embalse se realizará en cualquiera de las opciones que sea seleccionada y no representa una variación significativa del costos entre una y otra opción. Por lo que se asume un 30% de incremento en los embalses más grandes.

Los químicos más utilizados para el control de las plantas acuáticas son: Glyphosfato, el Sulfato de Cobre y el 2-4D. El costo estimado para el control químico es de B/.250/ha.

Programa de Conservación y Manejo de Peces y Macro-Invertebrados

Los costos de la investigación de la tilapia y el sargento se detallan a continuación:

Cuadro 5-16
Investigación sobre Tilapia y Sargento

Descripción	Costo Total (B/.)
Personal	30,000
Materiales y equipo	14,000
Materiales de oficina	3,000
Gastos administrativos	4,000
Transporte (gasolina, aceite, mantenimiento, diesel)	12,000
Informe final	3,000
Subtotal	66,000
Imprevistos	6,600
Total	72,600

Los costos estimados para ejecutar el proyecto piloto de crías de peces en recintos acuáticos se describen a continuación: En el primer cuadro se listan los materiales a utilizarse y en el segundo cuadro los costos del personal y del equipo.

Cuadro 5-17
Costos del Proyecto Piloto de Cría de Peces en Recintos

Materiales	Cantidad	P. unitario	Costo total (B/.)
Infraestructura (jaulas)	4	250	1,000
Redes para jaulas	4	60	240
Redes para encierro	1	1,800	1,800
Confección de jaulas	4	100	400
Construcción de encierros	1	200	200
Confección de comedero	4	5	20
Flotadores de 5 galones	40	2	80
Soga para anclas y encierro (rollo)	1	55	55
Anclas para jaulas	4	50	200
Red de mano	1	20	20
Tanques plásticos 5 galones	4	2	8
Tabla medidora de peces	1	10	10
Balanza portátil de 1000 galones	1	205	205
Balanza de 20 libras	1	60	60
Alimento peletizado 25 % proteína	60	30	1,800
Alevines	2,500	0.10	250
Asistencia técnica (12 meses)	12	1,100	13,200
Transporte y mantenimiento	12	1,000	12,000
Seminarios de capacitación	2	500	1,000

Materiales	Cantidad	P. unitario	Costo total (B/.)
		Subtotal	32,548
Imprevistos 10%			3,254.80
		Total	35,802.80

Los costos estimados para evaluar el impacto post-embalse sobre la ictiofauna y los macro-invertebrados se muestran a continuación:

Cuadro 5-18
Costo de la evaluación de peces y macro-invertebrados

Descripción	Costo Total (B/.)
Personal	20,400
Materiales y equipo	8,748
Materiales de oficina	2,000
Gastos administrativos	4,000
Transporte (gasolina, aceite, mantenimiento, diesel)	7,200
Informe final	2,000
Subtotal	42,348
Imprevistos	4,234.8
Total	46,582.80

Materiales: pickup 4x4 diesel, motor fuera de borda 25 hp, bote de aluminio de 18 pies, remolque, gasolina y aceite para motor fuera de borda, diesel, chalecos salvavidas, computadora, binoculares, contadores digitales, red de arrastre, redes agalleras experimentales, ictiómetros, balanzas, estereoscopio, formalina, papelería, salarios, viáticos.

El costo total de los tres proyectos asciende a 115,185.60 balboas al año. Estos proyectos se realizarán en cualquiera de las opciones que sean seleccionadas y no representan una variación significativa entre una u otra opción. Por lo que se asume un 30% de incremento en los embalses más grandes.

5.7.3 Programa de Conservación de Sitios Arqueológicos

Los costos, especialmente aquellos que dependen de un reconocimiento arqueológico y excavación de sitio, resultan difíciles de estimar con precisión debido a la naturaleza impredecible de la investigación arqueológica.

Fase Final de Planificación

- Inventario arqueológico de la opción seleccionada: B/.100,000.
- Preparación del Programa de Conservación del Patrimonio Cultural para la opción seleccionada: B/.75,000.
- Elaboración del Programa de Participación Pública: B/.100,000.

Los costos adicionales por opción serían los siguientes:

- Opción 5. Investigaciones y Rescate: B/.100,000.
- Opción 6. Investigaciones y Rescate: B/.100,000.
- Opción 7. Investigaciones y Rescate: B/.25,000.
- Opción 8. Investigaciones y Rescate: B/.25,000.
- Opción 9. Investigaciones y Rescate: B/.75,000.
- Opción 10. Investigaciones y Rescate: B/.75,000.

Fase de Construcción:

- Programa de Participación Pública: B/.100,000.
- Monitoreo Arqueológico: B/.50,000 por año.
- Respuesta a Hallazgos tardíos: B/.100,000.
- Programa de Monitoreo: B/.10,000 por año.

Los costos totales durante la construcción variarán dependiendo de cada opción. El costo anual estimado es de B/.260,000.

Fase de Operación

- Programa de Participación Pública: B/.100,000.
- Monitoreo Arqueológico: B/.10,000 por año.
- Respuesta a Hallazgos tardíos: B/.50,000 por año.
- Programa de Monitoreo: B/.5,000 por año.

5.7.4 Otros Programas

Los costos estimados de estos programas serán estimados para la opción seleccionada por lo tanto no se incluyen en esta evaluación.

6.0 ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS

En este capítulo se presentan los procedimientos y resultados obtenidos en el proceso de comparación de las opciones de agua identificadas que incluyen además de la cuenca de Río Indio, la de los Ríos Caño Sucio, Toabré o ambas. Las diferencias entre las alternativas factibles y las que se consideran como no factibles son grandes y por lo tanto los resultados del proceso de comparación son muy consistentes. La opción preferida si desea maximizar la disponibilidad de agua, alrededor de los 15 esclusajes/día, por el valor de la inversión realizada es la Opción 5: Caño Sucio 100-90 / Río Indio 80-40. Sin embargo, si se desea minimizar los posibles impactos potenciales, la opción preferida sería la Opción 8: Toabré 95-50 / Río Indio 45-40, la cual produce más del agua necesaria, aunque a un costo unitario significativamente mayor que el costo de la Opción 5.

El capítulo está organizado en tres secciones. La primera discute los aspectos generales del procedimiento y los criterios utilizados para la comparación. La segunda sección presenta una discusión de los resultados obtenidos por este proceso para las opciones de agua consideradas en la cuenca del Río Indio. Finalmente, la tercera y última es una breve conclusión sobre las comparaciones realizadas.

6.1 Aspectos Metodológicos

La selección de una o más opciones de agua factibles para apoyar el Programa de Modernización y Expansión del Canal se hace en base a dos criterios fundamentales:

- (i) La opción u opciones consideradas como factibles deben contribuir de manera significativa a la futura operación del canal con un nivel de confiabilidad hídrica del 99.6%;
- (ii) Entre las opciones factibles, la opción preferida debe de minimizar los costos tanto de orden económico y financiero como los de carácter social y ambiental.

Estos dos criterios se complementan de manera ideal. El primer criterio indica que la opción seleccionada debe proporcionar un caudal de agua suficiente como para mantener la confiabilidad hidrológica del Canal, bajo un esquema de mayor demanda. Mientras que el segundo criterio, impone límites sobre la viabilidad de algunas de las opciones, ya que pueden ser demasiado caras, afectar a demasiadas personas o causar impactos ambientales inaceptables.

El proceso de identificación y evaluación de impactos, realizado en torno a las opciones de agua consideradas en este estudio claramente determinó que los temas de mayor importancia son los que están asociados con los costos sociales. Por lo tanto, para evaluar y seleccionar a una o más de las opciones de agua se utiliza un modelo de Programación Lineal¹, el cual minimiza el costo social a ser obtenido por las opciones de agua, sujeto a las cuatro limitantes, que se describen a continuación:

- a. La opción u opciones seleccionadas deben proveer el agua necesaria para mantener la confiabilidad hídrica al nivel de 99.6%.
- b. La contribución de agua que se obtiene para la operación del canal en el futuro debe ser del orden de 15 esclusajes por día, o más.
- c. El costo del manejo socio-ambiental debe ser razonable.
- d. El costo directo de construcción no debe ser muy alto.

Como indicador del costo social de la ejecución de una o más de las opciones de agua, se ha seleccionado el número de familias que serían desplazadas en cada alternativa. Aunque esto no representa el costo social total, es sin lugar a dudas el aspecto más significativo y los otros costos están íntimamente relacionados al mismo.

6.1.1 Justificación Metodológica

En el caso en cuestión, se considera que el uso de la Programación Lineal como instrumento de selección es más apropiado que la selección a través de índices ponderados. El uso de índices ponderados es adecuado cuando hay solamente una variable a ser evaluada entre todas las opciones de agua consideradas. Sin embargo, si cada opción de agua tiene más de una variable que puede estar en ventaja o desventaja relativa a las otras, el uso de índices no es el más adecuado, puesto que implica la creación de muchos cuadros comparativos en cada uno de los cuales varía un solo criterio de comparación. Por ejemplo, si hay tres criterios de comparación: número de familias desplazadas, volumen de agua almacenada y costos totales, la metodología de índices produciría 9 cuadros de comparación. En cambio, la programación lineal considera todas las variables al mismo tiempo, lo cual reduce el tiempo y costo de análisis.

¹ La programación lineal tiene sus orígenes en el sector militar, donde se utilizó ampliamente en la optimización de rutas y en problemas logísticos. Actualmente se usa en el sector de transporte, en el sector alimenticio y en el sector manufacturero para optimizar un gran número de insumos y variables que interactúan en forma muy compleja. Referencias sobre la programación lineal son muchas, pero la más notable es Gass, Saul. I., 1985. *Linear Programming: Methods and Applications*. 5th Edition. New York: International Thomson Publishing.

Igualmente, el uso de programación lineal elimina la necesidad de asignar índices con ponderaciones subjetivas. Por ejemplo, es común asignar ponderaciones mayores a variables ambientales o a variables sociales, para que durante el proceso de comparación no sean dominadas por la magnitud de las variables físicas (Vg.: volumen de agua, kilómetros cuadrados, superficie total, etc.). En el caso de la programación lineal, una variable crítica de pequeña magnitud puede ser el factor más importante en el proceso de selección, dependiendo de su importancia relativa en la matriz de coeficientes. La matriz de evaluación de alternativas se basa en los conceptos introducidos por los Términos de Referencia del proyecto y la interpretación realizada por URS en su propuesta técnica. La estructura de la matriz utilizada es sencilla y permite la evaluación de las alternativas utilizando valores reales para cada uno de las opciones de agua bajo consideración.

La plataforma que se ha utilizado es suficientemente flexible para incorporar todas las opciones en una sola matriz o incluso adicionar opciones provenientes de otras áreas o de ahorros por tecnología. Desde ese punto de vista la misma podría proporcionar una herramienta adicional al análisis integrado que la ACP probablemente estará realizando en el futuro.

6.1.2 Estructura del Modelo

El objetivo del modelo de programación lineal es minimizar la función objetivo:

$$\phi(\mathbf{x}) = \mathbf{c}\mathbf{x}$$

Sujeto a las siguientes condiciones:

$$\mathbf{A}\mathbf{x} \geq \mathbf{b}$$

$$\mathbf{x} \geq 0$$

donde \mathbf{x} es un vector de variables x_1, \dots, x_6 que representa las seis opciones de agua a ser evaluadas; \mathbf{A} es la matriz de coeficientes técnicos más relevantes para la evaluación final; \mathbf{c} es el vector de familias desplazadas en cada opción \mathbf{x} , y \mathbf{b} es el vector de limitantes. La matriz \mathbf{A} no es cuadrada, lo cual indica que tiene más columnas que líneas, por lo que la relación $\mathbf{A}\mathbf{x} = \mathbf{b}$ provee una gama de valores de \mathbf{x} que pueden minimizar la función objetivo, $\mathbf{c}\mathbf{x}$.

En el caso de las opciones de agua dentro de la cuenca de Río Indio, \mathbf{x} es binaria, es decir, cada x_i ($i = 1, \dots, 6$) toma valores de 1 o 0 dependiendo si dicha opción es escogida a o no. Esto obliga al modelo a escoger cada opción en su totalidad o a rechazarla del todo dentro de la

solución final. Además, puesto que las opciones se consideran excluyentes se ha incluido en el modelo la restricción de que las combinaciones no son posibles. En otras palabras se refleja el hecho de que las combinaciones de varias obras civiles (presas, canales, túneles) ya han sido realizadas en la definición de cada opción analizada.

6.1.2.1 Función Objetivo

Siguiendo los criterios teóricos del modelo y consistente con los resultados obtenidos en el análisis de impactos se persigue minimizar el número de familias desplazadas. Esta es la función objetivo cx definida en los párrafos anteriores. Como se indicara anteriormente este es el costo social que se considera más relevante y se usa como indicador del desempeño de cada opción en relación al tema social.

6.1.2.2 Vector de Restricciones

La relación $Ax \leq b$ muestra las restricciones impuestas por el vector de costos y limitantes físicas sobre la selección de las opciones. Esto quiere decir que cada componente de la matriz tiene un limitante que es tomado en cuenta al momento de generar una solución. A veces esa limitante tiene un valor mínimo y a veces tiene un valor máximo. El vector b debe incluir los costos del manejo ambiental requerido para asegurar que los impactos negativos potenciales son mitigados de manera adecuada por medio de medidas preventivas o de actividades compensatorias y las restricciones físicas relacionadas con el manejo sostenible de los recursos naturales y la biodiversidad. En esos costos de manejo ambiental se deben incluir todos los costos de compensación a ser pagados a la población de la zona, la cantidad de hogares desplazados por cada opción y los costos totales de mitigación incurridos por el programa para lograr el apoyo para la ejecución de la opción de agua seleccionada (antes, durante y después de la construcción). Naturalmente, el vector que define las restricciones depende de la información considerada como relevante por el equipo técnico. Para los fines prácticos del modelo, la relación $Ax \leq b$ está compuesta de las siguientes ecuaciones:

a. Producción total de agua

$$\sum_{i=1}^6 p_i x_i \geq P$$

para todas las opciones $i = 1, \dots, 6$

Donde p es el caudal de agua, en esclusajes por día, producido por cada opción y P es el caudal de agua necesario, también expresado en esclusajes diarios, que la ACP anticipa para los próximos 50 años. Por ahora se considera que el valor de 15 esclusajes por día es adecuado. Este modelo podría variarse para evaluar el grado de sensibilidad que el sistema presenta a la demanda total de agua, cambiando el valor de P . Este es un tema interesante puesto que actualmente se estima que al momento de inaugurarse el tercer juego de esclusas del canal la cantidad de agua que se requiere es el equivalente a 50 esclusajes por día, pero la demanda exacta para los próximos 50 años no está completamente definida.

b. Costo directo de construcción

$$\sum_{i=1}^6 g_i x_i \leq G$$

Donde g_i ($i=1, \dots, 6$) es el vector de costos de construcción para las seis opciones y se requiere que la suma de los costos de construcción totales para la(s) opción(es) seleccionada(s) no exceda un costo total G . Para la corrida inicial del modelo se usa un límite de B./ 600 millones como una primera aproximación. De hecho se hacen varias corridas con diferentes valores totales para darle a la ACP una idea de la gama de soluciones resultantes con diferentes límites en el monto total de financiamiento disponible.

c. Desplazamiento de la población

$$\sum_{i=1}^6 c_i x_i \leq C$$

Esta ecuación es la que fue referida anteriormente como función objetivo, donde c_i ($i=1, \dots, 6$) es el vector de número de familias desplazadas para las seis opciones. Sin embargo además de buscar la solución que minimiza el número de familias desplazadas, el modelo pone una restricción adicional sobre número de familias afectadas directamente por los embalses, el cual debe mantenerse por debajo de un valor crítico C . Como valor inicial C es igual a 450 familias, variándose hacia arriba o hacia abajo para poder analizar su impacto sobre la inclusión o exclusión de las opciones en la solución.

d. Costo de manejo socio-ambiental

$$\sum_{i=1}^6 s_i x_i \leq S$$

Donde s_i ($i=1, \dots, 6$) es el vector de costos de manejo social-ambiental para las seis opciones y se requiere que la suma de las compensaciones y gastos relacionados con el manejo adecuado de todas las consideraciones sociales y ambientales según se describe en el plan de manejo ambiental se mantiene menor a un número considerado como aceptable (S). El valor inicial es de B./ 45 millones, pero se varía hacia arriba o hacia abajo para analizar la sensibilidad de la solución a cambios en esta variable.

e. Tiempo de recuperación

$$\sum_{i=1}^6 t_i x_i \leq T$$

Donde t_i ($i=1, \dots, 6$) es el vector de tiempos de recuperación para las seis opciones y se requiere que el número total de años - T - requerido para rellenarse de agua por el embalse o embalses que conforman cada una de las opciones consideradas, no debe exceder un número meta. Como valor inicial se escogió un período de 2 años.

f. Proporción de bosque en el área afectada

$$\sum_{i=1}^6 h_i x_i \leq H$$

Donde h_i ($i=1, \dots, 6$) es el vector de proporción de bosque en el área afectada para las seis opciones y se requiere que la proporción total de hábitat boscoso en el área afectada por la opción u opciones seleccionadas - H - no debe exceder un número meta. Como valor inicial se escogió una proporción del 30%.

g. Proporción del área afectada en el área total de la cuenca

$$\sum_{i=1}^6 e_i x_i \leq E$$

Donde e_i ($i=1, \dots, 6$) es el vector de la proporción del área afectada en la cuenca para las seis opciones y se requiere que total entre al área cubierta por agua y el área total disponible en la cuenca de drenaje para la opción u opciones seleccionadas - E - no debe exceder un número meta. Como valor inicial se escogió una proporción del 15%.

h. Proporción de la población desplazada en la población total de la cuenca

$$\sum_{i=1}^6 f_i x_i \leq F$$

Donde f_i ($i=1, \dots, 6$) es el vector de proporción de población desplazada para las seis opciones y se requiere que la proporción total entre el número de familias desplazadas por la opción u opciones seleccionadas - F - no debe exceder de un porcentaje del total de familias en el área de la cuenca establecido como meta. Este parámetro se considera indicativo de la magnitud del efecto de desplazamiento en términos relativos. Como valor inicial se escogió una proporción del 20%.

i. Riesgo de eutroficación de los cuerpos de agua

$$\sum_{i=1}^6 u_i x_i \leq U$$

Donde u_i ($i=1, \dots, 6$) es el vector de riesgos de eutroficación para las seis opciones y se requiere que el riesgo de eutroficación total estimado como la concentración estimada de fósforo en el agua del embalse - U - no debe exceder un valor meta que establece el nivel de los lagos mesotróficos. Como valor inicial se escogió la concentración de 30 $\mu\text{g}/\text{lt}$.

6.2 Comparación de las Opciones de Agua en la Cuenca de Río Indio

En la comparación de estas alternativas se debe tener en cuenta que tres de estas opciones han sido estudiadas a un nivel de detalle que es más o menos similar al de la Opción 1: Río Indio 80-40. Esas opciones son precisamente las que se combinan con el embalse de Río Indio 80-40. Estas son las opciones 5, 7 y 9. Las otras tres opciones son versiones reducidas de las anteriores, puesto que la diferencia incluye el embalse modificado de Río Indio con niveles de operación de 45-40 msnm, solamente.

6.2.1 Aspectos Salientes de las Opciones

En la Opción 5, la adición de Caño Sucio a 100-90 al embalse de Río Indio contribuye un total de 2.5 esclusajes diarios adicionales para alcanzar un valor total de 18.8 esclusajes/día. Al mismo tiempo se inunda un área adicional de 13.6 Km², para un total de 59.2 Km². Por otra parte, se ocasionaría el desplazamiento adicional de 111 familias, para un total de 438. La Opción 6 que incluye al mismo Caño Sucio con la versión reducida del embalse sobre Río Indio solamente llega a contribuir 3.9 esclusajes por día mientras que inunda un total de 34.5 Km² y desplaza a un total de 310 familias.

En las opciones 7 y 8 se sustituye el embalse de Caño Sucio por el Embalse de Toabré fluctuando entre las cotas 95 y 50 msnm para los niveles máximo y mínimo de operación. Se requiere de un largo y costoso túnel para transferir el agua desde el embalse de Toabré al embalse de Río Indio. En la Opción 7 el embalse de Toabré está combinado con el embalse sobre Río Indio 80-40. Esta opción produce un total de 31.6 esclusajes por día, inunda un área total de 79.9 Km² y desplaza a un total de 468 familias. Por su parte la Opción 8 combina el mismo embalse Toabré con la versión reducida de Río Indio 45-50. En este caso se consigue un total de 17.0 esclusajes por día, se inundan 55.2 Km² y se desplaza a solamente 310 familias.

Finalmente, las opciones 9 y 10 incluyen tres embalses: Río Indio, Caño Sucio y Toabré. Sin embargo en este caso Toabré está operando entre las cotas 100 y 90 msnm y consecuentemente su volumen útil se reduce sustancialmente. En la Opción 9 se incluye el embalse sobre Río Indio a 80-40 y se logra un total de 26.2 esclusajes diarios, se inunda un total de 115.9 Km² y se desplaza a 684 familias. Por su parte, la Opción 10 incluye la versión reducida del embalse de Río Indio 45-40 y logra generar solamente 12.1 esclusajes por día, mientras que inunda 83.9 Km² y desplaza a un total de 556 familias.

6.2.2 Resultados de la Simulación

Los coeficientes técnicos utilizados para la evaluación de las tres cuencas de la ROCC: Río Indio, Caño Sucio y Toabré, se presenta en el Cuadro 6-1. Este cuadro muestra un panorama más prometedor en términos de rendimiento hídrico, puesto que cuatro de las 6 opciones producen más de los 15 esclusajes diarios necesarios para mantener la confiabilidad hídrica del Canal.

Este aumento en el número de esclusajes tiene un costo mayor que el de Río Indio 80-40, pero las magnitudes consideradas no son excesivas; los costos de producción de agua son más altos porque el número de embalses y la infraestructura que los conecta, es más amplia que en el caso de Río Indio 80-40.

Cuadro 6-1
Resumen de coeficientes técnicos de la matriz de LP para las
Cuencas de Río Indio-Caño Sucio-Toabré

	Opción 5	Opción 6	Opción 7	Opción 8	Opción 9	Opción 10
	C Sucio 100-90	C Sucio 100-90	Toabré 95-50	Toabré 95-50	CS / T 100-90	CS / T 100-90
	Indio 80-40	Indio 45-40	Indio 80-40	Indio 45-40	Indio 80-40	Indio 45-40
Familias desplazadas	438	310	468	340	684	556
Esclusajes/día	18.0	3.9	31.6	17.0	26.2	12.1
Caudal medio (m ³ /seg)	31.8	31.8	65.8	65.8	71.8	71.8
Producción de agua (10 ⁶ m ³ /año)	1,367	296	2,406	1,307	1,989	989
Tiempo de recuperación (años)	1.45	0.2	1.12	0.5	0.88	0.32
Costo directo de construcción (miles de \$)	309,760	264,330	621,430	576,000	728,760	683,330
Costos Unitarios por esclusaje (miles \$/esclusaje)	17,209	67,777	19,666	33,882	27,815	56,474
Costo anual de operación (miles de \$)	3,130	2,580	4,280	3,730	5,470	4,920
Costo de manejo socioambiental (miles de \$)	41,876	26,764	48,594	35,188	62,512	47,714
Costos Unitarios por esclusaje (miles \$/esclusaje)	2,326	6,863	1,538	2,070	2,386	3,943
Área de la cuenca - Km ²	499	499	1,110	1,110	1,228	1,228
Área embalses - Km ²	59.2	34.5	79.85	55.19	115.89	83.85
Área de bosque afectada - Km ²	12.53	6.47	17.12	11.05	20.09	14.03
Proporción de bosque afectado %	21.16%	18.75%	21.44%	20.02%	17.33%	16.73%
Proporción de área afectada %	11.8%	6.9%	7.2%	5.0%	9.4%	6.8%
Familias en la cuenca	1,584	1,584	4778	4778	5071	5071
Proporción de población desplazada %	27.7%	19.6%	9.8%	7.1%	13.5%	11.0%
Riesgo de eutroficación - µg P/lit	0.0016	0.0013	0.0011	0.0059	0.0012	0.0017

6.2.3 Opción Preferida

Al correr el modelo para minimizar el desplazamiento de la población, en las seis opciones se obtiene que la Opción 8 es la solución preferida. Esta opción que combina el embalse reducido de Río Indio (45-40) con Toabré 95-50 es la que proporciona suficiente agua para la operación del canal a un menor costo social (Cuadro 6-2).

Cuadro 6-2
Opciones seleccionadas en las Cuencas de los Ríos Indio-Caño Sucio- Toabré,
cuando se minimiza el costo social

Número de familias desplazadas		340		
Opción Escogida				
Opción 8: Toabré 95-50 / Río Indio 45-40				
Limitantes				
Variable	Valor	Limitante	Status	Sobrante
Proporción de bosque afectado %	20.02%	<= 30.0%	No limita	9.98%
Esclusajes/día	17.0	>= 15	No limita	2
Proporción de área afectada %	5.0%	<= 15.0%	No limita	10.0%
Proporción de población desplazada %	7.1%	<= 35%	No limita	27.9%
Riesgo de eutroficación - µg P/lt	0.0059	<=0.03	No limita	0.0241
Costo directo de construcción (miles de \$)	576,000	<=600,000	No limita	24,000
Producción de agua (10 ⁶ m ³ /año)	1,307	>=0	No limita	1,307
Tiempo de recuperacion (años)	0.5	<=2	No limita	1.5
Costo del manejo socio-ambiental (miles de \$)	35,188	<=45,000	No limita	9,812
Familias desplazadas	340	<=450	No limita	110

Aunque la cantidad de agua producida por otras opciones del Cuadro 6-1 es mayor que la combinación Toabré 95-50 con Río Indio 45-40, los costos sociales y en la mayoría de los casos los financieros son también mayores. Estos costos sociales y financieros adicionales no son deseables debido a que estas combinaciones producen y almacenan mucho más agua que las que requiere el Canal para mantener su confiabilidad hídrica.

6.2.4 Análisis de Sensitividad

La solidez de la selección preferida en el caso de las opciones que combinan obras civiles en más de una cuenca no es tan fuerte como en el caso de la Cuenca de Río Indio. Cuando el modelo se corrió para maximizar la producción de agua la opción seleccionada es la Opción 5 (Cuadro 6-3). Esta es la combinación Río Indio 80-40 / Caño Sucio 100-90, la cual rinde 18.0 esclusajes por

día a un costo financiero y social un poco mayor que Río Indio 80-40, pero a un costo financiero significativamente menor que la Opción 8 seleccionada anteriormente.

De las otras cuatro opciones dos no aportan suficiente cantidad de agua y las otras dos tiene una producción potencial de agua que es mucho mayor de la que se ha estimado necesaria. Por lo tanto se concluye que si se logra manejar el costo social y llegar a acuerdos positivos con las comunidades que serían desplazadas, la mejor opción es la Opción 5. Sin embargo si los acuerdos no se materializan fácilmente la alternativa de minimizar costos sociales indica que la opción preferida podría ser la Opción 8.

Cuadro 6-3
Opciones seleccionadas en las Cuencas de los Ríos Indio-Caño Sucio-Toabré, cuando se maximiza la producción de agua

Esclusajes / Día		18.0		
Opción Escogida				
Opción 5: Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40				
Limitantes				
Variable	Valor	Limitante	Status	Sobrante
Proporción de bosque afectado %	21.16%	<=0.3	No limita	8.84%
Esclusajes/día	18.0	>=15	No limita	3.0
Proporción de área afectada %	11.8%	<=0.15	No limita	3.2%
Proporción de población desplazada %	27.7%	<=0.35	No limita	7.3%
Riesgo de eutroficación - µg P/lt	0.0016	<=0.03	No limita	0.0284
Costo directo de construcción (miles de \$)	309,760	<=600000	No limita	290,240
Producción de agua (106 m3/año)	1,391	>=0	No limita	1,391
Tiempo de recuperacion (años)	1.5	<=2	No limita	0.55
Costo del manejo socio-ambiental (miles de \$)	41,876	<=45000	No limita	4,124
Familias desplazadas	438	<=450	No limita	12

6.3 Conclusiones de la Comparación de las Opciones de Agua

Cuando se analizan las opciones en las tres cuencas—Río Indio, Toabré y Caño Sucio—la cantidad de agua generada es mayor que lo parece ser requerido para mantener la confiabilidad hídrica del Canal. Este exceso de agua no es gratuito—el costo de las obras que resultarían en una duplicación del número de esclusajes por día es casi tres veces el costo de proveer lo que aparentemente necesita el Canal con la Opción 1: Río Indio 80-40. Más aún, las opciones que

incluyen a las tres cuencas tienen un impacto humano mayor, al desplazar a una mayor cantidad de población que la que desplazaría Río Indio 80-40.

La selección de las opciones de agua por el modelo son impulsadas por dos variables principales: (i) el número de esclusajes requeridos para mejorar y mantener la confiabilidad hídrica del Canal y (ii) la minimización del impacto sobre el número de familias desplazadas por las opciones. Alrededor de estas dos variables hay restricciones financieras y ambientales que pueden afectar la escogencia de una opción determinada. Para mantener el enfoque sobre los resultados se corrieron diferentes escenarios dentro del modelo, simulando variantes en el vector de limitantes para examinar la solidez de los resultados. Cuando se considera la combinación de las tres cuencas, existen dos posibles soluciones dependiendo de si desea minimizar el impacto social o maximizar la producción de agua a un nivel de inversión dado.

De las seis opciones que involucran por lo menos dos de las cuencas dentro de la ROCC se puede decir que solamente dos son factibles; estas son las opciones 5 y 8. Dos de las opciones consideradas no producen suficiente agua y deben ser calificadas como no factibles por esa razón; esas son las opciones 6 y 10. Las otras dos opciones producen mucha más agua de la que parece ser necesaria, en este momento, pero a un costo mayor de inversión, operación y de afectación ambiental y social. Por lo tanto no se recomienda tampoco su ejecución.

Sin embargo, si en este momento la demanda de agua para los próximos 50 años se espera dentro de los 15 esclusajes, la opción de Río Indio 80-40 sola continúa siendo la opción dominante. La solución propuesta por el modelo depende del juicio que se ejerza sobre las dimensiones del vector de restricciones. Sin embargo, dentro de los parámetros actuales, Río Indio 80-40 parece ser la mejor opción para la ACP.

7.0 PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

7.1 Introducción

La Autoridad del Canal de Panamá (ACP) realiza actualmente una serie de estudios que le proporcionarán la información necesaria para la preparación de un Plan Maestro para la modernización del canal. En este contexto, URS Holdings, Inc. (URS) fue seleccionada por la ACP para ejecutar el contrato para el análisis ambiental de las opciones de agua en la Región Occidental de la Cuenca del Canal de Panamá (ROCC).

Interesa en este momento la preparación de un plan de participación ciudadana, para las opciones de agua de las subcuencas de Toabré y Caño Sucio, que facilite la incorporación de las opiniones de las comunidades locales en el proceso de conceptualización y selección final de la opción u opciones de agua que serían incluidas como parte de ese plan maestro. Es importante resaltar que aún cuando el enfoque de este plan son las opciones ubicadas en las subcuencas de Toabré y Caño Sucio, se incluye también a la subcuenca de Río Indio y sus habitantes ya que las opciones de agua N° 5, 6, 7, 8, 9 y 10 (Toabré y Caño Sucio) utilizan las opciones N° 1 y 2 (Río Indio). Por lo tanto, cualquier opción a ser consultada de las subcuencas de Toabré y Caño Sucio debe considerar a los habitantes de la subcuenca de Río Indio. En el resto del capítulo se refiere a las opciones de agua de la ROCC.

Aunque en este momento no se prepara un Estudio de Impacto Ambiental, según los términos de referencia de este estudio, el análisis ambiental de las opciones de los recursos de agua en los ríos Indio, Caño Sucio, y Toabré, debe estar de acuerdo con lo establecido en el Manual Operativo de Evaluación de Impacto Ambiental de la ANAM. En relación con la participación de la ciudadanía, dicho manual requiere de un Plan de Participación Ciudadana a través del cuál se informe sobre los cambios significativos que esto pueda causar a sus comunidades, se les brinde espacio de discusión y análisis tanto de las ventajas, como de las desventajas y oportunidades que la acción propuesta puede tener para las comunidades locales. La consulta ciudadana tiene por objeto obtener información por parte de la comunidad a fin identificar problemas y alternativas razonables para la acción o conjunto de acciones propuestas. Este tipo de consulta constituye una herramienta útil para aquellos encargados de tomar decisiones y que hacen posible que el público pueda estar seguro de que sus preocupaciones y/o intereses serán tomados en cuenta durante el proceso de evaluación ambiental.

Siguiendo los lineamientos de la ANAM, se tomarán en cuenta aspectos como:

- La promoción activa de la participación de los pobladores a través de la generación de estímulos, ya que el logro de la participación de la comunidad necesita de incentivos como reconocimiento a su esfuerzo y compromiso.
- Desarrollar mecanismos de difusión de los elementos relevantes del Plan maestro para la expansión y modernización del Canal y las fuentes potenciales de agua adicional en la ROCC
- Promover la importancia de la cooperación y del trabajo en equipo orientado hacia el logro de metas. Se trata de crear conciencia de la realidad a través de la participación social.
- Anticipar conflictos

La participación ciudadana es crucial involucrando a las *partes interesadas* (stakeholders) en la realización de proyectos que tienen la capacidad de afectar su entorno, recursos y posibilidades de mejoramiento de su calidad de vida, crear nuevas relaciones de ayuda mutua y fomentar el respeto e intercambio de conocimientos. Se trata de un proceso a través del cuál se vinculan las comunidades con centros de toma de decisión, se evita la marginalización de posibles afectados y se crea espacios de participación dentro del ámbito comunitario.

Se debe aclarar explícitamente que este plan de participación ciudadana no está dirigido a la concertación de esquemas de desarrollo sostenible para la ROCC. URS considera que en este momento la ACP ejecuta otros estudios que están más directamente relacionados a ese tema, especialmente el estudio para el análisis de escenarios de desarrollo sostenible y ordenamiento territorial de la ROCC.

7.1.1 Antecedentes

Las primeras reuniones entre representantes de la ACP y las comunidades locales se llevaron a cabo en los últimos meses del año 1999, después de la aprobación de la Ley 44. Durante estas reuniones un grupo de campesinos se declararon abiertamente en contra de la creación de embalses y se agrupan ahora en la llamada Coordinadora Campesina contra los Embalses.

A partir del año 2001 la ACP ha establecido, bajo la coordinación de un equipo social, amplios canales de comunicación con las comunidades ubicadas dentro de la ROCC. Se propiciaron una serie de reuniones/talleres en estas comunidades por medio de los cuáles se recabaron datos relacionados a sus problemas y expectativas de soluciones y reacciones ante la presencia de la

ACP en la ROCC. A través de estas reuniones se recogió información de vital importancia para el diagnóstico de la situación en el área, específicamente en cuanto a actitudes, expectativas y temores ante posibles cambios que se pudieran introducir.

El primer encuentro se llevó a cabo el 24 de septiembre de 2001 en Sonadora, Penonomé. En este **Primer Encuentro** estuvieron representadas las comunidades de las 4 cuencas, Río Indio, Coclé del Norte, Caño Sucio y Toabré, subdivididas en microcuencas. Asistieron un total de 104 representantes (99 hombres y 5 mujeres) comunitarios, distribuidos de la siguiente manera: 59 delegados comunitarios, 15 miembros de Caritas Arquidiocesana, 8 de la Comisión para la Defensa de los Derechos de los Campesinos (CDDC), 6 autoridades locales, 13 de otras organizaciones y 3 no especificado.

La metodología seguida en este primer encuentro estableció tres momentos. En primera instancia se propició la interacción entre los participantes y la identificación de expectativas tanto compartidas por las diversas comunidades como particulares a cada una de ellas.

En el segundo momento se formaron 4 grupos de trabajo, mezclando los campesinos de las diferentes zonas de la ROCC, bajo una técnica de taller participativo con plenarios para la presentación del trabajo realizado en los grupos. Como resultado de la discusión entre los participantes se obtuvo la agenda de trabajo para la reunión. Esta agenda incluyó las demandas de los moradores, las cualidades del encuentro, las expectativas de los campesinos, los mecanismos de seguimiento a implementarse y finalmente los compromisos.

En el tercer momento se abrió la discusión, siendo el tema de la tierra el eje central. Entre las preguntas que surgieron en predominó la preocupación por la tenencia de la tierra: los tipos de títulos de propiedad, los costos de la titulación y el status de los derechos posesorios. Surgen también interrogantes acerca de la conservación de la naturaleza y finalmente se discutió acerca de la ley 44 y la Ley 19.

Luego de este encuentro se llevan a cabo cuatro **Mesas De Trabajo** o reuniones entre los meses de marzo y agosto del 2002. Las Mesas de Trabajo, constan de instancias representativas de discusión de preacuerdos y acuerdos entre la ACP y los representantes de las comunidades y organizaciones campesinas de la ROCC. La participación de las comunidades en las mesas de trabajo respondió a criterios relacionados con la definición espacial de una Cuenca, una subcuenca o micro cuenca, que se encuentran dentro de los límites de la ROCC.

Estas Mesas de Trabajo se desarrollaron en espacios de tiempo de tres días, que requirieron de una organización y planificación previa, tanto de la ACP como de las comunidades y que expresan la voluntad por participar como actores en el futuro de la ROCC. Las mesas de trabajo estaban conformadas por delegados escogidos democráticamente en reuniones comunitarias, quienes representaron a sus comunidades ante la ACP para dar a conocer la realidad de sus problemas ambientales, sociales, y de producción y de esa manera propiciar y concertar formas de intervención participativas, entre ACP y comunidades campesinas, en el diagnóstico, elaboración, planificación, ejecución y evaluación de programas y proyectos para la protección de los recursos hídricos. Este proceso de divulgación y Participación Comunitaria, entre la ACP y las comunidades campesinas, se inicia luego del Ier Encuentro Campesino ACP-Campesinos de ROCC, en septiembre de 2001. A continuación se presenta información resumida sobre las mesas de trabajo:

- La primera mesa de trabajo se desarrolló del 16 al 18 de marzo del 2002, con participación de 52 delegados de 21 comunidades y organizaciones campesinas de 4 microcuencas del río Coclé del Norte.
- La segunda mesa de trabajo se realizó del 26 al 28 de abril del 2002, con participación de 70 delegados campesinos provenientes de 35 comunidades de la Subcuenca del Río Toabré y la Microcuenca del Río San Miguel.
- La tercera mesa de trabajo se realizó del 7 al 9 de junio del 2002, con participación de 34 delegados de 21 comunidades de la Cuenca del Río Miguel de la Borda, Subcuenca del Río Caño Sucio, y parte alta de la Subcuenca del Río Toabré. Se llevó a cabo en Penonomé, del 7 al 9 de Junio de 2002.
- En la Cuarta Mesa de Trabajo los 54 delegados campesinos representaron a 22 comunidades de la Subcuenca del Río Indio y, Teriá y Uracillo. Se llevó a cabo en Penonomé, del 9 al 11 de Agosto de 2002.

Se utilizó una metodología participativa a través de grupos de trabajo. Se partió de las expectativas de los participantes, se hizo un diagnóstico socioambiental por cuencas, subcuencas y microcuencas, identificando recursos naturales, usos y amenazas de los mismos. Se discutieron los problemas sociales más sentidos por las comunidades. En estas cuatro mesas de trabajo los participantes manifestaron sus preocupaciones por los problemas que los aquejan entre los que resaltan: la deforestación por la tala indiscriminada, la contaminación de las aguas, la falta de caminos de penetración, las malas condiciones de las instalaciones de salud y educación. En

resumen se discutieron temas relativos a: la tenencia de la tierra, problemas ambientales, problemas relacionados con la situación social de sus comunidades, la Ley 44 y la Ley 19.

Posteriormente, se llevó a cabo un **Segundo Encuentro** el cual se realizó el 15 de noviembre del 2002. Tuvo como objetivos el revisar y evaluar los acuerdos logrados en el I Encuentro ACP-Campesinos durante el período comprendido entre octubre del 2001 a octubre del 2002; entregar los resultados de las cuatro mesas de trabajo por Cuencas y subcuencas desarrolladas entre marzo y agosto del 2002 y establecer un plan de acción conjunta que orientara el trabajo en los años 2002-2003. Este segundo encuentro contó la participación de 208 delegados desglosados de la siguiente manera: Coclé del Norte 47 delegados de 5 microcuencas, Toabré con 70 delegados de 7 microcuencas, Caño Sucio con 34 delegados de 4 microcuencas y Río Indio con 57 delegados de 5 microcuencas.

Cabe resaltar, que en todas estas reuniones se habló de los problemas de la región en general y de la promoción de una ley campesina, pero no se discutió el tema específico de las opciones de agua debido a que las mismas todavía estaban en una fase temprana de estudio y determinación de factibilidad técnica, económica, ambiental y social.

7.1.2 Consideraciones sobre las Reuniones ACP-Comunidades

La ACP ha realizado un número significativo de reuniones en el área, visitando prácticamente todas las comunidades allí localizadas. Han llevado a cabo dos grandes encuentros en donde los delegados participaron en varias mesas de trabajo. Los participantes en su gran mayoría eran miembros de organizaciones funcionales, las que se caracterizan por surgir ante problemas específicos que afectan a la comunidad. Sin embargo, no parecen estar representados los segmentos sociales, aquellos grupos que surgen de la propia dinámica comunitaria (de parentesco, alianzas matrimoniales, de asociación), o en otros términos, algunos de los elementos del capital social. Se nota una mínima participación de la mujer en estos eventos. De parte de los campesinos se observó que sus cuestionamientos fueron básicos y más que nada de tipo informativo.

Por otra parte, las consultas/ talleres se han llevado a cabo de manera que se lleva a la gente a hablar de sus problemas y necesidades. Debido a que la solución a los problemas planteados requiere de un proceso de coordinación y planificación institucional, los eventos desarrollados por la ACP desde el 2001 han sido espacios de participación donde los campesinos, la ACP y otros actores con presencia en la ROCC han podido intercambiar información, dialogar y consultar. De esta manera se han identificado problemas de tipo social y ambiental, sobre los

cuales se ha reflexionado y propuesto iniciativas dirigidas a promover el desarrollo comunitario a la vez que se establecieran alianzas entre la ACP y las comunidades campesinas para asegurar el uso sostenible de los recursos naturales dentro de la cuenca, en especial del recurso hídrico.

En términos generales, se puede indicar que el proceso de participación ha generado expectativas que por ahora no han sido satisfechas, ya que el proceso para establecer los mecanismos para dar ese tipo de respuestas no ha concluido aún. ACP continúa la estrecha comunicación y diálogo con las comunidades de la región para identificar mecanismos y acciones factibles en beneficio de las comunidades (La CICH pudiera jugar un papel importante en la agilización de la puesta en marcha de propuestas y acciones en beneficio de la región). Grupos interesados han sacado provecho de esta situación y la utilizan para su propio beneficio y protagonismo.

Los problemas ambientales discutidos reflejan la situación de la cuenca en general. Se trata de una realidad que todos los pobladores tienen que enfrentar. Por otra parte se trata de comunidades que viven dentro de una economía de subsistencia con pocas posibilidades de desarrollo sin la intervención activa por parte del Estado. Son muchas las obras de infraestructura básica que se necesitan en el área, a fin de proveer a sus moradores con el mínimo necesario para la satisfacción de necesidades básicas. Los caminos permanentes, que les permitan el acceso a otros beneficios públicos como es la electricidad, el agua potable y medios de transporte modernos, son de especial importancia.

Otra de las funciones que cumplieron los encuentros fue la de informar, lo que es fundamental para crear espacios de participación. Se llevaron a cabo consultas por parte de los delegados, lo que permitió profundizar sobre temas críticos como es el caso de la tenencia de la tierra. Las explicaciones dadas, facilitaron la toma de decisión por parte de los campesinos en cuanto a la titulación. Dentro del marco de la situación actual, los encuentros y sus mesas de trabajo son una iniciativa que ofrece sugerencias para resolver problemas. Pero por otra parte, tomando en cuenta el abandono tradicional de esta región por parte de las autoridades, el interés de la ACP, puede generar falsas expectativas. La ACP no puede intervenir para solucionarles los problemas socioeconómicos, de desarrollo de infraestructura y de comercialización de sus productos. Esta es una tarea de las entidades gubernamentales correspondientes, las cuales de alguna manera u otra están representadas en la CICH.

Desde un punto de vista sociológico, estas reuniones constituyen importantes factores de transformación social, ya que han creado condiciones para propiciar el cambio en las comunidades. Guardando las debidas proporciones, ya que los delegados no son necesariamente representativos de todos, se les dió el espacio para la discusión y presentación de los problemas

más graves de su región, al igual que la oportunidad de establecer posibles soluciones. Como consecuencia, las comunidades al definir sus necesidades toman conciencia de ellas. El ambiente participativo a su vez, les indica la importancia de la cooperación y la solidaridad.

Debido a que durante la participación comunitaria llevada a cabo hasta la fecha no se había tomado una decisión sobre la expansión del Canal de Panamá, no se abordaron temas como posibles reasentamientos por la ejecución de un proyecto hídrico. Cuando se ejecute el Plan de Participación Ciudadana, se tendrá una visión más clara sobre las opciones viables en la región, por lo que el tema de reasentamientos deberá ser tratado en las reuniones y talleres de trabajo. Este tema se considera importante ya que dada la pobreza extrema en que viven estas comunidades, cualquier cambio que se produzca en el área, sin las debidas consultas y precauciones, implica el riesgo de un mayor empobrecimiento por la pérdida del entorno conocido y las redes de solidaridad que emanan de los **segmentos sociales**. Estas son las unidades de parentesco, consanguíneas y alianzas matrimoniales que aseguran la estabilidad de la vida social.

7.2 Propósito y Objetivos del Plan de Participación

El propósito de la participación ciudadana con relación a las opciones de agua en la ROCC, debe incluir las tareas que actualmente realiza la ACP, como la preparación del Plan Maestro y la búsqueda de nuevas opciones de agua. Dentro de este marco, el propósito de la consulta es enriquecer con los comentarios, inquietudes y sugerencias de las comunidades locales, sus organizaciones y del público en general, el proceso de selección de las opciones de agua que sean socialmente factibles. La ejecución de este plan de participación no reemplaza la necesidad de ejecutar una consulta ciudadana una vez que se haya seleccionado de manera definitiva la opción u opciones de agua, en caso de que el Plan Maestro de Modernización del Canal sea aprobado. Los objetivos del Plan de Participación Ciudadana se pueden resumir de la siguiente manera:

- Informar acerca de las posibles opciones de agua
- Informar sobre posibles mecanismos de compensación en caso de ejecutar algún proyecto en la ROCC
- Promover la participación ciudadana durante el proceso de evaluación ambiental
- Obtener la opinión y/o preocupaciones de los habitantes sobre opciones de agua específicas para así considerarlas durante el proceso de Evaluación de Impacto
- Divulgar los resultados del proceso de participación a las comunidades participantes

Desde el punto de vista del equipo de URS, para que la ejecución de una o más opciones de agua se consideren socialmente factibles se deben cumplir al menos las tres condiciones siguientes:

- Existencia de una fórmula de compensación clara, concreta, realista, y *ampliamente aceptada* por las partes interesadas
- Participación de una o más entidades ejecutoras eficientes, confiables y *públicamente aceptables* contratadas (por ejemplo, CARE, Fundación Natura, contratistas privados) para asegurar la implementación de la fórmula y el
- Establecimiento de acuerdos formales para asegurar el cumplimiento del cronograma de los acuerdos alcanzados.

Si se cumplen estas tres condiciones, aquellos que han tenido cierta aprehensión pero que no han tenido una posición antagónica al desarrollo de las opciones de agua pudieran pasar a darle un apoyo decidido. Además, aquellos que se han opuesto sistemáticamente tal vez revisen sus posiciones. Por lo tanto, estos elementos deben recibir prioridad en el proceso de consulta.

Debido a que las opciones de agua todavía son proyectos bajo estudio, los tres elementos mencionados arriba todavía no se han estructurado. Próximamente en la medida en que avancen los trabajos de consultorías se podrá disponer de una primera aproximación al plan de compensación y sus mecanismos de ejecución, control y seguimiento que podrían ser consultados para determinar su grado de aceptación. Esto formaría parte de la información que sería divulgada como parte del Plan de Participación Ciudadana.

Por otra parte existe una complicación adicional y es que la ejecución de las opciones de agua es aún imprecisa en el espacio y el tiempo. Además de que existe la posibilidad de que no ocurra al menos dentro de los límites de la primera fase de modernización del Canal de Panamá, la que se asocia a la construcción de un tercer juego de esclusas. Consecuentemente, los mecanismos de mitigación que serían discutidos como parte de la divulgación de información tendrán un carácter condicional sobre todo en relación con las formulas de compensación que serían aplicables a los individuos o familias particulares.

También es importante señalar que el Plan de Participación Ciudadana que aquí se describe puede contribuir a la continuidad del diálogo entre ACP y las comunidades de la ROCC. Sin embargo, asegurar que las comunidades aportan elementos positivos para la selección de la mejor opción de agua, URS considera conveniente que se consoliden los acuerdos y planes relacionados a las necesidades identificadas a través de las mesas de trabajo y encuentros campesinos y la puesta en marcha de mecanismos de acción para ejecutarlos. Con esto no se

sugiere que ACP sea responsable de ejecutar proyectos para mejorar la calidad de vida de los habitantes, sino más bien que sirva de vehículo para que estas necesidades sean consideradas por los integrantes de la CICH, quienes son las entidades estatales responsables de brindar servicios básicos.

7.3 Marco Legal de la Participación

7.3.1 Antecedentes

En la República de Panamá existe legislación concerniente a la protección, conservación y recuperación del ambiente. Mediante Ley 41 del 1 de julio de 1998 se estableció que la administración del ambiente es una obligación del Estado. Esta Ley organiza la gestión ambiental integrándola a los objetivos sociales y económicos, a fin de lograr el desarrollo humano sostenible del país.

El 16 de marzo de 2000 se emitió el Decreto Ejecutivo No.59 que establece el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental cuyo principal objetivo es orientar en la aplicación del proceso preventivo de Evaluación de Impacto Ambiental e incorporar la dimensión ambiental en los proyectos nuevos y en las modificaciones a los proyectos existentes que se ejecuten en la República de Panamá. De acuerdo con dicho Decreto, el 10 de Septiembre de 2001, se adopta el Manual Operativo de Evaluación de Impacto Ambiental, como documento de consulta para la confección y evaluación de estudios de impacto ambiental.

7.3.2 La Participación Ciudadana

La participación ciudadana es un mecanismo que permite tanto informar a la ciudadanía acerca de posibles proyectos que puedan afectar el ambiente como su calidad de vida, como recoger información de los pobladores en lo referente a sus inquietudes y observaciones tanto al estudio como a las acciones propuestas. El propósito de la participación ciudadana es darle mayor transparencia al proceso y que se salvaguarden los intereses de la ciudadanía y la protección del medio en el marco del desarrollo sostenible.

El desarrollo de un plan de participación ciudadana debe incluir los medios para informar del proyecto a la ciudadanía y los procedimientos que utilizará para fomentar la participación y qué aspectos del estudio se considerarán para la elaboración de dicho plan. El Plan de Participación Ciudadana se base en dos lineamientos principales, el Manual Operativo de Evaluación de Impacto Ambiental, Resolución No AG-0292-01 del 10 de Septiembre de 2001 y los

lineamientos del Banco Mundial para Evaluaciones Ambientales que incluyen recomendaciones para participación ciudadana (ver sección de Marco Legal en el Capítulo de Descripción de Proyecto). Ambos documentos coinciden en que un plan de participación ciudadana se debe elaborar en concordancia con los siguientes contenidos:

- Incentivo de la participación ciudadana durante la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental.
- Forma de participación de la comunidad, a través de encuestas, entrevistas, talleres, asambleas y/ o reuniones de trabajo.
- Mecanismos de información a los diversos sectores de la ciudadanía.
- Solicitud de información y respuesta a la comunidad y en particular a los grupos ambientalistas y organizaciones similares.
- Forma de resolución de conflictos potenciales.

Un Plan de Participación Ciudadana básicamente debe tener como objetivos el Promover la participación de los ciudadanos en el proceso de análisis de impacto ambiental; solicitar información y ayuda a la comunidad y grupos interesados en lo referente a las acciones propuestas; informar sobre los cambios que se introduzcan en las acciones propuestas; y anticipar conflictos.

7.4 Diseño del Plan de Participación Ciudadana

La participación ciudadana se orienta en fomentar un proceso proactivo de reflexión por parte de la partes interesadas (*stakeholders*), acerca de la problemática relativa a la búsqueda de opciones de agua por parte de la ACP. Se trata de un proceso que establezca un escenario de derechos y de obligaciones y que permita una dinámica de retroalimentación.

El diseño del plan de participación ciudadana y consulta pública debe incluir una estrategia amplia, considerando una definición conceptual de los objetivos a lograr y un inventario de preguntas de base. Los métodos utilizados en este proceso de crear las condiciones para la participación ciudadana incluyen: la identificación de contactos iniciales, la participación de consultores del estudio en reuniones, foros comunitarios, entrevistas a moradores del área, así como representantes de instituciones y grupos vinculados al desarrollo del proyecto.

Para el diseño de este proceso de participación ciudadana sobre la posible ejecución de las opciones de agua en la ROCC se proponen los siguientes elementos:

- Establecer el contenido del diálogo
- Identificar los participantes legítimos

- Ventilar las premisas subyacentes
- Establecer las reglas del juego
- Ampliar los foros de comunicación y
- Tomar decisiones

7.4.1 Contenido del Diálogo

En primera instancia hay que especificar claramente el objeto de la consulta, el cual debe centrarse en la discusión de las opciones de agua de las tres subcuencas para evitar la confusión de este escenario con el de la modernización del canal, la evaluación de impacto ambiental de la opción que se seleccione en forma definitiva o la consulta con la ciudadanía para la formulación de escenarios de desarrollo sostenible. Cabe resaltar que los participantes legítimos, los formatos y otros elementos del proceso de participación para decidir sobre la modernización del Canal de Panamá son muy diferentes a los requeridos para analizar la viabilidad socio-ambiental de las opciones de agua.

En el caso de la modernización los participantes legítimos incluyen a todos los panameños, quien llama a la consulta es el poder ejecutivo y el formato es un referéndum incluyendo una votación popular. Como resultado se tomará la decisión de proceder o no con la modernización del canal. Sin embargo, ese no es el proceso de participación que está planteado en este momento.

Este proceso de participación ciudadana es mucho más limitado y la decisión que se tomará es la de simplemente recomendar una o más opciones como parte del plan. Si el plan de modernización no se aprueba posteriormente la opción u opciones de agua incluidas en el plan no se ejecutarán. Por otra parte si se acepta la decisión de modernizar el canal, aún podrían haber cambios en cuanto la decisión de las opciones de agua.

Otro concepto que se debe aclarar es que el Plan de Participación Ciudadana no solo involucrará a las comunidades que podrían ser directamente afectadas sino también a entidades estatales y organizaciones no gubernamentales con cierta ingerencia en el área y/o los temas a tratar. En este sentido, las reuniones que como parte del Plan se lleven a cabo, podrían incluir poblados o ciudades fuera de la ROCC.

Con estos antecedentes se puede proponer un temario para los eventos de consulta con las comunidades locales y grupos interesados. Siguiendo los objetivos planteados para el Plan de

Participación Ciudadana, el temario estará destinado a divulgar información y obtener retroalimentación de la Ciudadanía, específicamente para las opciones de agua

Sin embargo, como ya se ha explicado anteriormente se considera necesario darle continuidad a los esfuerzos realizados por ACP para fortalecer los vínculos de comunicación con las comunidades. El seguimiento es necesario para que las comunidades no sientan que los temas de importancia señalados en las mesas de trabajo (por ejemplo, la falta de infraestructura básica) han sido abandonados. Esto podría tener como resultado que la participación ciudadana sobre las opciones de agua no fuera exitosa. En el anexo se sugiere un temario específico para ese fin enfatizando que el mismo no sería parte del proceso de participación ciudadana para el análisis de las opciones pero que su ejecución es necesaria para que el proceso específicamente dirigido a estas tenga mayores probabilidades de ser exitoso. A este temario se le refiere posteriormente en este documento como “Temario Precursor” para indicar que su ejecución es importante para que el proceso de participación ciudadana sea exitoso y que se debe ejecutar con anterioridad a la participación ciudadana de las opciones de agua. El temario específico para la participación ciudadana en el análisis ambiental de las opciones de agua consideradas en las subcuencas de Toabré, Caño Sucio y Río Indio se describe a continuación:

- **Introducción.** En términos claros y concisos se indicará cuál es el objetivo de la reunión. Como parte de la introducción se explicará cuál y por qué es el interés de ACP en la ROCC y como encaja esto dentro del Plan de Modernización del Canal. Se indicará que las opciones de agua en las subcuencas del Río Toabré, Caño Sucio e Indio son algunas de las alternativas que se están considerando, pero no todas, del plan de Modernización del Canal. Se enfatizará que la decisión de modernización del Canal es del Estado y del pueblo panameño.

Se describirán también las razones que motivaron el interés por la ROCC y la promulgación de la Ley 44: El agua y la necesidad de proteger su calidad de las amenazas que puedan afectarla. Se puede hacer mención del deterioro excesivo de las cuencas, causado por la deforestación como ha ocurrido en otras partes del país y los riesgos de las actividades mineras. En este sentido la ROCC puede considerarse como la más importante reserva hidrológica de Panamá por su cercanía al canal. Similarmente la Ley 44 debe verse como el mecanismo de mantener esa reserva y la ACP como la agencia responsable de lograrlo en colaboración con las comunidades locales. Reserva hidrológica que, aun cuando, después de realizados los estudios no sea utilizada en la primera etapa de modernización del Canal, debe protegerse para el futuro.

- **Opciones de Agua.** Se presentará información clara y gráfica sobre las opciones que involucran a las tres subcuencas objeto de este estudio (Toabré, Caño Sucio e Indio). Se recomienda que no se presenten todas las opciones bajo consideración sino aquellas preferidas por la ACP después de haber realizado un análisis preliminar. La presentación de opciones que probablemente serían descartadas contribuiría a la preocupación innecesaria de las comunidades.
- **Identificación y Evaluación de Impactos.** Los principales impactos que se generarían con la ejecución de la opción correspondiente serán presentados de manera sencilla y mediante la utilización de gráficos y / o figuras cuando sea posible.
- **Medidas de Mitigación y Compensación.** Las acciones tendientes a evitar, compensar o mitigar los impactos identificados serán explicadas. Este punto es de vital importancia ya que se tiene que dejar muy claro cuáles son los mecanismos por medio de los cuales se aseguraría que las medidas de mitigación y / o compensación serían ejecutadas.
- **Trabajo en Grupo Identificación de Aspectos Críticos para las Comunidades.** Después de que concluyan las presentaciones se establecerán grupos de discusión. El número de grupos dependerá de la cantidad de participantes pero probablemente consistirá de cinco o seis miembros cada uno. El propósito de los grupos de discusión es el de analizar la información presentada concerniente a la evaluación ambiental para así obtener retroalimentación sobre los impactos y medidas de mitigación presentadas y determinar si las mismas son adecuadas desde el punto de vista de los participantes. En la sección de desarrollo del taller se explica con mayor detalle el trabajo en grupo.
- **Identificación de Oportunidades y Recomendaciones.** Los resultados de la discusión y trabajos en grupo serán presentados por los representantes comunitarios frente a todos los participantes del taller. Como se indicó anteriormente, esto será realizado para el medio físico, biológico y socioeconómico.
- **Cierre.** Después de presentadas las recomendaciones por parte de los participantes se procederá con la clausura del evento donde se realizará un resumen por parte del facilitador de las observaciones y recomendaciones realizadas por los participantes. Durante el cierre se indicará el compromiso por parte de la ACP de atender las observaciones y recomendaciones, mediante su inclusión al Estudio de Impacto Ambiental que sea elaborado cuando se tome una decisión sobre un proyecto en específico. Se indicará también que cuando se hayan tomado en consideración las

observaciones y recomendaciones realizadas en el taller, se le hará llegar a cada participante, un resumen de los comentarios considerados como relevantes y cómo estos fueron tomados en cuenta para la finalización de la Evaluación Ambiental. Este resumen pudiera incluir aclaraciones a la evaluación de impactos o medidas de mitigación; acuerdos entre las comunidades y la ACP; y detalle de un plan de compensación; entre otras.

- **Informe.** Los resultados y conclusiones serán resumidos en un informe que será elaborado después de la ejecución del taller. El informe narrará las actividades que se llevaron a cabo y presentará de manera clara y concisa los temas principales discutidos y las conclusiones a las que se llegó respecto a las opciones presentadas. Cuando sea necesario, el informe de resumen del taller detallará recomendaciones específicas que deben o no ser incluidas como parte del alcance de la evaluación ambiental de las opciones de agua. Se hace esta aclaración para dejar claro que es probable que en los talleres se den propuestas y recomendaciones que no necesariamente están relacionadas con la evaluación ambiental de las opciones de agua ni con las medidas de mitigación o compensación asociadas a ellas. Por consiguiente, aquellas recomendaciones que están fuera del alcance y/o ámbito de la evaluación ambiental deberán ser identificadas como tal y señalar el mejor curso de acción para que pueda ser tomada en cuenta bajo otro esquema de trabajo. En la sección 5.7 de este documento se sugiere una estructura para el informe del taller.
- **Seguimiento.** Para cerrar el ciclo de participación, se deberá dar seguimiento a los planteamientos de los talleres. Es decir, se deberá convocar a otro taller una vez se hayan atendido las consultas y recomendaciones para así presentar la manera en que estas recomendaciones fueron tomadas en cuenta y como afectaron la evaluación ambiental, social y económica de las opciones de agua. En este evento se procurará también informar a los participantes de los resultados de la consulta y cómo esta afectó el proceso de toma de decisión y el documento de evaluación ambiental (incluyendo planes de manejo y medidas de mitigación y compensación). En este evento también se obtendrá una retroalimentación por parte de los participantes con respecto al impacto que el Plan de Participación ha tenido. En otras palabras, se procurará determinar si el Plan fue exitoso desde el punto de vista de los participantes.

La información que URS ha podido revisar hasta la fecha indica que aunque existe oposición por algunos sectores a posibles opciones de agua, la actitud (en términos generales) hacia el diálogo es positiva. Partiendo de esta premisa, se tratará de minimizar cualquier riesgo de rechazo al

diálogo consensuando de antemano con las comunidades la agenda de participación antes del Taller. Para reducir al máximo cualquier riesgo de rechazo al diálogo por parte de las comunidades se involucrará a un mediador que imparta confianza a los participantes durante la ejecución del Plan.

7.4.2 Identificación de Participantes

La adecuada identificación de los potenciales participantes, evitará la exclusión de grupos o individuos interesados y consecuentemente conflictos. Igualmente contribuye a determinar los contenidos de la convocatoria y la selección de técnicas a usar para promover la participación. Sin lugar a dudas las consultas más importantes se llevarán a cabo con las familias campesinas cuyos terrenos y viviendas, escuelas, iglesias y puestos de salud serían directamente e indirectamente afectados por las opciones de agua. Por lo antes señalado, los participantes de las reuniones se pueden clasificar de la siguiente manera:

- *Los desplazados*, o sea, los residentes en hogares que serían reubicados por inundación de sus terrenos o viviendas o por la construcción de canales u otros elementos de infraestructura;
- *Los aislados*, los hogares cuyas viviendas y terrenos no serían inundados pero cuyo acceso a los servicios e infraestructura sería inundado (carreteras, instalaciones educativas o médicas, etc.);
- *Las comunidades ubicadas aguas abajo* de las obras y cuya disponibilidad de agua disminuiría;
- *Las comunidades receptoras*, es decir, las comunidades dentro o fuera de la región que sería inundada que se verían obligadas a recibir a los reubicados;
- *Los vecinos afectados*, los hogares que, sin perder terrenos, viviendas, o vías de acceso, sufrirían otros impactos económicos o epidemiológicos; o los hogares que podrían beneficiarse de nuevos servicios que se hicieran posibles por medio de la implementación de alguna opción de agua;
- *Los interesados*, las personas o grupos que ya sea por lugar de procedencia o por la naturaleza de la agrupación están interesados en las actividades que se desarrollan en la ROCC y que desean ver en esta región un desarrollo sostenible con o sin la ejecución de alguna de las opciones de agua. Esta categoría no está limitada al área de estudio y se considera que organizaciones en el ámbito nacional de distintos tipos (ONGs, universidades, grupos cívicos, entidades gubernamentales, institutos de investigación, etc.) conformarían este grupo de “interesados”.

La identificación de los sujetos sociales a participar en la consulta ciudadana es parte de un proceso a través del cuál se distingue la población objeto de estudio según etnia, cultura, grupos endogámicos, unidades de parentesco y asociaciones. Para estos efectos hay que diferenciar los conceptos de: organizaciones funcionales y segmentos sociales.

Tipo de Organización	Nivel de Participación
Organizaciones funcionales	<ul style="list-style-type: none">• Delegado de la comunidad que ha participado en los encuentros con la ACP• Asociaciones cívicas, deportivas, religiosas, políticas• Autoridades• Gobiernos locales
Segmentos sociales	<ul style="list-style-type: none">• Personas claves o notables de la comunidad• Clanes familiares• Amas de casa

Las organizaciones funcionales se definen como aquellas organizaciones que surgen ante problemas específicos, propios de la comunidad/ área. Estas se caracterizan por surgir dentro del marco de una problemática lo suficientemente urgente para la comunidad que crea espacios de discusión y participación. Esto permite que estas organizaciones se conviertan en escenarios de consulta, donde se expresen propuestas alternativas.

Los segmentos sociales, son aquellas unidades propias y particulares de una comunidad que condicionan la vida social y el estilo de la organización social. Se trata de unidades de parentesco, consanguíneo y afín (alianzas matrimoniales) a partir de las cuales se teje la trama social. Estas unidades pueden ser muy influyentes, dentro de grupos más grandes u operar aisladamente. Cada comunidad tradicional posee su propio sistema de asociación, ya que existen varias posibilidades de trazar el parentesco consanguíneo y de organizar los intercambios matrimoniales.

El trabajar con los segmentos sociales facilita el identificar y pronosticar situaciones de conflicto, ya que estos pueden ser antagónicos entre sí y bien facilitar o entorpecer los posibles acuerdos que se den a nivel de la comunidad local. Cabe recordar que en las pequeñas comunidades rurales los lazos primarios son fundamentales, ya que los habitantes todos se conocen entre sí y mantienen numerosos contactos personales.

7.4.3 Ventilar Premisas

Para que el diálogo pueda ser fructífero los participantes en la consulta tienen que compartir ciertas premisas básicas. Las cuales se definen a continuación:

- **Obligaciones y derechos** Establecer las obligaciones y derechos de los participantes.
- **Agendas legítimas** Cada participante tiene su agenda legítima a perseguir, derivada de sus obligaciones y sus derechos.
- **Agendas en conflicto** Aun cuando partamos de la consideración de agendas legítimas, estas pueden discrepar entre sí
- **Negociación de caminos alternativos** En caso de discrepancias entre agendas se buscarán caminos alternativos para facilitar el diálogo. Se debe negociar bajo la premisa de que cada uno tendrá que modificar su posición inicial.
- **Buena voluntad** Todas las partes deben actuar de buena fe.
- **Intención de cumplir** Todas las partes deben tener la intención de cumplir con lo acordado, pero, dado el caso, se busquen mecanismos legales o morales que protejan a los participantes si alguno no cumple

Todas estas premisas deberán ser previamente acordadas con todos los participantes para que el diálogo pueda desarrollarse con éxito y limitándose a los temas de interés acordados de antemano. Esto se puede realizar durante la parte introductoria de las reuniones según se indicó previamente en los Temarios.

7.4.4 Reglas del Juego

Las reglas del juego se refieren al alcance de los objetivos de la consulta, que en este caso se refiere principalmente a la identificación de nuevas fuentes potenciales de agua en las subcuencas de los ríos Toabré, Caño Sucio e Indio. Interesa llevar a cabo una consulta amplia, que incluya a todos los sectores interesados a fin de: informar acerca de los planes y expectativas de la ACP en el marco de la Ley 44, promover la discusión en donde se planteen expectativas, preocupaciones y recoger opiniones que enriquezcan el proceso de evaluación de impacto ambiental tomando en consideración las expectativas y preocupaciones de las partes interesadas.

7.4.5 Formatos de Comunicación

El entendimiento e interpretación de las acciones propuestas por la ACP en su búsqueda de opciones de agua por ambas partes debe ser parte integral del plan de participación ciudadana.

De acuerdo al Manual Operativo de Evaluación de Impacto Ambiental, a este nivel hay que responder a la pregunta que dice ¿Cómo se le informará del proyecto a la ciudadanía? Los moradores de las subcuencas no pueden interesarse ni apoyarlo si no lo conocen ni entienden. Esto exige la dedicación de tiempo y esfuerzo y la presentación de la información en términos que la comunidad entienda y acepte.

¿Qué procedimientos se utilizarán para la participación? Esta pregunta no es fácil de responder ya que por un lado, debido a la inaccesibilidad de la región, medios como la radio y la repartición de panfletos serían conveniente para divulgar información; sin embargo esta divulgación indiscriminada se puede prestar para introducir mayor confusión en una región que ya adolece de la desinformación creada por grupos con intereses particulares. Por consiguiente, se considera que la divulgación de información sobre las opciones de agua se debe realizar en persona, por medio de reuniones de grupo y/o talleres. Típicamente, la divulgación de información se realiza de manera separada al levantamiento de opinión sobre el proyecto. Sin embargo, debido a las razones mencionadas en este párrafo, se considera más apropiado que la divulgación de información y el levantamiento de opinión sobre las opciones de agua sean parte del mismo evento. Por ello, se podrá apreciar que en el temario y programación de los eventos de consulta se designa un espacio para la presentación de información sobre las opciones de agua. Los medios masivos de comunicación solamente deben ser empleados durante la convocación a los eventos de participación ciudadana. Es decir, una vez se han establecido quienes son los participantes para los eventos, se puede proceder a convocarlos por los medios masivos de comunicación. Sin embargo, la divulgación de información será realizada únicamente en los talleres y no por los medios de comunicación masiva.

Cómo muchas personas residentes en esta región no reciben información por medio de periódicos y algunos no tienen radio, es de mucha importancia la inclusión, en la fase de promoción de la participación, de individuos que son habitualmente escuchados en la comunidad como las autoridades locales, médicos/ enfermeras de Centros y Puestos de Salud, dueños de tiendas, líderes religiosos, líderes naturales (patriarcas/ matriarcas de familias tradicionales). Para llevar a cabo esto, se iniciará con la repartición de invitaciones a las comunidades que se decida deben participar en los eventos de consulta. Durante este proceso, un equipo social (con la asistencia del grupo social de ACP) visitará las comunidades de interés para hacer entrega personal de la invitación para el evento de participación (ver sección de invitación). Durante esta visita para entregar la invitación, el equipo social identificará (si no se conoce de antemano) quién es la persona de la comunidad que exhibe las características indicadas anteriormente, es decir un líder natural, religioso, etc. Una vez identificada esta persona, se procederá a hacerle entrega de una invitación e indicarle, dependiendo del caso, el número de personas de esa

comunidad que podrían asistir al evento de participación. El equipo social también aprovecharía para comunicarle a los participantes sobre el lugar, fecha, hora y otros detalles como alojamiento y transporte.

Los contenidos de la información a difundir deben tomar en consideración el tipo de participante para el evento. De acuerdo a la clasificación que se propone para identificar a los participantes (Los desplazados, los aislados, las comunidades ubicadas aguas abajo, las comunidades receptoras, los vecinos afectados, los interesados), sus intereses y preocupaciones variarán: ¿Qué es lo que se va a hacer?, ¿Cómo los afectará?, ¿Tipo de compensación?, ¿Cómo y cuándo la recibirán?

7.4.6 Modalidad de Diálogo

Por *modalidad general de diálogo* se entiende la relación básica entre los participantes. Hay tres modalidades distintas generalmente utilizadas cuando los representantes de una instancia gubernamental o de una ONG salen a conversar con poblaciones rurales.

- **Modalidad comandante:** En esta modalidad las autoridades del Estado salen a informar las decisiones que han sido tomadas por el gobierno. En este caso las decisiones se toman casi siempre sin consulta con los sectores más directamente afectados. Estos más bien reciben la noticia de decisiones que ya han sido tomadas por las autoridades que gobiernan su país o su región.
- **Modalidad pedagógica:** En este caso, los representantes institucionales salen a las comunidades como pedagogos que transmiten conocimientos o que "levantan la conciencia" a los grupos interesados. La premisa básica de esta aproximación es que los campesinos o pobladores carecen de los conocimientos que los pedagogos pueden transmitir.
- **Modalidad negociadora/ contractual:** En esta modalidad se da una interacción igualitaria y equitativa entre los participantes del tipo "das tú y doy yo". Se trata de una modalidad negociadora totalmente horizontal.

Se recomienda la utilización de la modalidad negociadora/ contractual, la cual implica en primera instancia el reconocimiento por ambas partes que la ACP es la entidad institucional encargada de administrar, actualizar y velar por el buen funcionamiento del Canal. De darse divergencias en cuanto a las obligaciones y derechos, tanto de la ACP como de las comunidades

localizadas dentro de la subcuenca de Río Indio, dentro del marco de esta modalidad negociadora se buscarán alternativas de posibles convergencias.

7.4.7 Decisiones y Acuerdos

Los resultados que se obtengan con la ejecución del Plan de Participación Ciudadana deben sistematizarse de acuerdo a los objetivos iniciales: la búsqueda de opciones de agua en las cuencas de los Ríos Toabré, Caño Sucio e Indio, lo que debe ser consistente y retroalimentar las tareas que actualmente realiza la ACP, como la preparación del Plan Maestro. Dentro de este marco, el propósito de la consulta es enriquecer con los comentarios, inquietudes y sugerencias de las comunidades locales, sus organizaciones y del público en general, el proceso de selección de las opciones de agua que sean socialmente factibles.

7.5 Ejecución del Plan de Participación

Una vez identificados las personas y grupos que participarán, los temas a tratar y los objetivos de la consulta, se hace necesario definir la forma de diálogo, los lugares donde se realizarían las reuniones y un cronograma general para la ejecución de las actividades de consulta.

7.5.1 Participantes

Para poder dimensionar las reuniones de consulta es importante repasar como está compuesta la ROCC desde el punto de vista demográfico y político administrativo. El área de la ROCC (incluyendo las áreas aguas debajo de posibles sitios de embalse bajo estudio), está conformada por un total de 22 corregimientos, distribuidos en seis Distritos (Antón, La Pintada, Penonomé, Chagres, Donoso y Capira) de 3 Provincias (Coclé, Colón y Panamá). En la Provincia de Coclé se encuentra el 72% del total del área de la Región Occidental, particularmente en el Distrito de Penonomé, 19% en Colón y el 9% restante, en el Distrito de Capira de la Provincia de Panamá.

La ROCC se divide en varias subcuencas, a saber: Coclé del Norte, Caño Sucio, Río Indio. La subcuenca de Coclé del Norte (dentro de la cual se encuentra la cuenca del Río Toabré) es la más grande, comprende una extensión de 1,626 Km², 46% del territorio de los 12 corregimientos que la forman. La subcuenca de Río Indio abarca una extensión de 387 Km², comprendiendo la tercera parte del territorio de los 8 corregimientos involucrados. La subcuenca de Caño Sucio es la más pequeña, abarcando solamente 118km², lo que representa el 20% del área de los dos corregimientos involucrados.

Según el proyecto de Recopilación y Presentación de Datos Socioeconómicos de la ROCC, el total de poblados dentro de los citados 22 corregimientos es 1,184, de los cuáles 513 están dentro de la ROCC y 671 fuera de la misma. El total de viviendas es de 18,309, de las cuales 6882 se localizan dentro de la ROCC y 11427 fuera de ella.

La identificación de poblados que debieran ser incluidos en el proceso de participación ciudadana para las Opciones de Agua se realizó sobre la base del tipo de participante. Es decir, fue primero necesario identificar quiénes son los “desplazados” los “aislados”, etc. Este ejercicio se llevó a cabo para cada subcuenca utilizando la información de la base de datos del proyecto de recopilación y presentación de datos socioeconómicos para la Región Occidental. Los resultados de esta identificación se presenta a continuación:

Tipo de Participante	Subcuenca	Poblados
Desplazados	Río Indio	Boca de Uracillo, El Aguila, El Barrero, Pon la Olla, El Silencio N° 1, Las Quebradas de Uracillo, Manguesal, Quebrada el Macho, Quebrada Jacumilla, Quebrada la Conga, Coquillo de Uracillo, Silencito, Pueblo Nuevo, Piedra Amarilla, Los Frailes, La Arenosa, La Sardina, Las Postreras, San Cristóbal, La Mina, Cerro el Clavo, Los Uveros (P), Teria N° 3, Tres Hermanas, Quebrada la Conga Abajo, El Zahino, El Limón N°1, El Limón, Palma Real, El Harino, Torno Abajo, El Tornito, Tres Hermana, El Torno.
	Caño Sucio	Loma Alta, La Pita, Las Cruces, La Puente, Boquilla de Quebraon, Caño Sucio o Santa María
	Toabré	La Boca de Tulu, Boquilla de Dominica, Quebrada la Tavila, Boca de Tulu, La Inglesa, La Tomasa, Lourdes, Boca de San Miguel, Boca de Guayabo, Quebrada la Vaca, Boca de Cuiria, San Isidro, Santa Elena, Los Tres Caños, Quebrada los Nietos.
Aislados	Río Indio	El Silencio Arriba, Los Uveros Arriba, Riecito Abajo (P), El Hinojal Arriba, Los Santos
	Caño Sucio	Los Elegidos o El Caraño, Campo Alegré, Los Rastrojos, Santa María (P).
	Toabré	Dominica, El Guayabo, o Toabré Abajo, Cerro Verde, Boca de la Encantada.
Aguas Abajo	Río Indio	Tres Hermanas, El Dominical, El Jordan La Tortuga, El Castillo Santa Rosa, La Pólvara, Quebrada Bonita, El Pepito, El Guasimo (P), Loma de Piloncito, Sancuderito, Cerro Pelao, La Cerdeña, Las Delicias, Ventura (P), La Cañaza, Chilar (P), El Charcón, Terminal del Plan, El Cajón, Pueblo Viejo, El Valle o Bajo Grande, Santa Elena, Guayabalito o Boca del Jobo, El Cacao, El Jobito, Piguila o Pinguila, La Tuza, La Puerca, Barnizal, Nueva Unión, La Paila, Los Órganos, La Cecilia, La Tigrita, Castillito, Alcarreto, Mi Campo Ranguillero, Torno Roto, El Berraco, Vista Alegré, La Encantada, El Jobo de Río Indio, Charcón, Boca de Río Indio.
	Caño Sucio	Boquilla de Escobal, Chorrerita, Los Chorrillos de Santa María (P), Las Maravillas (P), Nuevo Veraguas, El Conejo, Las Lajas, Las Tres Palmitas, Las Delicias, Nuevo Cristóbal, La Negrita, El Criollo, Nueva Victoria, Loa Laureles N°1, Cabecera del Cacao, La Boca del Guásimo, La Candilera, Los Calderos o Boca Tulu, Paso Carnal, La Felicidad, La Palizada, Nueva concepción, Boca del Caño Sucio, Los Chorrillos, El Bongo, El Patriota, El Resumidero, Quebrada Yoyo, El Mango N°1, El Manguito, Miguel de la Borda Cabecera, El Ciruelo, El Pixvae, El Nazaret o El Calabazo, Calabacito, La Patriota Arriba, La Palmita de Donoso, Nuevo Horizonte, Nombre de Dios, Nuevo San José, San José o El Cedro, El Cedro, Alto el Panamá, El Cerillo.

Tipo de Participante	Subcuenca	Poblados
	Toabré	Palenque o Dominical , Arenal Grande, Batatillal, Boca de Toabré (P1), Los Titocles (P), La Huaca la Hueca, San Vicente, Sabanita Verde, Boca de Toabré (P2), Cedro Hueco, Papayo (P), El Tigre Qrda Tigre, Quebrada la Viejita o la Bruja, los Tarros (P), Los Ticocles (P2), Manatí (P), Quebrada Nicaragua, San Lucas 1, Cerro Pelado, La Sargenta los Chorrillos, La Peda, El Collao, El Guabo, La Gloria, La Macha, Los Almendros , Quebrada Cacique, San Pedro 1, Vista Alegre, El Mero, Cuatro Callecitas, Coclé del Norte, Punta Porteta, Boca del Cado, Berraco, Pueblo Viejo, Pueblo Nuevo, Quebrada la Tortuga, Alto de los Yanguéz, San Luquita, La Negrita, Los Tarros, Lagarterito.
Vecinos y Receptores	Río Indio	Boca del Silencio, El Ladrillal de San Cristóbal, El Aji, Coquillo Centro, El Espavelar, Cerro Miguel N° 2, La Mona, Loma de la Cigarra, Los Molejones, Tierra Buena, Tres Hermanas, El Limite, La Negrita, Los Naranjitos, Los Rastrojos, Cigua, Coquillo Abajo, El Silencio Arriba, Alto del Naranjo, Los Uveros Arriba, Quebrada la Conga Arriba, Riecito Arriba (P), Tres Hermanas Arriba, El Hijonal Arriba, Nuevo Limón, Quebrada Limón, Riecito Abajo (P), El Dominical, El Jordan, Quebrada los Cedros, Cerro Benito, Boca del Paso Camal, El Ahogado, Cerro Hinojal, Ciricito Arriba, La Bonga o el Cruce, La Encantada, Los Cedros, Los Santos, La Puerca Gorda, El Nancito, Nueva Arenosa, El Jobo Arriba, Nuevo San José, El Campano, Nueva Unión, La Paila El Berraco.
	Caño Sucio	Los Elegidos o El Caraño, Boquilla de Escobal, Chorrerita, Los Chorrillos de Santa María, Las Palmas o Alto Riecito, Boca de la Encantada, El Aji, El Faldar, El Pantano, Cerro Miguel N°2, Gurbe, Campo Alegré, El Quebraon, Riecito Abajo, La Guinea Arriba, La Negrita, Las Maravillas (P), Los Cerritos Los Rastrojos, Samaria, Boquilla de la Mina, Cigua, Santa Maria (P), Boca de la Encantada, Cerro Miguel de Donoso, Santa Maria (P), El Cedro, Alto El Panamá
	Toabré	Alto Limón, Boca de la Encantada (P), El Pantano, Gurbe, Cañazas N°1, Alto de San Miguel, Banacito o Boca de Banazo, Boca de Lura, Boca Tucue, Dominica, El Guayabo o Toabré Abajo, Santa Ana Abajo, Tierra Buena, Valle de San Miguel, Cuiria o San Francisco, Cerro Venturilla, Monte Buena, Tulu Abajo, Gato Espino, Nuevo San Pablo, San Vicente, Unión Santeña, Cuteva Arriba, Nuevo Rosario, Cerro Verde, Quebrada Nicaragua, Boca de la En cantada, El Desfiladero, La Gloria, Tacuma.
Interesados		Representantes de Entidades Gubernamentales y No Gubernamentales tales como: ANAM, MIDA, MOP, MIVI, IPAT, AMP, MICI, ARI, CARITAS Arquidiocesana, NATURA, MINSA, MEDUC, FIS, Municipios, PANALDIS, ANCON, CICH, Universidades

Se recomienda un evento (taller de participación) por tipo de participante. Este evento podría reunir a participantes de distintas subcuencas, si se diera el caso que dentro de las opciones preferidas a consultar está la de varias subcuencas. A continuación se enumeran los eventos por tipo de participante.

Evento 1 --- Taller de participación para los posibles “desplazados” de la ROCC (entre 75 y 100 participantes)

Evento 2 – Taller de participación para los posibles “aislados” (entre 20 y 40 participantes) de la ROCC

Evento 3 – Taller de participación para las comunidades aguas abajo (entre 50 y 75 participantes)

Evento 4 – Taller de participación para las comunidades vecinas y posibles receptores de poblaciones desplazadas (entre 50 y 75 participantes)

Evento 5 – Taller de participación para grupos u organizaciones interesadas (entre 20 y 40 participantes)

Evento 6 – Taller para presentar los resultados del proceso de participación y para obtener retroalimentación de los participantes (entre 150 y 200 participantes)

Nota: En este momento no se ha tomado una decisión sobre la opción u opciones que deberán ser consultadas. Por lo tanto, se habla en términos generales de la ROCC para reflejar que la participación pudiera incluir a una o varias de las subcuencas, dependiendo de la opción u opciones que sería consultada.

7.5.2 Lugares para las Reuniones

La experiencia dentro de la ROCC ha demostrado que hay un número muy limitado de poblados que son aptos para la realización de eventos tales como talleres o seminarios. Por lo tanto, en el momento de ejecutar el Plan se deberá identificar un sitio que cuente con las instalaciones adecuadas para este tipo de actividad. El poblado de Sonadora en el Distrito de Penonomé cuenta con instalaciones adecuadas para albergar a participantes y para llevar a cabo talleres y seminarios; y ha sido utilizado previamente por la ACP para este propósito. Por lo tanto, este poblado sería una buena opción para las reuniones que se realicen como parte de este Plan de Participación Ciudadana. Al momento de ejecutar el Plan de Participación, durante la repartición de invitaciones, se podrían considerar otros sitios que reúnan las condiciones necesarias de alojamiento e infraestructura básica para este tipo de evento.

7.5.3 Invitación

Como se ha mencionado en otras secciones, la invitación a participar podrá realizarse utilizando medios de comunicación masivos tales como radio, y la repartición de panfletos y visita a los sitios de donde provendrán los participantes. A continuación se presenta el texto sugerido para la invitación:

Estimado residente de la cuenca de <Nombre de la Sub Cuenca>, Comunidad <Nombre de la Comunidad>:

La Autoridad del Canal de Panamá (ACP) está actualmente estudiando opciones de agua dentro de la Región Occidental de la Cuenca del Canal de Panamá (ROCC).

Como parte de este esfuerzo la ACP desea invitarlo a una presentación sobre estas posibles opciones de agua, sus posibles impactos ambientales y las medidas de mitigación y / o compensación que se han identificado. El objetivo de la reunión es fomentar su participación como ciudadano de la Región para obtener sus opiniones y recomendaciones sobre las opciones de agua que se están estudiando.

Se recomienda que su comunidad envíe <Número> participantes para la reunión, preferiblemente a representantes locales de asociaciones cívicas, deportivas, religiosas, políticas, autoridades, gobiernos locales, líderes naturales, o patriarcas/ matriarcas de la comunidad.

La reunión se llevará a cabo el día <fecha> en <nombre del poblado> a partir de las 9:00 AM hasta las 4:00 PM. Adjunto a la presente nota encontrará el programa de trabajo para la reunión de participación.

Agradecemos de antemano su participación en este evento.

Atentamente,

ACP

La invitación antes presentada se podrá leer en programas de radio y también podrá ser repartida en las comunidades relevantes antes de los eventos programados.

7.5.4 Metodología

Los eventos de participación ciudadana serán ejecutados en español por personal de amplia experiencia en Evaluaciones Ambientales y con conocimiento de las prácticas e instituciones gubernamentales locales. La metodología a emplear se resume en dos instancias en particular, las presentaciones y las discusiones / negociaciones

7.5.4.1 Presentaciones

La mañana y parte de la tarde será utilizada para presentar la información sobre las opciones de agua, sus posibles impactos y las medidas de mitigación.

7.5.4.2 Grupos de Discusión

Después de que concluyan las presentaciones, se establecerán grupos de discusión. El número de grupos dependerá de la cantidad de participantes pero probablemente consistirá de cinco o seis miembros cada uno. El propósito de los grupos de discusión es el de analizar la información presentada concerniente a la evaluación ambiental para así obtener retroalimentación sobre las opciones y posibles impactos y formular las preguntas o comentarios que se consideren necesarios.

Para iniciar la discusión, cada grupo designará un líder y un vocero, los cuales tendrán funciones específicas. La responsabilidad del líder del grupo será el facilitar la discusión, mientras que el vocero deberá documentar el punto de vista consolidado del grupo. A los grupos se les solicitará que evalúen los siguientes temas:

Tema de Discusión 1: Enumere algunos efectos (positivos o negativos) que usted considera que las opciones de agua pudieran ocasionar y que no han sido tomados en cuenta. Considere los posibles efectos sobre los poblados, el ambiente y la economía.

Tema de Discusión 2: Para los efectos identificados en el Tema de Discusión 1, recomiende o sugiera las medidas de mitigación que usted considera ayudarían a reducir dichos efectos. También recomiende las medidas que usted considera debieran ser aplicadas para compensar por los impactos que la opción de agua ocasionaría.

Cada grupo tendrá un total de 3 horas y 45 minutos para discutir y desarrollar la información solicitada para el medio físico, biológico y socioeconómico. Se le dará la opción a los grupos de desarrollar todos los medios o solamente aquellos de interés para los integrantes. El vocero de cada grupo presentará los resultados.

La intención del taller es que los participantes se sientan responsables en parte por la identificación de posibles impactos y de sugerir medidas de mitigación, validando de esta manera la Evaluación Ambiental realizada.

Esta metodología o técnica a utilizarse en la consulta es el “brainstorming” o lluvia de ideas, la cual se trata de una herramienta de trabajo grupal que facilita el desarrollo de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado. Es una técnica especialmente beneficiosa cuando se busca que los asistentes participen de manera creativa y se genere una buena cantidad de ideas. Su

objetivo es trabajar como grupo para identificar un problema, y hallar, a través de una intervención participativa, la mejor decisión de grupo para un plan de acción que lo solucione.

En el caso particular de la consulta sobre las opciones de agua en la ROCC, contribuye notablemente a:

- Plantear y resolver los problemas existentes
- Plantear soluciones alternativas
- Desarrollar la creatividad
- Discutir conceptos nuevos
- Superar conflictos y contradicciones

El “brainstorming” se inserta en el proceso de consulta, que gira en torno a los siguientes pasos:

Presentación de alternativas

- **Evaluar** las propuestas según sus intereses y el impacto que les cause (desplazados, aislados, aguas abajo, comunidades receptoras, vecinos afectados, otros interesados)

Lluvia de ideas

- **Identificar** los problemas que puedan afectarlos (cómo)
- **Exponer** sus expectativas (qué quiero)
- **Presentar** posibles soluciones (cómo)
- **Establecer** niveles de responsabilidad (quiénes, cuándo y dónde)
- **Determinar** orden de prioridades en el proceso de toma de decisiones posterior a la consulta (quiénes, cuándo y dónde)
- **Elaborar** un plan de acción tentativo que contemple: actividades, recursos necesarios y responsabilidades

La consulta apoyada en una lluvia de ideas hace que los participantes, al concluir ésta tengan una buena idea de qué es lo que quieren, con qué recursos cuentan, cómo sacar ventaja de estos y posibles consecuencias.

Esta metodología del “brainstorming” ya ha sido utilizada previamente en Panamá, específicamente en los Diagnósticos Rurales Participativos del Proyecto Corredor Biológico Mesoamericano del Atlántico Panameño desarrollado por el consorcio ANCON-CEPSA en el 2002 y financiado por la ANAM. La misma fue utilizada para la elaboración de los Planes de Manejo del Parque Internacional La Amistad y del Parque Nacional Volcán Barú.

Cabe mencionar que la metodología del Brainstorming a utilizarse es muy semejante a la metodología y herramienta establecida de participación conocida como “Participatory Rural Appraisal” (PRA). Esta última, es el nombre que se le da al alcance de participación y métodos que enfatizan el conocimiento local y **permiten a la población local realizar sus propias valoraciones, análisis y planes**. La metodología PRA utiliza grupos de animación y ejercicios para facilitar la presentación de la información, el análisis y la interacción entre las “partes interesadas”. El objetivo es permitir a los promotores, a las entidades del gobierno y a las comunidades locales trabajar en conjunto para generar programas apropiados y en contexto con la realidad local.

En la metodología PRA, la participación de las comunidades locales en las actividades es esencial por su valor como método de planificación, así como para difundir el alcance de la participación. Lo mismo ocurre con la metodología del “brainstorming”, en la que la participación de la población es esencial para que así se sientan responsables de la creación de los programas mediante la identificación de posibles impactos y la sugerencia de medidas de mitigación dentro del contexto de su realidad local.

7.5.5 Programa para los Eventos

Los eventos de participación ciudadana serán desarrollados en espacios de dos días de trabajo. El programa para cada evento en específico variará según los participantes. Por ejemplo, el grupo de los desplazados estará más interesado en escuchar sobre reasentamiento que el grupo de aguas abajo. A continuación se presenta una programación típica de los eventos de participación ciudadana (Eventos 1 – 5).

Hora	Contenido	Descripción
DIA 1		
9:00 – 10:00 AM	Introducción	Establecer motivo de la reunión, reglas del taller, premisas subyacentes
10:00 – 11:00 AM	Condiciones en las Subcuencas	Presentación de condiciones existentes en las subcuencas (socioeconómicas, ambientales)
11:00– 11:15 AM	Receso	
11:15 AM–12:00 PM	Opciones de Agua	Presentación de las Opciones de Agua preferidas para las subcuencas. Utilización de mapas afiches, filminas, etc.
12:00 – 1:00 PM	Almuerzo	

Hora	Contenido	Descripción
1:00 – 3:00 PM	Identificación y Evaluación de Impactos	Presentar los impactos de principal interés para el tipo de participante
3:00 – 4:30 PM	Medidas de Mitigación y Compensación	Presentar las medidas de mitigación y de compensación de principal interés para el tipo de participante
DIA 2		
9:00 – 10:00 AM	Repaso del Día 1	Resumen de la información presentada el Día 1
10:00– 10:15 AM	Receso	
10:15 – 12:00 PM	Trabajo en Grupo. Identificación de Aspectos Críticos para las Comunidades	Selección por medio de grupos de trabajo de los principales impactos (positivos y negativos) percibidos por los participantes
12:00 – 1:00 PM	Almuerzo	
1:00 – 3:00 PM	Identificación de Oportunidades y Recomendaciones	Presentación de recomendaciones por parte de los grupos de trabajo para hacer el proyecto ambientalmente y socialmente aceptable
3:00– 3:15 PM	Receso	
4:30 – 5:00 PM	Clausura	Palabras de Clausura

A continuación se presenta un programa recomendado para el Taller de Divulgación de Resultados del Plan de Participación (Evento 6):

Hora	Contenido	Descripción
DIA 1		
9:00 – 10:00 AM	Introducción	Establecer motivo de la reunión, reglas del taller, premisas subyacentes
10:00 – 10:45 AM	Resumen del Plan de Participación	Repaso de las actividades llevadas a cabo como parte del Plan de Participación
10:45– 11:00 AM	Receso	
11:00 AM–12:30 PM	Resultados de la Participación	Presentación de aspectos concretos que fueron modificados como resultado de la

Hora	Contenido	Descripción
		participación ciudadana.
12:30 – 1:30 PM	Almuerzo	
1:30 – 3:00 PM	Identificación de Instancias de Participación	Se realizarán reuniones de trabajo con los participantes para identificar cuáles serían las instancias de participación más adecuadas para darle seguimiento al proceso iniciado
3:00 – 4:30 PM	Evaluación del Plan de Participación	Se aplicará una encuesta a los participantes para juzgar el éxito que el Plan de Participación ha tenido
4:30 - 5:00 PM	Clausura	Palabras de Clausura

La evaluación a la cual se hace mención en la programación antes mencionada para el Evento 6 se llevará a cabo por medio de una encuesta sencilla a los participantes. A continuación se presentan las preguntas que serán realizadas como parte de la evaluación del Plan de Participación:

1. Considera usted que sus opiniones han sido tomadas en consideración como parte del proceso de evaluación de las opciones de agua? Si / No
2. Considera usted que las presentaciones y los grupos de trabajo realizados fueron suficientes para evaluar los temas que le interesan? Si / No
3. Cree usted que la manera como se invitó al taller fue adecuada? Si / No
4. Piensa usted que una opción de agua se puede llevar a cabo exitosamente? Si / No
5. Califique de bueno, regular o malo los siguientes aspectos del Plan de Participación:
 - a. Invitación
 - b. Instalaciones (salón, cuartos, baños, etc)
 - c. Comida
 - d. Personal encargado
 - e. Material presentado
 - f. Resultados obtenidos
6. Considera usted que conoce más acerca de las opciones de agua que se consideran en la ROCC? Si / No
7. Le parecen adecuadas las medidas de mitigación y compensación planteadas? Si / No
8. Apoyaría usted una opción de agua siempre y cuando se garanticen las medidas de mitigación y compensación establecidas en los talleres? Si / No

Los resultados de esta evaluación serán procesados y consignados en un informe.

7.5.6 Cronograma

El Plan de Participación Ciudadana deberá ser ejecutado durante un período total de seis meses según se ilustra en el cronograma al final del capítulo. La lógica de la ejecución del Plan incluye la ejecución de un proceso de participación ciudadana en relación con el Temario “precursor” antes que el Temario de las opciones de agua propiamente dichas y que la ejecución del primero facilitará la ejecución del segundo. Las reuniones asociadas al Temario precursor se ejecutarán durante aproximadamente dos meses mientras que aquellas asociadas al Temario de las opciones de agua se propone que sean ejecutadas en un lapso de cuatro meses.

7.5.7 Evaluación y Análisis

En una consulta siempre hay y debe haber opiniones diversas que se deben respetar. Estas pueden ser un factor positivo si se utilizan constructivamente, porque a menudo revelan aspectos que deberían ser considerados como aportes importantes para la evaluación ambiental. Diferentes grupos de personas traen a las discusiones una diversidad de necesidades, de experiencias y de información.

Los resultados de la participación ciudadana, se analizan en función de los siguientes indicadores:

- **Motivación:** ¿Qué les mueve? Es decir, que elementos les llama la atención para participar en la consulta de acuerdo a su realidad particular. Entre estos se podrían mencionar: la perspectiva de la titulación de sus tierras, de un ordenamiento territorial participativo y de una adecuación normativa e institucional que les dé acceso al crédito y a la explotación de recursos naturales.
- **Oposición:** ¿Qué los lleva a oponerse? Interesa conocer aquellos factores que actúan como limitantes a su participación positiva tanto en la discusión como en la búsqueda de soluciones. Algunos de ellos serían: la pérdida de su seguridad socioeconómica, la incertidumbre ante un mundo desconocido, pérdida de los espacios de la cotidianeidad. Otro sería posiciones políticas
- **Convergencias:** ¿Puntos de acuerdo? Como resultado de la libre discusión surgen medios o procedimientos para solucionar problemas o desavenencias y a resolver la diversidad de

opiniones hasta que se puedan emprender actividades constructivas.

Se propone que como resultado de los eventos de participación ciudadana por realizarse se generen informes que tengan el siguiente contenido:

Introducción. Se presentarán los antecedentes pertinentes para el evento y se explicará el contexto dentro del cual se está realizando el evento de participación.

Participantes. Se proporcionará un listado de las personas invitadas y de aquellos que participaron.

Objetivo. Se indicará cuál fue el objetivo (s) del evento de consulta. Se podrán señalar cuáles fueron los objetivos generales y específicos del evento.

Metodología de Trabajo. Se indicará la metodología utilizada para conducir el evento, para presentar información y para recibir recomendaciones o sugerencias de los participantes.

Información Presentada. Se anexará al documento cualquier información suministrada como parte del evento de participación.

Sugerencias y Resultados. Se indicará de manera resumida cuales son los resultados principales y las sugerencias realizadas por los participantes.

7.5.8 Estrategia de Ejecución

En esta sección se presentan algunos aspectos importantes para la ejecución del Plan de Participación, tales como presupuesto, recursos humanos, organización y productos esperados.

Presupuesto

El presupuesto estimado para la ejecución del Plan de Participación Ciudadana se resume a continuación:

Descripción	Costo
Repartición de Invitaciones	\$12,000
Consulta de Agenda para Talleres	\$6,000
Desarrollo de Material para Talleres	\$7,500

Ejecución de Taller de Participación	\$20,000
Informe del Plan de Participación	\$4,500
Desarrollo de Material para Taller de Divulgación de Resultados	\$3,500
Ejecución de Taller de Divulgación de Resultados	\$4,500
Aplicación de encuesta de opinión sobre resultados del Plan de Participación	\$1,500
TOTAL	\$59,500

Recursos Humanos

Los recursos humanos requeridos para la implementación del Plan de Participación Ciudadana se describen a continuación.

Director. Profesional de las ciencias ambientales / sociales encargado de la ejecución del Plan de Participación. Este profesional deberá tener amplia experiencia en la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental y en la ejecución de Planes de Participación asociados a evaluaciones ambientales. El Director coordinará con todos los miembros del equipo de trabajo para asegurar el cumplimiento de sus funciones.

Técnicos en Ciencias Sociales. Los Técnicos tendrán como responsabilidad primaria la entrega de invitaciones para los eventos de participación. Deberán ser personas con experiencia de campo, preferiblemente en la Región objeto de las actividades de participación.

Sociólogo/Trabajador Social. La responsabilidad del sociólogo (a) o Trabajador (a) Social incluirá la coordinación de los técnicos de las ciencias sociales durante la repartición de invitaciones y consenso de la agenda, además de la ejecución de los talleres de participación.

Especialistas en Ciencias Ambientales. Se requerirá de al menos dos especialistas en las ciencias ambientales quienes manejen bien el temario que será presentado en los talleres. Es decir, deberán conocer los impactos identificados para los medios físicos, biológicos y socioeconómicos, así como las medidas de mitigación / compensación recomendadas.

Especialista en Ingeniería (Descripción de Proyecto). Para la presentación de las opciones de agua se requerirá de personal de ingeniería con un conocimiento avanzado de los proyectos bajo consideración. Este podría ser personal del Departamento de Capacidad del Canal de ACP o alguien designado por ellos.

Personal de Apoyo. Se requerirá de personal de apoyo para la coordinación y logística de los eventos, alquiler de local, coordinación de transporte, etc.

Personal de ACP. Como parte interesada y promotor de las posibles opciones de agua, personal de ACP deberá estar presente durante los eventos de participación. También deberán monitorear las actividades identificadas en el Plan de Participación para asegurar que se lleven a cabo según se ha estipulado.

Al final del capítulo se presenta un organigrama que ilustra los recursos humanos que serían requeridos para la ejecución del Plan de Participación.

Productos Esperados

Los productos que a continuación se mencionan serán generados durante la ejecución del Plan de Participación:

- Invitación
- Listado de Participantes
- Presentaciones para el Taller de Participación
- Resultados del Taller de Participación
- Presentación para Taller de Divulgación de Resultados
- Análisis de Opinión de Participantes

7.6 Resultados Esperados

Aún cuando el Plan de Participación Ciudadana presentado en las secciones 7.1 a 7.5 no fue ejecutado como parte del contrato objeto de este estudio, en esta sección se presenta un “forecasting” o pronóstico de los resultados esperados. Para realizar este pronóstico, se utilizaron datos existentes del proceso de participación ciudadana y divulgación de información llevado a cabo por la ACP a través de talleres y reuniones. A partir de estos datos se derivaron o proyectaron las posturas o resultados esperados de los posibles afectados una vez que se ejecute lo planteado en el Plan de Participación Ciudadana.

El objetivo general de este pronóstico es extrapolar o extraer las posibles respuestas o reacciones específicas de los afectados ante las situaciones previstas en el Plan de Participación Ciudadana para las opciones de agua a través del conocimiento adquirido durante la participación ciudadana y divulgación de información llevada a cabo por ACP.

7.6.1 Interpretación de la Representatividad que Tienen las Actividades ya Realizadas vs las Propuestas

En las reuniones propiciadas por la ACP, con amplia participación de las comunidades de la ROCC, como se ha mencionado anteriormente, asistieron mayoritariamente miembros de organizaciones funcionales (Autoridades locales, delegados comunitarios, Caritas, miembros de comités/ clubes), las que se caracterizan por surgir ante problemas específicos que afectan a la comunidad.

Estas reuniones realizadas contribuyeron a crear condiciones para el diálogo en el marco de un ambiente participativo. En todas se habló de los problemas de la región y de la promoción de una ley campesina y no se tocaron temas relacionados a opciones específicas de agua en la Región. Debido a que la ACP todavía estaba y todavía está estudiando las distintas opciones de agua, no se consideró adecuado abordar temas de opciones en específico. Por tanto, los cuestionamientos planteados en las reuniones realizadas son básicos y más que nada de tipo informativo. Los problemas ambientales discutidos reflejan la situación de la cuenca en general. Sin embargo, en distintos eventos salieron a relucir algunos de los impactos que pudieran afectar a los pobladores en el caso de darse alguno de los proyectos de embalse, y desde ese punto de vista se pueden sacar elementos representativos para concretar o extrapolar resultados a una posible consulta ciudadana específica para los temas de embalse.

En la participación ciudadana que se propone, inicialmente se hará referencia a las preocupaciones y propuestas hechas en los encuentros/ talleres a fin de darle continuidad al trabajo de acercamiento realizado por la ACP y sacar provecho de ese ejercicio consultivo realizado. Por otra parte, se quiere enviar el mensaje de que lo discutido en ese momento no ha perdido vigencia y que se le dará seguimiento por medio de los canales apropiados. Posteriormente, se presentan y discuten los temas específicos que le competen a la ACP en cuanto al Plan de la Modernización del Canal, especialmente las opciones de embalse.

7.6.2 Limitación y Riesgo del Análisis

Algunas de las limitaciones y riesgos que se pronostican puedan generarse del análisis planteado son los siguientes:

- El proceso de divulgación de información y participación llevado a cabo hasta la fecha no ha sido específico para opciones de agua. No se ha consultado a las personas que serían realmente afectadas en caso de desarrollarse alguna de las opciones de agua. Por tanto,

los resultados estimados son una extrapolación de los resultados obtenidos de las personas consultadas hasta el momento. Como se ha indicado anteriormente, la participación ciudadana realizada hasta la fecha no ha incluido el tema de opciones de agua ya que la ACP todavía estudia diversas alternativas para incrementar la capacidad del Canal. En resumen, todavía no es el momento adecuado para realizar una consulta sobre las opciones de agua.

- La información con la que se cuenta es el producto de la participación ciudadana y divulgación de información realizada hasta la fecha por ACP, la cual ha sido de carácter general. De esta información de carácter general, el análisis propuesto extrae resultados específicos.
- Al extrapolar resultados, existe el riesgo de no tomar en cuenta posturas y preocupaciones del sector de la población que más se vería afectado.

7.6.3 Análisis de la Consulta Según: Motivación, Oposición y Posibles Convergencias

Los temas que se describen a continuación han sido ampliamente desarrollados en el Capítulo 4.0, por tanto, en este sentido se hará referencia a ellos para explicar la postura pronosticada de los afectados frente a estos temas, tomando como base los documentos existentes de las consultas realizadas por la ACP en el área.

Impacto Ambiental de Posibles Embalses

Basado en los comentarios y posturas identificadas durante el proceso de participación y divulgación de información, se puede afirmar que en términos generales el impacto ambiental que pudiera ocasionar una opción de agua no sería un punto de preocupación significativo por parte de la población de la ROCC. Esta aseveración se basa en el hecho que los habitantes de la región reconocen que los recursos del área están sumamente degradados. Por consiguiente, cuando analicen información sobre posibles opciones de agua en un futuro, no se anticipa que el tema ambiental sea de gran importancia para ellos.

Adicionalmente, el tema de la afectación de los recursos naturales es un factor que no ha motivado la participación en los encuentros. Por el contrario, la participación de los campesinos del área fue motivada por el interés de plantear sus problemas y ver las posibilidades de resolver alguno de ellos. Su preocupación se centró en situaciones relativas a la tenencia de la tierra, la titulación, y la coordinación con otras instituciones para atender los problemas de las comunidades.

En conclusión, en términos generales a estos grupos campesinos los mueve la perspectiva de la titulación de sus tierras y la construcción de infraestructura que les permita el acceso a los recursos y beneficios de la sociedad. Sin embargo, este es un tema delicado, que en su momento va a generar oposición, sobretodo considerando la ingerencia de “otros” interesados, como el caso de grupos políticos fuera de la ROCC.

Impacto Ambiental y Económico de la Disminución del Caudal de Agua de los Ríos

El tema es de suma importancia ya que afectaría a comunidades localizadas aguas abajo, que constituyen un número significativo de poblaciones. Estas poblaciones se verán afectadas en la medida en que disminuya el caudal de agua de los ríos ya que sus medios de vida pueden verse seriamente afectados, específicamente su medio de transporte y de comercio. Se prevé que este será un tema importante de discusión en la medida en que se den detalles de las opciones de agua. Se asume que generará incertidumbre, lo que podría llevarlos a cuestionar el proyecto.

La Pérdida de Tierras y Recursos

En todas las reuniones / talleres celebrados, la pérdida de tierras y recursos se convierte en uno de los temas principales, y por tanto se convierte en el impacto de mayor preocupación de los pobladores, ya que la tierra es su única fuente de ingreso para sobrevivir. Para el campesino, la legalización de sus tierras se ha visto como la preocupación fundamental, y por tanto ha surgido el programa de titulación de tierras. Sin embargo, esa motivación ha sido limitada por la desconfianza hacia la ACP, ya que el programa de titulación es visto por algunos, en especial la Coordinadora Campesina Contra los Embalses, como un mecanismo de la ACP para cuantificar las tierras de cada campesino y así diseñar su programa de compensación.

El consenso que se extrae de las consultas realizadas entre los pobladores se refleja en su preocupación por la tenencia de la tierra y logro de títulos de propiedad.

Se pronostica que este impacto afectará particularmente a los “desplazados”, quienes tendrían que ser reubicados por la inundación. La pérdida no es solo de sus tierras de cultivo y de caza, sino del entorno tradicionalmente conocido que les brinda confianza y protección. Se trata de un impacto que les afectaría sus vidas de manera integral. Los “aislados” sufrirían parcialmente la pérdida de algún recurso o beneficio social al verse afectado su acceso a ciertos servicios (salud, educación), áreas de caza/ pesca, tierras de cultivo. Para el pequeño agricultor esta situación lleva a la pérdida de la base de su sustento, así como de ingresos. Incluso la pérdida parcial de tierras o el acceso a ellas puede afectar económicamente a la familia del pequeño productor.

Una consecuencia directa a la pérdida de tierra y recursos es la reubicación de la población afectada, lo que supone la disponibilidad de tierras para adjudicárselas a estas familias. Por otra parte cabe resaltar el impacto que a su vez dichas poblaciones ocasionarían en los lugares en donde se les reubiquen, haciendo presión sobre los escasos recursos con que cuentan. La relocalización, sobre todo de poblaciones que dependen tanto del medio, implica el abandono del lugar conocido que se sustenta en redes de solidaridad que no pueden fácilmente volver a ser recreadas. Por eso es necesario indicar los posibles riesgos para la población afectada, y cuantificar con la mayor precisión posible el número de personas que serían afectadas por una opción de agua. La actitud y expectativas de la población afectada variarán de acuerdo a los obstáculos sociales y culturales que surjan para llevar a buen término el proceso de reasentamiento. Este tema en específico es ampliamente discutido en los capítulos de identificación y evaluación de impactos y el Plan de Manejo Ambiental.

Pérdida de Identidad Sociocultural

De llevarse a cabo los embalses, estos producirían una serie de impactos o consecuencias difícilmente cuantificables que afectan las condiciones socioculturales de las comunidades. Extrayendo resultados de la información obtenida hasta el momento, se estima que esto preocuparía a los moradores. El desplazamiento de la población y su reubicación conlleva pérdida de lazos familiares, de amistades, del sentido de pertenencia al lugar y genera una gran incertidumbre. Los campesinos pobladores de estas comunidades tienen muchos años de residir en la región, muchos han nacido allí, por lo que se verían afectados al romperse las redes de apoyo y al cambiar de un entorno conocido a uno desconocido.

La Pérdida de Otras Formas de Ingreso Diferentes a la Agricultura

La pérdida de otras formas de ingreso es un factor que motivará la participación de la población en el proceso de consulta a realizarse, ya que al igual que sus tierras y viviendas, los campesinos artesanos o dueños de negocios podrían perder su medio de vida. Además, algunos grupos quedarían sin acceso a sus fuentes de ingresos si son trasladados a otro lugar. La pérdida de acceso a recursos comunes, como tierras de pastoreo, bosques y lugares de pesca, podría afectar gravemente el ingreso o la base de subsistencia de algunos grupos, especialmente a los pequeños agricultores tradicionales. El impacto que se ocasionaría por la pérdida de producción ha sido evaluado en el capítulo de impactos y las medidas de mitigación / compensación asociadas fueron presentadas en el Plan de Manejo Ambiental.

Tipo de Posible Indemnización

Se anticipa que este tema será uno de los temas más problemáticos, ya que supone la consideración no solo de los bienes materiales: tierras, vivienda y enseres, sino también las pérdidas socioculturales que son difíciles de cuantificar.

Se anticipa que los miembros de las comunidades afectadas van a solicitar que se tomen en consideración la distancia de la vivienda afectada a los lugares de trabajo y servicios básicos, tales como escuelas, centros de salud, mercados y centros comunitarios. Otro elemento a tomarse en cuenta en este proceso es el uso de la tierra. Tierras agrícolas, tierras de pastoreo y otros fines comerciales. Tierras comunes, ríos y quebradas, cuando proceda, con un inventario de la flora y fauna que tenga importancia económica y para la alimentación.

La indemnización es un proceso delicado y conflictivo. Las partes interesadas pueden generar actitudes negativas y expectativas que no pueden ser satisfechas, por ejemplo en cuanto los lugares de reasentamiento, las soluciones de vivienda y las nuevas oportunidades económicas. Por otra parte pueden también surgir obstáculos sociales y culturales para llevar a buen término el reasentamiento como la existencia de lugares de importancia cultural y apego al lugar.

A fin de mitigar el conflicto que pueda darse ante esta situación, se sugiere realizar un inventario de la tierra y los bienes personales que serían afectados por una opción de agua, lo que puede hacerse con la participación de la comunidad. Inventario que contemple: características físicas de la tierra, infraestructura, casas y otras propiedades, tamaño estimado, antigüedad y tipo de construcción, características estructurales, estado de mantenimiento, estimaciones del valor de reposición. De igual manera se debe realizar un inventario de espacios públicos o comunes, infraestructura u otros recursos productivos o sociales que se perderán: escuelas, centros de salud, iglesias, tierras comunes de pastoreo, acceso a bosques, zonas de pesca.

Otros Temas Propuestos por los Participantes

Otra situación que preocupa a los participantes son las condiciones de salud de las comunidades. Esta es una de las necesidades más sentidas ya que existen pocos centros de salud, algunos distantes, teniendo la gente que caminar a veces mas de dos horas. Además, algunos de los centros no cuentan con personal ni medicamentos para brindar los primeros auxilios al enfermo.

Dado el difícil acceso al área, carecen de una infraestructura educativa adecuada. La que existe actualmente está muy deteriorada y faltan materiales, libros de textos y maestros. Esta es una

situación que demanda ser mejorada y es de interés de los moradores que se aproveche la coyuntura para ofrecer un mejor servicio educativo a los niños de la región.

La calidad del agua es otro tema que preocupa a los moradores. Los acueductos rurales que les sirven el agua no garantizan la potabilidad de la misma. Estos no cuentan con el proceso de clorinación del agua. Además, han resaltado que la calidad del agua es afectada por la contaminación de los ríos debido al uso de plaguicidas en áreas aledañas. Ambas situaciones causan serios problemas de salud, tales como diarreas, vómitos y parásitos.

Otro punto de gran importancia es la creación y rehabilitación de caminos de penetración; esta es una necesidad vital para lograr el acceso a la salud, la educación y para la comercialización de los productos. Es un tema que va a surgir aun dentro del marco de la discusión de las opciones de agua.

7.6.4 Resultados Esperados de la Ejecución de un Plan de Participación

Una vez analizado el trabajo de participación ciudadana y divulgación de información llevado a cabo por la ACP y evaluado el alcance propuesto para el Plan de Participación Ciudadana de las opciones de agua, se pueden hacer ciertas suposiciones sobre los resultados que arrojaría la ejecución del mencionado Plan. Estas suposiciones o proyectos se han organizado en Propuestas, Oposiciones y Resultados Específicos: Perjuicios-Beneficios.

Propuestas

Fruto de la consulta debe producirse propuestas que faciliten la convergencia o puntos de acuerdo entre los pobladores y la ACP. Tomando como base las consultas ya realizadas y el alcance del Plan de Participación Ciudadana para las opciones de agua, se pueden esperar planteamientos como los siguientes:

- La creación de un comité que incluya campesinos, funcionarios de la ACP y autoridades y que garantice el cumplimiento de lo acordado en las reuniones,
- La continuación del proceso de titulación de tierras,
- Que se promueva el mejoramiento de la infraestructura, como la construcción/mantenimiento de las principales vías de comunicación,
- Que se mejoren los servicios de salud y educación,
- La firma de un compromiso entre las partes donde se describan y se asegure la aplicación de medidas de compensación, indemnización, mitigación en donde se tomen en cuenta las

necesidades reales de los afectados y se les ofrezca amplia participación en la toma de decisiones,

Oposiciones

Tomando como base el proceso de participación y divulgación de información realizado hasta el momento por la ACP y analizando los planteamientos y oposiciones de los participantes, durante la ejecución del Plan de Participación se podrían esperar las siguientes objeciones:

- Los embalses no son necesarios para la ampliación del Canal,
- La duda o incertidumbre de una reubicación aceptable por los desplazados dentro de la ROCC,
- La insatisfacción por el grado de indemnización a las familias impactadas no desplazadas,
- La pérdida no sólo de la tierra, sino también la disminución en la cantidad de agua disponible para la navegación, cultivo y consumo,
- La falta de compensación a los impactos no cuantificables como aquellos relativos a los sociocultural,
- Fuerte oposición entre los opositores abiertos que acusan a la ACP de manipular el programa de titulación como estrategia para expropiarlos,
- Oposición a los impactos ambientales, especialmente de grupos políticos interesados fuera de la ROCC,
- Oposición por la distribución de los beneficios del Canal y del proyecto, dado que las comunidades locales y/o los asesores de éstas, consideran que si bien el canal proporciona beneficios socioeconómicos a Panamá, ellos no han visto beneficios de los mismos, puesto que se encuentran en un fuerte estado de abandono por parte de todas las instituciones del Gobierno,
- El sentimiento de que ellos son los únicos perjudicados del proyecto, dado que la sola presencia del Canal más bien restringe el acceso por la costa norte lo que ha frenado el desarrollo de éstas comunidades, y por tanto el que puedan ser beneficiados por el proyecto o por un Canal expandido, ampliado y modernizado es difícil de aceptar,
- Arbitrariedad Institucional, dado que las comunidades consideran arbitraria la decisión de la Asamblea Nacional de aprobar la Ley 44 sin tomar en cuenta la opinión de las comunidades,
- Ambigüedad Institucional, dado que los pobladores consideran que entre la ACP y el Gobierno no se ponen de acuerdo de quien es el responsable directo de no

haber comenzado a hacer algo para mejorar las condiciones de vida de las comunidades,

- Falta de Confianza, dado que todos los temas anteriores generan desconfianza tanto entre los opositores abiertos que acusan a la ACP de manipular el programa de titulación como estrategia para expropiarlos, como de los anuentes a colaborar que quieren ver algo tangible para poder creer.

7.6.5 Resultados Específicos: Perjuicios – Beneficios

Entre los resultados específicos (perjuicios y beneficios) esperados de la implementación del Plan de Participación de las opciones de agua se destacan los siguientes:

Los beneficios asociados a la implementación del Plan de Participación se presentan a continuación:

- Facilitará el diseño, presentación y discusión de planes de mitigación, compensación, y reasentamiento, así como compromisos y condiciones para la ejecución de los mismos;
- Permitirá una participación activa de distintos segmentos sociales (mujeres, jóvenes y ancianos) ya que serían identificados durante el proceso de invitación a los eventos programados;
- Permitirá la aclaración de dudas e interrogantes de los pobladores frente a opciones de agua, medidas de mitigación, medidas de compensación, reasentamiento, etc.;
- Permitirá el diálogo directo y comunicación abierta entre las partes;
- Esclarecerá los temas asociados a la ampliación del canal y a las opciones que están siendo consideradas en la región (acabar especulación);
- Establecerá compromisos formales y cronograma de actividades para la implementación;
- Facilitará el surgimiento de nueva dirigencia campesina con mayor disposición al dialogo.

Los perjuicios que podrían asociarse a la implementación del Plan de Participación incluyen:

- Se podría ahondar o reavivar conflictos con grupos o personas opuestas al diálogo y/o a cualquier opción de agua en la región;
- Polarización de la población ante las propuestas;
- Aparición de conflictos entre los pobladores;
- Surgimiento de nueva dirigencia campesina más radicalizada;

- La aparición de nuevos grupos “interesados” (fuera de las comunidades) buscando beneficios propios.

7.6.6 Conclusiones y Recomendaciones

A continuación se describen las conclusiones y recomendaciones extraídas del análisis realizado, tomando como base las reacciones y respuestas obtenidas del proceso de divulgación de información y participación ciudadana llevado a cabo por la ACP en la ROCC, y el análisis del alcance del Plan de Participación Ciudadana desarrollado para las opciones de agua.

Conclusiones asociadas a la ejecución del Plan de Participación:

Una vez sea implementado el Plan de Participación Ciudadana propuesto, podrá lograrse:

- La identificación de los sujetos sociales más representativos y la obtención de una amplia participación;
- La ampliación del proceso de consulta a las bases de las comunidades;
- Controlar la desinformación a través de la presentación del impacto real de opciones específicas;
- El establecimiento del contacto directo y comunicación abierta entre las partes; y
- El establecimiento de mecanismos y cronogramas de compromisos entre las partes;

Conclusiones asociadas al análisis realizado:

Del análisis realizado a los resultados obtenidos del proceso de participación y divulgación de información llevado a cabo por la ACP en la ROCC se extraen las siguientes conclusiones:

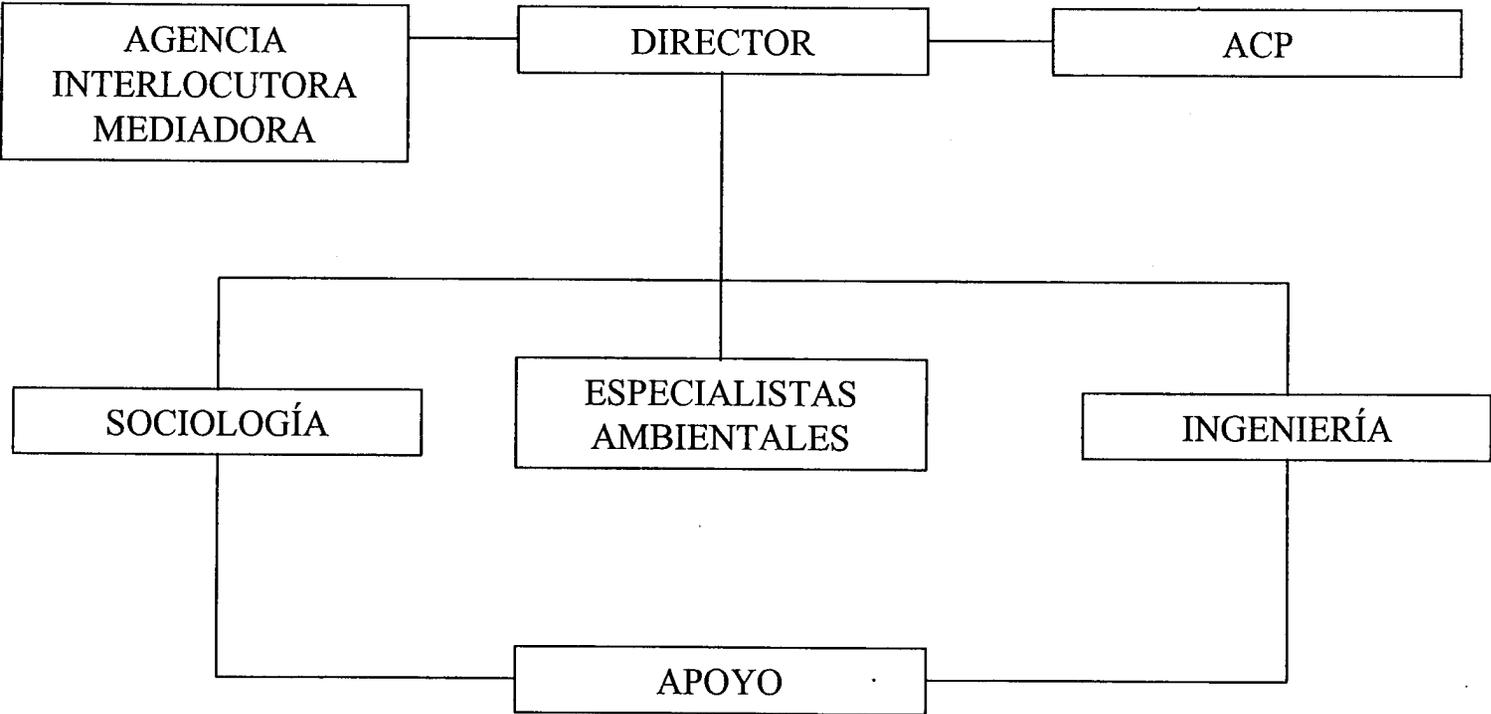
- La información existente generada por el proceso de participación llevado a cabo hasta la fecha permite la identificación de algunas de las posturas que se pudieran manifestar durante la ejecución del Plan;
- Las posturas que se han podido identificar no necesariamente abarcan las posturas u opiniones de todos los grupos identificados como participantes en el proceso de consulta (desplazados, aislados, comunidades aguas abajo, etc.);
- El análisis realizado es un buen indicador de los temas a los que se debe prestar especial atención durante la ejecución del Plan de Participación.

- En términos generales, las preocupaciones de los pobladores se centran en los temas relacionados a la tenencia / titulación de las tierras y en la construcción de infraestructura para cubrir necesidades básicas, por encima de los temas ambientales.

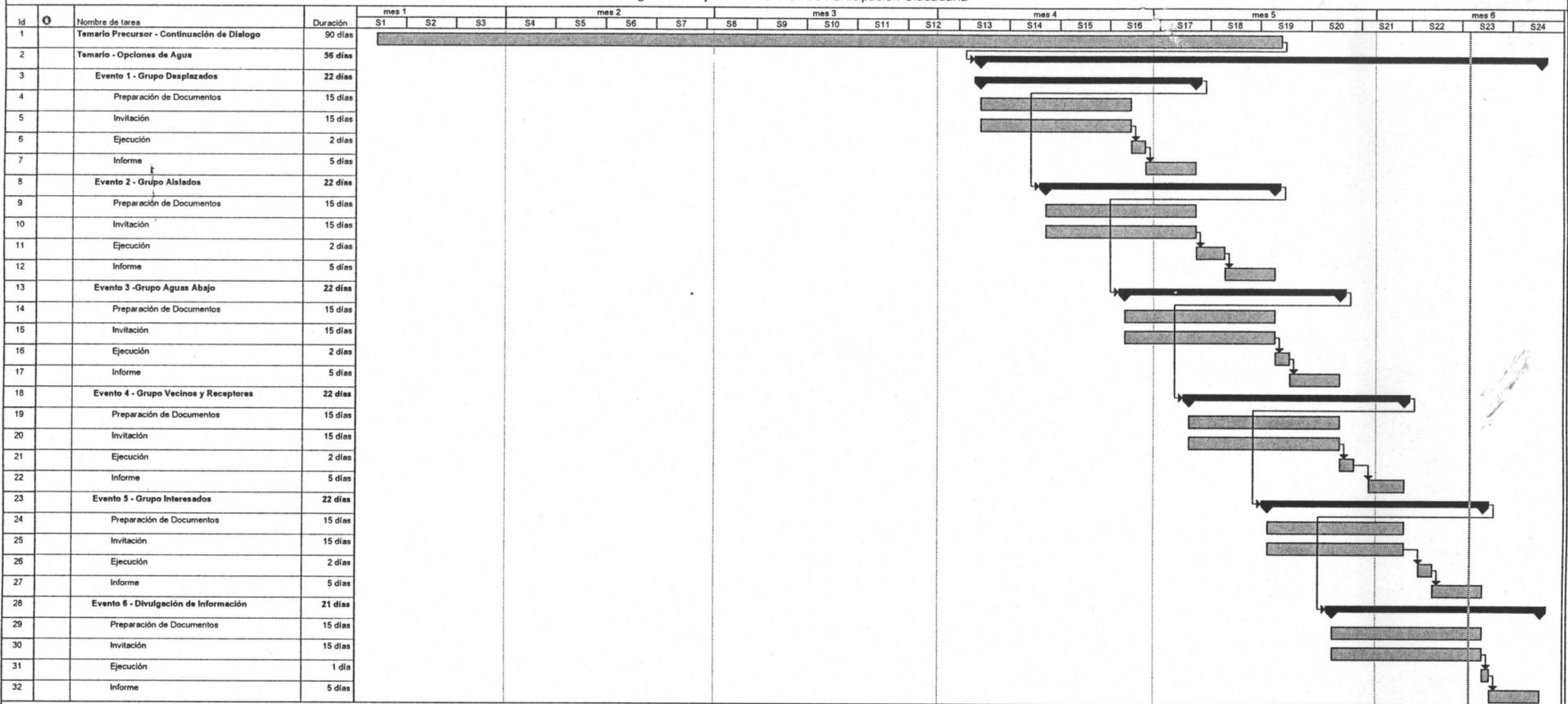
Recomendaciones:

Después de analizar la información existente y de realizar el análisis descrito anteriormente, se pueden realizar las siguientes recomendaciones con miras a que el proceso de participación sea exitoso:

- Se recomienda la ejecución de un Plan de Participación Ciudadana una vez se avance sobre el proceso de toma de decisión sobre la expansión del canal.
- Llevar a cabo un Plan de Ordenamiento Territorial como parte de un Programa de Desarrollo Sostenible de la Región
- Desarrollar un Plan de Manejo Integral para la Cuenca del Canal de Panamá
- Continuar el proceso de participación ciudadana y divulgación de información en la Región Occidental
- Identificar posibles mecanismos institucionales para brindar soluciones a los problemas identificados por los habitantes de la Región durante el proceso de participación y divulgación de información llevado a cabo por ACP.



Cronograma de Ejecución del Plan de Participación Ciudadana



Tarea [Barra horizontal] Progreso [Barra horizontal con flecha] Resumen [Barra horizontal con flecha] División resumida [Barra horizontal con flecha] Progreso resumido [Barra horizontal con flecha] Resumen del proyecto [Barra horizontal con flecha]

División [Dotted line] Hito [Diamante] Tarea resumida [Barra horizontal] Hito resumido [Diamante] Tareas externas [Barra horizontal]

BIBLIOGRAFÍA

1. Abele, L & N. Blum. 1977. *Ecological aspects of the freshwater decapod crustaceans of the Perlas Archipelago*, Panamá. *Biotropics* 9(4): 239 – 252.
2. Ackermann, W.C. & G.F. White; E.B. Worthington & J.L. Ivens. 1973. *Man made lake: their problems and environmental effects*. Geophysical Monograf 17. Washington D.C.
3. Adames, A; R. Goodyear, Moodie, G & R. Pacheco. 1978. *Limnología*. Pp. 65 – 72 en: Lago Bayano: Formación, manejo y control. Mesa redonda organizada por el IRHE. 11 – 13 enero 1978. Panamá . 175 p.
4. ANAM, Manual Operativo de Evaluación de Impacto Ambiental
5. Banks, D.C. 1978. "Study of Clay Shale Slopes Along the Panama Canal, Supplemental Report: A Reanalysis of the East Culebra Slide, Panama Canal," Technical Report S-70-9, U.S. Army Engineers Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi.
6. Banks, D.C. 1975. "Study of Clay Shale Slopes Along the Panama Canal, Report 3: Engineering Analysis of Slides and Strength Properties of Clay Shales Along the Gaillard Cut," Technical Report S-70-9, U.S. Army Engineers Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi.
7. Bates, Robert 1989. *The Structuring Influence of Capital in Societies Based on Kinship*. Durham, NC: Duke University Program in Political Economy.
8. Bayley, P. 1986. *Fisheries assessment in Panama reservoirs consultants report to FAO*. TCP/PAN/4504, 19p.
9. Brand, E.W. 1981. "Some Thoughts on Rain-Induced Slope Failures," Proceedings of the Tenth International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Stockholm, Volume 3.
10. Brand, E.W. 1982. "Analysis and Design in Residual Soils," Proceedings of the ASCE Geotechnical Engineering Division Specialty Conference on Engineering and Construction in Tropical and Residual Soils.
11. Briceño, J & J. Martínez. 1986. *Ictiofauna del río Chiriquí*. (42 –56), en: Hernández & Dcroz. (eds). Evaluación ecológica del río Chiriquí en relación a la construcción de la represa Edwin Fabrega. 80 p.
- 11.a Briceño, J & V. Martínez. 1983. *Ictiofauna nativa del Lago Bayano* (pag 27 – 31) en: Ecosistema del Lago Bayano: un embalse tropical. 1983. Candanedo & Dcroz (eds) Publicación técnica del IRHE. 38 p.

12. Briceño, J 1981. *Ictiofauna del lago Alajuela y sus afluentes*. Con Ciencia N°2, Vol VIII: pp. 15-19.
13. Bussing, W. 1998. *Peces de las aguas continentales de Costa Rica*. Revista de Biología Tropical. Vol. 46 (junio 1998) supl. 2. Editorial de la Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 468 p.
14. Candanedo, C & L. Dcroz. 1983. *Ecosistema del Lago Bayano: un embalse tropical*. Publicación técnica del IRHE, 38 p.
15. Candanedo, C. 1978. *Lago Bayano: Formación, manejo y control*. Pp. 1 –19. en: Lago Bayano: Formación, manejo y control. Mesa redonda organizada por el IRHE. 11 – 13 enero 1978. Panamá . 175 p.
16. Castagnino, W.A., y V. Mendoza. 1986. Proyecto “Jaime Roldós Aguilera.” Programa de Estudios de Calidad de Aguas. CEDEGE. Guayaquil. Ecuador.
17. CEPIS. 1991. Metodologías simplificadas para la evaluación de eutrofización en lagos cálidos tropicales. Programa Regional CEPIS/HPE/OPS 1981-1990. Henry Salas y Paloma Martino.
18. Chow, Ven Te, Maidment, David R., and Mays, Larry W., “*Applied Hydrology*”, McGraw-Hill, Inc., New York, 1988.
19. [COB, 2003]: *Río Toabre Water Transfer Project, Feasibility Study*, prepared by Coyne et Bellier, June 2003.
20. Comisión Mundial de Represas. 2000. Informe de la Comisión Mundial de Represas.
21. Cooke, R & G. Tapia. 1994. *Marine and freshwater fish amphidromy in a small tropical river on the pacific coast of Panama: a preliminary evaluation based on gillnet and hook and line captures* (pp 99 – 106) in: Fish exploitation in the past. Proc. of 7th meeting of ICAZ fish remains working group. Van Neer (eds) Musee Royal de LAfrique Centrale, Belgique.
22. Cooke, Richard y Luis Alberto Sánchez 2003. *Panamá prehispanica: tiempo, ecología y geografía política (una brevisima síntesis)*. Artículo en el sitio de Internet de The Smithsonian Tropical Research Institute.
23. Cooke, Richard G.1984. *Archaeological Research I Central and Eastern Panama: A Review of Some Problems*. In The Archaeology of Lower Central America, edited by F.W. Lange and D.Z. Stone, University of New Mexico Press, Albuquerque, pp. 263-302.
24. Cooke, Richard G. y Anthony J. Ranere 1992. *Prehistoric human adaptations to the seasonally dry forests of Panama*. World Archaeology 24:114-133.

25. Cooke, Richard G., John Griggs, Luis Sánchez, Claudia Díaz, y Diana Carvajal 2001. *Literatura y Documentación Escrita sobre los Recursos Culturales e Informe de Muestreo de Campo de la Fase I de la Investigación e Informe de los Sitios de Recursos Culturales en las Tierras Bajas*. Estudio Auspiciado por el Autoridad del Canal de Panamá (ACP).
26. DCroz, L & J.B. Del Rosario. 1983. *Macroinvertebrados Bénticos en el Lago Bayano: en Ecosistema del Lago Bayano: un embalse tropical*, Candanedo & Dcroz (eds). Publicación técnica del IRHE.
27. Del Rosario, J. & Y. Aguila. *Invertebrados Bénticos del Estuario del Río Chiriquí: en Hernández & Dcroz. (eds). Evaluación ecológica del río Chiriquí en relación la construcción de la represa* Edwin Fabrega, 1986.
28. Durston, John (1999a) "*Construyendo Capital Social Comunitario*", Revista de la CEPAL, N 69.
29. Eagleson, P.S. 2002. *Ecohydrology : Darwinian expression of forest form and function*, Cambridge University Press.
30. Galindo, P, Brandariz, C, Johnson, C & J. Molina. 1978. *Epidemiología*. Pp. 103 – 115. En: Lago Bayano: Formación, manejo y control. Mesa redonda organizada por el IRHE. 11 – 13 enero 1978. Panamá . 175 p.
31. Gass, Saul I. 1985. *Linear Programming: Methods and Applications*. 5th Edition. New York, International Thompson Publishing.
32. Giovagnoli, Marco 1995. "*The Social Construction of the Environment. Ecological Rationale and Self-Sustainability of Anthropical Processes*" en: Varios: Theory and Practice of Self-Sustainable Planning in Italy, Kluwer,Dordrecht, The Netherlands.
33. Global Water Partnership 2000. *Integrated Water Resources Management*. Tac Background Papers No. 4.
34. Godfrey, R. & J. Wooten. *Aquatic and Wetland Plants of Southeastern United States*. Monocotyledons. The University of Georgia Press. Athens, Georgia. 712 p.
35. Gómez, L. 1984. *Las plantas acuáticas y anfibias de Costa Rica y Centroamérica*. Editorial Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica. 430 p.
36. Goodyear, R. 1982. Migración Masiva de un Camarón de Río Atyidae (*Atya crassa*) como Consecuencia del Cierre del Río Bayano, Republica de Panamá. ConCiencia. Vol (2): 8-9.
37. Gutierrez, R., Amores, R, González, R, Navas, D, Korytkowshki, C & H. Barrios. 1995. *El Inventario Biológico del Canal de Panamá*. IV. El estudio de aguas continentales y

- entomológico. Scientia. Vicerrectoría de Investigación y postgrado. Universidad de Panamá. 200 p.
38. Haberland, W. 1984. *The Archaeology of Greater Chiriqui*. In *The Archaeology of Lower Central America*, editado por F.W. Lange and D.Z. Stone, University of New Mexico Press, Albuquerque, pp. 233-262.
39. Hamilton, L.S. and P.N. King, 1983. *Tropical Forested Watersheds: hydrologic and soils response to major uses or conversions*, Westview Press.
40. Hernández, D. & L. Dcroz. 1986. Evaluación Ecológica del Río Chiriquí en Relación con la Construcción de la Represa Edwin Fabrega, 80 p.
41. Holthius, L. 1952. *The subfamily palaemonidae*. A general revision of the palaemonidae (crustacea: decapoda: natantia) of the Americas. Allan Hancock Found. Occ.Pap. N° 12.
42. International Finance Corporation 1986. *Cultural Property*. Operational Policy Note OPN 11.03.
43. Jackson, D. & G. Marmulla. 2002. *The Influence of Dams on River Fisheries*. WCD Thematic Reviews. Environmental Issues. World Commission on Dams Report.
44. Joly, L. 1981. *Empleo del Piper auritum en la alimentación y pesca del Brycon chagrensis*. ConCiencia N° 2. Vol VIII: 7 –10.
45. Kingsley, Thomas Joseph B. McNeely and James O. Gibson 1997. *Community Building: Coming of Age*, Urban Institute.
46. Kretzmann, John and John L. McKnight 1990. *Mapping Community Capacity*, Institute for Policy Research, Northwestern University
47. Leentvaar, P. 1983. *Alto Sinú hydroelectric project in Colombia; possible consequences for the environment*. Hydrobiol, 120:241 – 248.
48. Lewis. D. 1974. *The effects of the formation of the Lake Kainji (Nigeria) upon the indigenous fish population*. Hydrobiol. 45(2-3): 281 – 301.
49. Lewis, J.B, J.Ward & A. MCIver. 1966. The breeding cycle, growth and food of the freshwater shrimp **Macrobrachium carcinus**. Crustaceana 10: 48 – 55.
50. Linares, O. 1979. What is Lower Central American Archaeology? Annual Review of Anthropology 8:21-43.
51. López, M. 1978. *Migración de la sardina Astyanax fasciatus (Characidae) en el Río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica*. Rev. Biol. Trop., 26:261 – 275.

52. Louis Berger Internacional, Inc. *Manejo Integral de la Cuenca del Bayano, Subcuenca del Río Majé y Áreas Adyacentes al Embalse*, 1999.
53. Louis Berger International, Inc., Universidad de Panamá, STRI, *Recopilación de Datos Ambientales y Culturales de la Región Occidental de la Cuenca del Canal de Panamá*, 2003.
54. Lowe-McConell, R.H. 1973. *Reservoirs in relation to man fisheries in manmade lakes: their problems and environmental effects*, Ackermann et al. (eds). Geophysical monograph 17.
55. Lucena, C. 2000. *Revisao taxonómica e filogenia das especies transandinas do género **Roeboides** Gunther (Teleostei:Ostariophysi:Characiformes)*. Comun. Mus. Cienc. Tecnol. PUCRS Ser. Zool. Porto Alegre. V.13: 3 –63.
56. Lutton, R.J. "Study of Clay Shale Slopes Along the Panama Canal, Report 2: History, Geology, and Mechanics of Development of Slides in the Gaillard Cut, Volume I: Text," Technical Report S-70-9, U.S. Army Engineers Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi, 1975.
57. Maidment D.R., 1993. *Handbook of Hydrology*, McGraw-Hill, New York.
58. *Mapa Geológico de la República de Panamá*, 1991. Hoja No. 3, Norte de Veraguas, Colón y Coclé, Escala 1:250,000, Dirección General de Recursos Minerales, Ministerio de Comercio e Industrias.
59. Maturell, J.C & Bravo, R. *Cambios en las Pesquerías y la Ecología de los Lagos Gatún y Alajuela*. Regional Symposium on Reservoir Fisheries of Latin America. Comisión de pesca continental para América Latina. Habana, Cuba. 1994.
60. Meek, S.F. & S.F. Hildebrand. 1916. *The fishes of the freshwaters of Panama*. Field Mus. Nat. Hist. Zool. Ser., 10: 217 – 374.
61. Méndez, M. 1981. *Clave de identificación y distribución de los langostinos y camarones (crustacea:decapoda) del mar y ríos de la costa del Perú*. Bol. Instituto del Mar del Perú. Vol 5: 170 p.
62. Mendoza, R. & J.E. González. 1991. *Plantas Acuáticas de Panamá*. Editorial Universidad de Panamá. Panamá. 224 p.
63. Morales, R. 2002 *Panamá: Panamá Actual de las Pesquerías Panamés un Enfoque Normativo y Productivo Nacional*. Panamá (MIDA documento técnico), 2002.
64. Morris, F, Pasco R & E. Rivera. 1978. *Control químico de las plantas acuáticas*. Pp. 27 – 29.en: Lago Bayano: Formación, manejo y control. Mesa redonda organizada por el IRHE. 11 – 13 enero 1978. Panamá . 175 p.

65. [MWH, 2003]: Río Indio Water Supply Project, Feasibility Study, Volume 1, prepared by MWH in association with Tams Consultants, Inc., Ingeniería Avanzada, S.A. and Tecnilab, S.A, April 2003.
66. [MWH, 2003b]: *Río Caño Sucio Water Supply Project, Feasibility Study, Volume 1*, prepared by MWH in association with Tams Consultants, Inc., Ingeniería Avanzada, S.A. and Tecnilab, S.A, April 2003.
67. NRC. 1982. *Ecological Aspects of Development in the Humid Tropics*. Committee on Selected Biological Problems in the Humid Tropics. National Research Council National Academy Press. Washington.
68. Payne, AI. 1986. *The Ecology of tropical lakes and rivers*. John Wiley & Sons. England 301 p.
69. Pearson, Georges A. y Richard G. Cooke 2002. The role of the Panamanian land bridge during the initial colonization of the Americas. *Antiquity* 76:931-2.
70. Petr, T. 1978. Tropical man made lakes their ecological impact. *Hydrobiol.*, 81: 368 – 385.
71. Piperno, D.R., A.J. Ranere, I. Holst, y P. Hansell 2002. Starch grains reveal early root crop horticulture in the Panamanian tropical forest. *Nature* 407:894-897.
72. Piperno, Dolore R. y I. Holst 1998. *The presence of starch grains on prehistoric stone tools from the humid neotropics: indications of early tuber use and agriculture in Panama*. *Journal of Archaeological Science* 25:765-776.
- 72^a. Rodríguez, G. 1980. *Los crustáceos decápodos de Venezuela*. 494 pp.
- 72^b. Salas, H. y Martino, P. (1991). Un Modelo Trophic Simplificado del Estado del Fósforo para los Lagos Tropicales de Agua Caliente. *Recursos de Agua*, 25 (3): 341-350.
73. Sepúlveda, Sergio, Adriana Castro, Patricia Rojas 1998. *Metodología Para Estimar El Nivel De Desarrollo Sostenible En Espacios Territoriales*. Cuaderno Técnico No 4, Santa Fe de Bogotá.
74. Slope Indicator Co. 1987. *“Instrumentación Geotécnica, Geofísica, Estructural y de Aguas Subterráneas,”* Manual en Español.
75. Smythe, N& A. Perdomo. 1978. *Control biológico de la vegetación acuática*. Pp. 15 –19. En: Lago Bayano: Formación, manejo y control. Mesa redonda organizada por el IRHE. 11 – 13 enero 1978. Panamá . 175 p.
76. The World Bank 2003. *Draft Handbook, Physical Cultural Resources Safeguard Policy*.

- 76a. Terry, Robert, 1956. Earth Geological Reconnaissance of Panama.
77. URS-Dames and Moore, IRG, GEA, 2002. Recopilación y Presentación de Datos Socioeconómicos de la Región Occidental de la Cuenca del Canal de Panamá, Informe Borrador Final – Río Indio.
78. [USACE 2003]: Panama Lakes Water Quality Study, Final Draft Report, prepared by the U.S. Army Corps of Engineers, Engineering Research and Development Center, September 2003.
79. [USACE, 1999]: Panama Canal Reconnaissance Study: Identification, Definition and Evaluation of Water Supply Projects, Volume 1, prepared by the US Army Corps of Engineers, December 1999.
80. U.S. Army Corps of Engineers. 1971. "Instrumentation of Earth and Rock-Fill Dams, Part 1 of 2: Groundwater and Pore Pressure Observations," Engineer Manual No. 1110-2-1908, Washington, D.C.
81. U.S. Army Corps of Engineers 1971. "Instrumentation of Earth and Rock-Fill Dams, Part 2 of 2: Earth-Movement and Pressure Measuring Devices," Engineer Manual No. 1110-2-1908, Washington, D.C.
82. US National Weather Service, 1978. Hydrometeorological Branch, Office of Hydrology (NWS), "Probable Maximum Precipitation Estimates for Drainages above Gatun and Madden Lakes, Panama Canal Zone", prepared by F.K. Schwartz and J.T. Reidel.
83. Vázquez, R. *Peces Marinos en el Lago Bayano*.(pag. 20 – 26) en: Ecosistema del Lago Bayano: un embalse tropical. 1983. Candanedo & Dcroz (eds). Publicación técnica del IRHE. 38 p.
84. Von Chong, C. 1986. *Manejo de la vegetación acuática en el Canal de Panamá*. Revista Lotería N° 362 (sept – oct): 108 – 121.
85. Wetzel, Robert G. 1975. *Limnology*. W.B. Saunders Company. Philadelphia.
86. Willey,G.R.1984. *A Summary of the Archaeology of Lower Central America*. In The Archaeology of Lower Central America, edited by F.W. Lange and D.Z. Stone, University of New Mexico Press, Albuquerque, pp. 341-378.
87. Yong, R.N., Siu, S.K.H., and Sciadas, N. 1982. "Stability Analysis of Unsaturated Soil Slopes," Proceedings of the ASCE Geotechnical Engineering Division Specialty Conference on Engineering and Construction in Tropical and Residual Soils.
88. Zaret, T.M., y R.T. Paine. 1973. Introducción de la Especie en un Lago Tropical. *Ciencia* 182:449-455.