



Environmental Evaluation of the Water Options in the Indio River Watershed

Evaluación Ambiental de las Opciones de Agua en la Cuenca del Río Indio

URS Holdings, Inc.

Mayo del 2004

Contrato No. 117592

Resumen Ejecutivo

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 en la cuenca de Río Indio.

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 la cuenca de Río 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 con 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 hidrociclo.
- 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 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.

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 la cuenca, 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 LA CUENCA DE RÍO INDIO

Las opciones de agua consideradas en la cuenca de Río Indio son seis. Cuatro de ellas fueron proporcionadas por la ACP y dos fueron generadas por el equipo de trabajo de URS. De las seis opciones, la Opción 1 es la que ha sido más estudiada y muchas de las conclusiones en este estudio están basadas en informaciones que son directamente aplicables a la misma y extrapoladas a las demás. Estas opciones 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 mínimo 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 la Cuenca de Río Indio

Escenario del proyecto	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 11		Opción 12		
Hidrología	Indio 80-40	Indio 45-40	Alto Indio 50-40	Alto Indio 45-40	Teriá 1	Teriá 2	Teriá 1	Teriá 2	C. Indio
Precipitación (mm/yr)	3078	3078	3078	3078	3740	4240	3740	4240	4340
Caudal promedio (m3/s)	25.8	25.8	25.8	25.8	7.4	3.4	7.4	3.4	6.4
Embalse									
Cuenca (Km2)	381	381	256	256	94	35.6	94	35.6	60.9
Nivel máximo (msnm)	80	45	50	45	130	265	130	265	300
Volumen (MMC)	1,577	400	90	55	285	245	285	245	30
Superficie (Km2)	45.6	22.5	26.5	22.5	7.6	8.25	7.6	8.25	1.1
Nivel mínimo (msnm)	40	40	40	40	90	225	90	225	295
Volumen (MMC)	283	283	30	30	70	40	70	40	10
Transferencia/Túnel									
Longitud (Km)	8.35	8.35	8.5-9.0	8.5-9.0	4.0	-----	4.0	-----	-----
Diámetro (m)	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	-----	4.5	-----	-----
Costo estimado									
Costo de const. (\$ M's)	\$230	\$185	\$ 185	\$145	\$350		\$401		
Costo anual (\$M's)	\$1.94	\$1.39	\$1.25	\$1.25	\$3.98		\$4.38		
Rendimiento estimado									
Esclusajes/día	15.5	1.4	0.7	0.3	5.1		5.3		
MMC/año	1,177	106	53	23	387		502		

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 3: Alto Indio 50-40. La opción 3 considera una presa ubicada un poco aguas arriba de la indicada anteriormente (UTM: 991000N, 592000E), la cual crearía un embalse que operaría normalmente entre las cotas 50 y 40 msnm con volúmenes de 90 y 40 MMC, respectivamente. Las áreas inundadas serían de 26.5 y 17.7 Km² a las elevaciones de 50 y 40 msnm, respectivamente. El agua sería transferida al Lago Gatún por un túnel que podría variar entre 8.5 y 9.0 Kms de longitud y 4.5 m de diámetro. En este punto del río la descarga media estimada es de 648 MMC/año y el sistema se estima que podría contribuir 0.7 esclusajes/día (53 MMC/año) con una inversión estimada de B./ 185 millones y un costo operativo anual de B./ 1.25 millones.

Opción 4: Alto Indio 45-40. Esta opción es una versión reducida de la anterior, en la cual la cota máxima de operación normal es de 45 msnm para un volumen de 55 MMC y una superficie de 22.5 Km². Esta opción genera una contribución de 0.3 esclusajes/día (23 MMC) a un costo de inversión estimado en B./ 145 millones y un costo de operación anual de B./ 1.25 millones.

Opción 11: Teriá - Alto Teriá. La opción 11 propone dos embalses sobre el Río Teriá que es un tributario de Río Indio. El primero de esos embalses (Teriá 1) sería creado por una presa localizada aguas arriba de la unión del Teriá con el Indio (UTM: 985500N, 596000E) y tendría una capacidad máxima de 270 MMC a la cota de 130 msnm, a la cual se inundaría un área de 7.6 Km². El embalse fluctuaría entre 130 y 90 msnm y a esta última elevación tendría un volumen de 50 MMC. El segundo embalse (Teriá 2) se ubica en la parte alta de la subcuenca (UTM: 975525N, 596657E) y tiene una capacidad de 245 MMC a 265 msnm y puede operar hasta 225 msnm donde tiene un volumen de 40 MMC. El volumen útil combinado de ambos embalses es de 425 MMC y la descarga regulada es de 234 MMC. El agua del embalse Teriá 2 pasa al Teriá 1 por gravedad siguiendo el curso del río y luego el agua de Teriá 1 se transfiere

al Río Cirí Grande o al Río Ciricito por medio de un túnel de 4-4.5 Kms de largo y 4.5 m de diámetro. Este sistema aporta 5.1 esclusajes/día (387 MMC/año) a un costo de inversión estimado en B./ 350 millones y un costo anual de operación de B./ 3.98 millones.

Opción 12: Teriá - Cabecera Indio. Finalmente la opción 12 es una modificación de la 11, mediante la cual se adiciona agua de la parte alta de Río Indio por medio de un embalse de derivación (UTM: 968000N, 596000E) que se estima podría transferir por medio de un canal de 1.5 Kms de largo el 70% de la descarga estimada en el sitio de presa que es de 203 MMC/año. El desempeño estimado para este sistema fue de 5.3 esclusajes/día (502 MMC/año) con un costo de inversión estimado en B./ 401 y costos de operación del orden de B./ 4.38 millones por año.

CONDICIONES EN LA CUENCA DE RÍO INDIO Y SU ÁREA DE INFLUENCIA

La cuenca de Río Indio es el sistema hidrográfico inmediatamente adyacente hacia el Oeste del Río Cirí Grande, que va desde la divisoria continental de aguas hasta el Mar Caribe. El área de drenaje total de la cuenca tiene una superficie total de 565 Km² y la longitud de su cauce principal tiene una longitud aproximada de 98 Km. Sin embargo, el área de la cuenca de Río Indio que forma parte de la ROCC es de solamente 386.6 Km², o sea un 68% aproximadamente del área total. En términos del caudal promedio la sección del río comprendida dentro de la ROCC drena un área que produce una lámina de escurrimiento mayor y contribuye aproximadamente con el 72% de la descarga total.

El área de mayor interés incluye la sección de la cuenca aguas arriba del sitio de presa propuesto para la Opción 1 y las áreas inmediatamente adyacentes al cauce principal aguas abajo del embalse. Estas áreas incluyen territorios de tres Provincias de la República de Panamá (Coclé, Colón y Panamá), cinco Distritos (Penonomé, El Valle, Chagres, Capira y Donoso) 11 corregimientos (Río Indio de Penonomé, Chiriguí Arriba, El Valle, La Encantada, Cirí Grande, Cirí de los Sotos, El Cacao, Santa Rosa, Gobeá, Río Indio de Donoso y Salud).

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 parte superior y media de la cuenca 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 **cálida** (media anual de 22-26°C) y **lluviosa** (media anual de 2600-4700mm/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 cuenca dentro de la ROCC es superior a los 2100 mm/año con un rango de 1800-3600 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 **quemas** 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 (78%) 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.

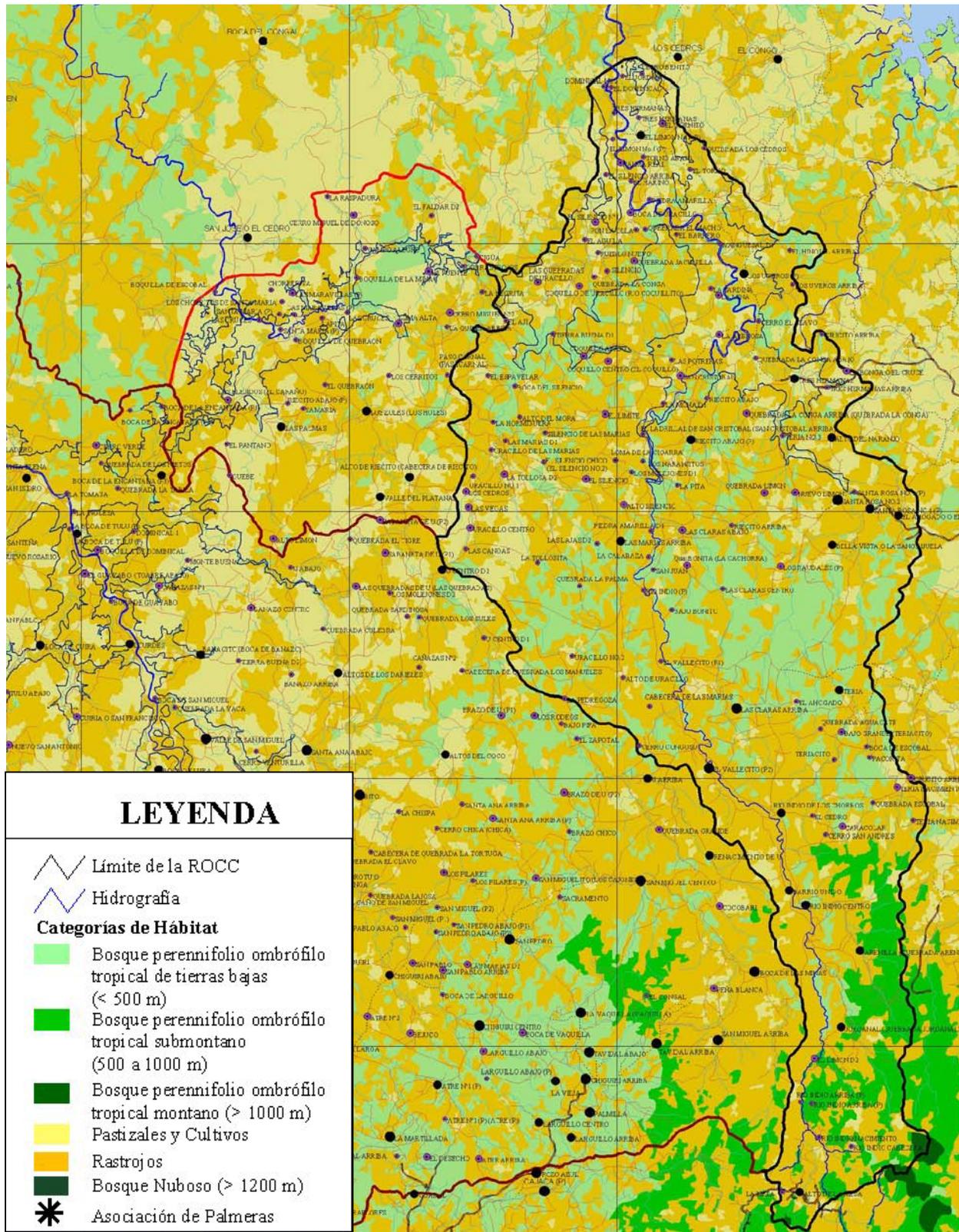
Aspectos Socioeconómicos

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 la cuenca de Río Indio, 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. A manera de comparación en la tabla siguiente se muestran algunas características comparativas de la población de la cuenca de Río Indio con el resto de la ROCC y el país.

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

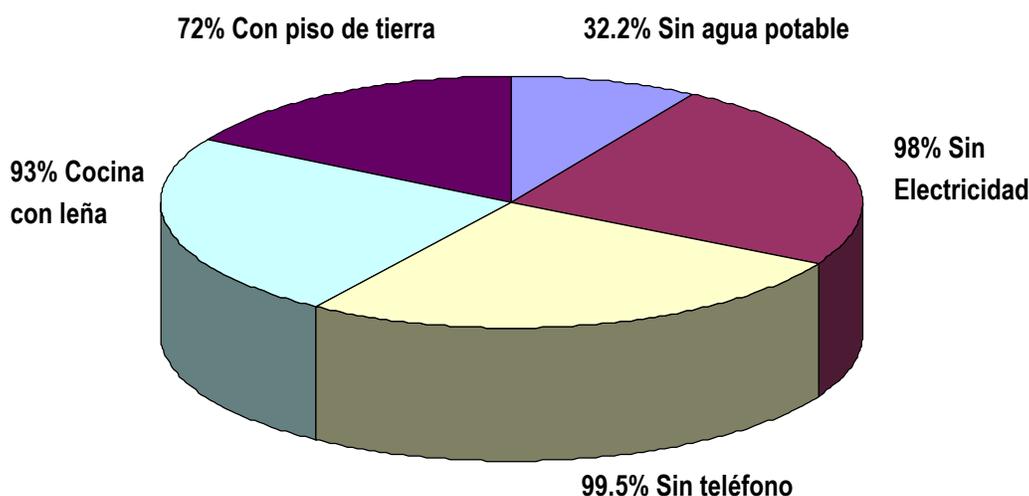
Aspectos Demográficos	Nacional	ROCC	Río Indio
Población	2,830,177	35,727	7,732
Densidad Hab/Km ²	32	16.8	20
Tasa de natalidad (por mil habitantes)	25	35.7	39
Tasa de mortalidad infantil (por mil nacidos vivos)	23.2	34	42
Tasa de crecimiento (1990-2000)	2	0.96	0.1
Esperanza de vida (en años)	73.9	68.5	68.5
Mediana de ingreso mensual (B/. por población ocupada)	271	72	68
Tasa de analfabetismo (% de población de 10 años o más)	8	9.6	10

Figura RE-3: Estado del Hábitat Natural en la Cuenca de Río Indio y Áreas Adyacentes



Según el análisis de la información de los Censos de 2000 en la cuenca de Río Indio existían a esa fecha un total de 1,464 viviendas. Las principales características de esas viviendas se presentan en la gráfica a continuación.

Figura RE-4: Características de las Viviendas



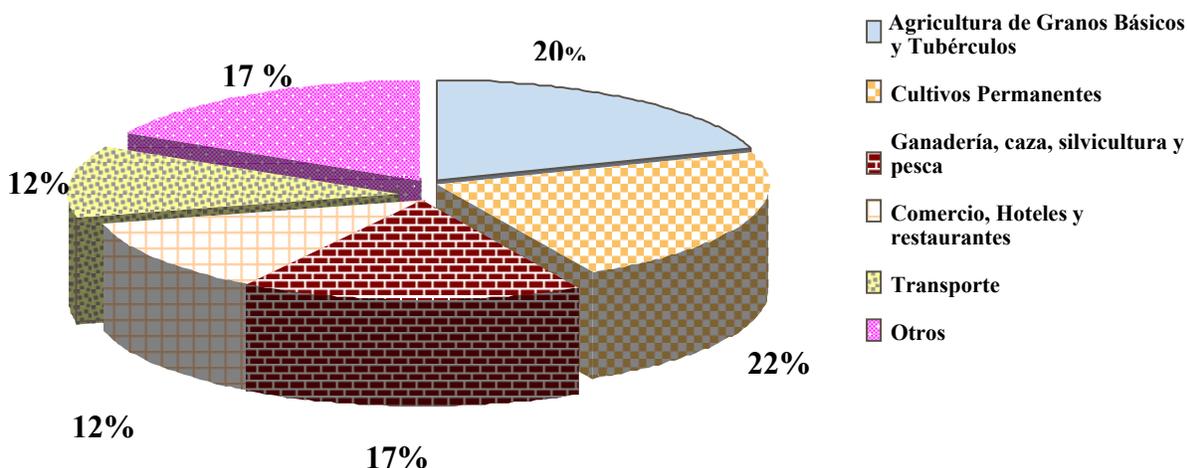
Como es de esperar en esta situación, la infraestructura de servicios básicos es muy limitada y el acceso mismo a la mayoría de las comunidades es difícil y costoso. La colonización del área no ha sido planificada sino desordenada y espontánea y se realizó de manera diferente desde el norte y el sur de la cuenca. Desde el norte el proceso dependió mayormente del acceso por el cauce principal de Río Indio 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 la cuenca de Río Indio, constituye un riesgo para la estabilidad de las opciones de agua en caso de que una o más de estas se llegase a ejecutar.

Dentro de las actividades agrícolas, las que más contribuyen al PIB de la cuenca son los cultivos permanentes y la agricultura de subsistencia, mientras que las hortalizas sólo representan un 0.2% del total del PIB. La agricultura de granos (arroz, maíz) y los tubérculos aportan el 33%

del PIB local. 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 actividad es indudablemente la más eficiente, puesto que representa el 36% del PIB regional, mientras que utiliza solamente el 9% de toda la superficie. Esta información se resume en la gráfica a continuación.

Figura RE-5: PIB POR RAMA DE ACTIVIDAD



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 la cuenca de Río Indio 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), algunos con petroglifos (Cp-37 y Cp-43) y otros con potencial de contener depósitos sellados intactos, (por ejemplo C-35 y Cp-58).

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					
	Planificación	Construcción	Operación	Abandono	No Acción	Total
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 ocurren 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. Es nuestra opinión el riesgo de ocurrencia de estos fenómenos es menor en las formaciones mayormente volcánicas que se anticipan en las áreas a inundar en los embalses del Río Teriá y Cabecera Indio. Sin embargo, durante la construcción de los proyectos previamente descritos podrían ser mayores en el caso de estas opciones (11 y 12) dado el terreno abrupto y la mayor dificultad de acceso a estas zonas más remotas. En el caso de la construcción del túnel de transferencia existe además un menor riesgo por la magnitud del mismo. En el caso de las Opciones 11 y 12 se estima la necesidad de un túnel cuya longitud es solamente el 50% de las otras opciones. Obviamente esto reduce también la necesidad de disposición del material excavado durante la construcción.

En la etapa de operación, el impacto potencial de un sismo catastrófico pudiera ser relativamente mayor para los embalses del Río Teriá y Cabecera Indio (Opciones 11 y 12), en la eventualidad de falla de una de las presas. Considerando la ubicación de estos embalses en zonas más altas la descarga repentina de las aguas embalsadas como resultado de una ruptura de la presa podría afectar un área mayor. Esto está en cierta medida agravado por el hecho de que estas alternativas incluyen más embalses que el resto de opciones. Sin embargo, el riesgo es parcialmente compensado por un menor volumen de agua almacenada cuando dichos embalses se comparan con la Opción 1. Las Opciones 2, 3 y 4 tienen un riesgo intrínseco menor, porque están localizadas en la misma elevación general que la Opción 1 e incluyen volúmenes de agua menores, incluso que los embalses sobre el Río Teriá.

En general la Opción 1 es la que presenta el mayor riesgo geológico, geotécnico y sísmico, dado que es la que incluye un embalse de mayor tamaño y en general estructuras más grandes. Luego le siguen las opciones 11 y 12, y las opciones de menor riesgo son las restantes, 2, 3 y 4.

Suelos

Las opciones de agua en la cuenca de Río 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 la cuenca del río Indio y la adopción de medidas de protección de suelos en las actividades agropecuarias.

Cuadro RE-4
Impactos Potenciales sobre los Suelos que serían afectados directamente por las Opciones de Agua Consideradas en la Cuenca de Río Indio

CLASE / DESCRIPCIÓN	HECTÁREAS POR OPCIÓN					
	1	2	3	4	11	12
III Arable, severas limitaciones en la selección de las plantas, requiere conservación especial o ambas	4.4	4.4	4.4	4.4	0.0	0.0
IV Arable, muy severas limitaciones en la selección de las plantas, requiere manejo muy cuidadoso o ambas	220.3	220.3	220.3	220.3	203.1	203.1
VI No arable, con limitaciones severas, apta para bosques, pastos, tierras de reservas	2,960.7	1,959.9	1,133.6	1,092.7	1,332.5	1,474.4
VII No arable, con limitaciones muy severas apta para bosques, pastos, tierras de reservas	2,302.5	858.7	442.9	416.2	942.6	975.7
VIII No arable, con limitaciones que impiden su uso en la producción de plantas comerciales	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL	5,487.9	3,043.3	1,801.2	1,733.6	2,478.2	2,653.2

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 1 es la que más área afecta directamente, seguida con aproximadamente la mitad de su valor para las opciones 2, 11 y 12 y alrededor de un cuarto de su valor para las opciones 3 y 4. 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 la cuenca de Río Indio 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 el río Indio, aguas abajo de la presa, y por lo tanto, una reducción en los riesgos de inundación. Los sitios de presa de cada una de las opciones se ubican a las siguientes distancias de la desembocadura al mar: la presa de las alternativas 1 y 2 se ubica a 31.2 kilómetros de la desembocadura; la de las opciones 3 y 4, a 38.7 kilómetros; y la de las opciones 11 y 12 a 52.7 kilómetros.

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 en el caso de la Opción uno que es la más grande. 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.

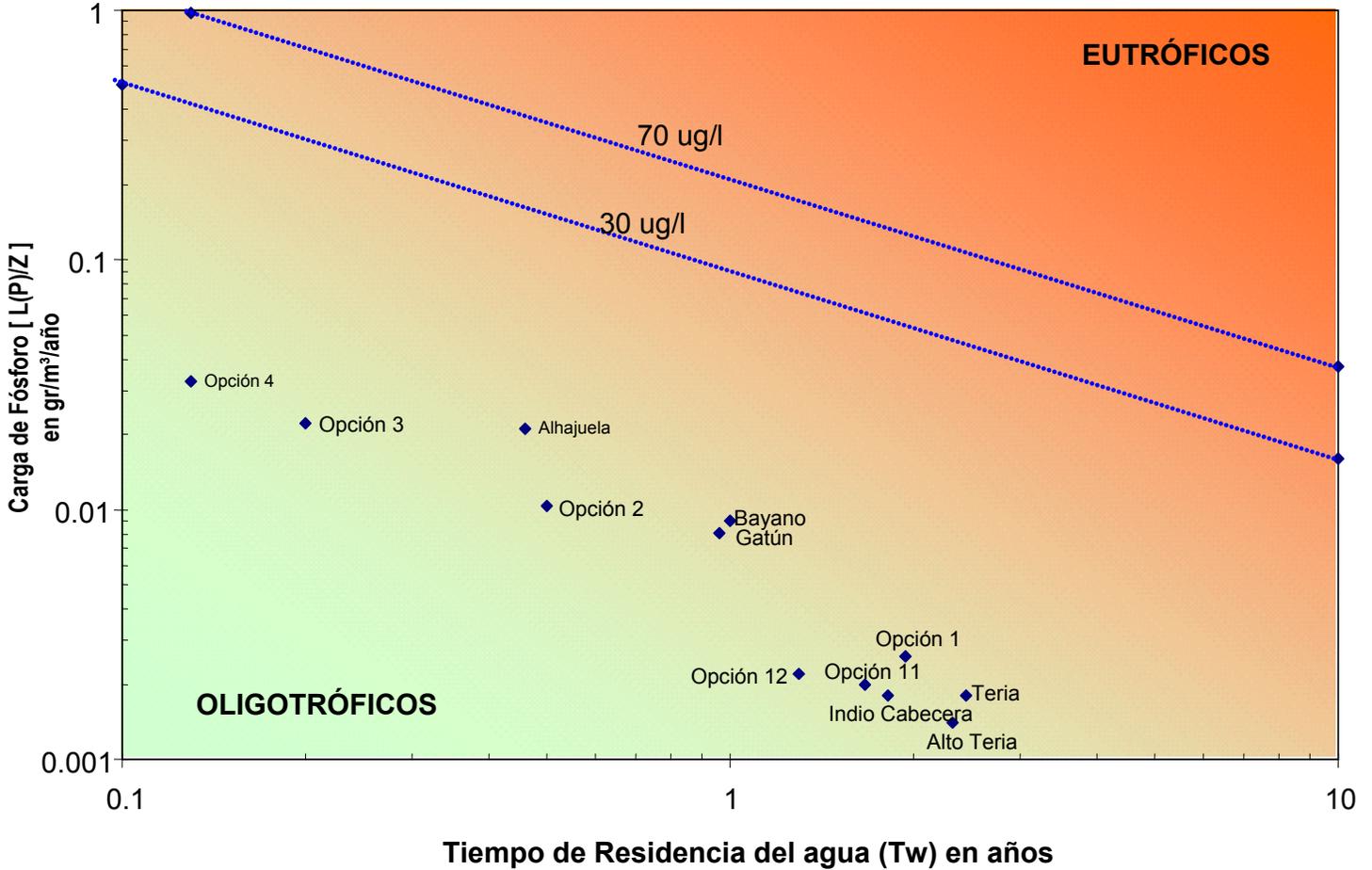
Por su parte el análisis del riesgo de sedimentación indica que el mismo es relativamente bajo (Figura RE-6) y se espera que con pequeñas diferencias los embalses asociados con todas las opciones tengan una capa oxigenada de 15 metros o más. Especialmente se considera que las opciones 2, 3 y 4 serían similares a los embalses ya existentes, pero el análisis indica que las condiciones sean aún mejores para las opciones 1, 11 y 12. Bajo esas 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 la cuenca de Río Indio 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. 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 tanto se asume que las áreas de impacto no irán más allá de esta “franja” de 90m.

Figura RE-6: Ubicación de las Opciones de Agua, estudiadas en la Cuenca de Río Indio, y de los embalses Bayano, Alhajuela y Gatún en el Sistema de Distribución de los Niveles de Eutroficación.



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 Opciones 1, 2 y 12 son las que presentan los números mayores, luego la Opción 11 y los menores han sido asignados a las opciones 3 y 4. En el caso del ruido, aún cuando las

alternativas 1 y 2 afectan la mayor cantidad de poblados, son las alternativas 11 y 12 las que afectan 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. Este impacto es directamente proporcional a la magnitud de la opción y por lo tanto es mayor en la Opción 1. 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
3. Alto Indio 50-40	351.83	538.26	507.10	1397.19
4. Alto Indio 45-40	336.96	508.16	488.30	1333.42
11. Subcuenca Teriá	224.94	183.68	747.18	1155.80
12. Teriá + Indio Cabecera	236.62	207.40	785.07	1229.09

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 la cuenca de Río Indio. 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 1 y 2 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 potencial 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 la cuenca de Río Indio, 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 *Pomadasys 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 la cuenca de Río Indio 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. Río Indio 80-40	327	1,568	1.00
2. Río Indio 45-40	199	939	0.60
3. Alto Indio 50-40	72	316	0.20
4. Alto Indio 45-40	67	286	0.18
11. Subcuenca Teriá	174	900	0.57
12. Teriá 1 + Río Indio Cabecera	181	950	0.61

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.

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 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 monitoreadas muy de cerca, por su relación con el agua incluyen la malaria, la encefalitis equina venezolana, la fiebre amarilla y el dengue.

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

Alternativa	Asentamientos	Asentamientos con 10 casas o más	Asentamientos con 20 casas o más
1. Río Indio 80-40	37	14	3
2. Río Indio 45-40	23	9	2
3. Alto Indio 50-40	8	4	0
4. Alto Indio 45-40	7	4	0
11. Subcuenca Teriá	17	5	3
12. Teriá 1 + Río Indio Cabecera	18	5	3

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 en base a 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. Río Indio 80-40	327	78,480	196,200	392,400	1.42%	3.54%	7.08%
2. Río Indio 45-40	199	47,760	119,400	238,800	0.86%	2.16%	4.31%
3. Alto Indio 50-40	72	17,280	43,200	86,400	0.31%	0.78%	1.56%
4. Alto Indio 45-40	67	16,080	40,200	80,400	0.29%	0.73%	1.45%
11. Subcuenca Teriá	174	41,760	104,400	208,800	0.75%	1.88%	3.77%
12. Teriá 1 + Río Indio Cabecera	181	43,440	108,600	217,200	0.78%	1.96%	3.92%

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

¹ Evaluado sobre el PIB de la ROCC

un salario de B/.200 mensuales, el impacto anual sobre el PIB regional actual podría llegar hasta un 1.42% adicional. Si el 50% de las familias desplazadas tienen un adulto trabajando en las obras, el impacto adicional podría llegar hasta un 7.08%. En ambos casos el mayor efecto se observa para la Opción 1.

Impacto Potencial sobre los Canales de Comercio y Mercadeo

El cambio físico que experimentaría el Río Indio 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 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.

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 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). De acuerdo al estudio de base de 2003, 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/. 66 mil y B/. 364 mil en las áreas directamente afectadas por las opciones.

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

Infraestructura	Río Indio 80-40	Río Indio 45-40	Alto Indio 50-40	Alto Indio 45-40	Subcuenca Teriá	Teriá 1 + Indio Cabecera
Edificaciones	No.	No.	No.	No.	No.	No.
Escuela	11	3	1	1	7	7
Centro de Salud	3	1	0		2	2
Área Recreativa	6	4	2	2	5	5
Cementerio	8	4	3	3	2	2
Iglesia	15	6	2	2	5	6
Junta Comunal	9	4	1	1	3	3
Caminos	Km.	Km.	Km.	Km.	Km.	Km.
Permanentes	1.00	0.00	0.00	0.00	0	0
Verano	18.80	8.70	4.40	3.60	0	0
Herradura	71.80	40.80	8.40	7.80	0	0
Instalaciones	No.	No.	No.	No.	No.	No.
Antena telefónica	3	2	0	0	1	1
Postes de luz	0	0	0	0	0	0
Puente Colgante	0	7	3	1	5	6
Puente de concreto	0	0	0	0	0	0
Puente de Madera	8	0	0	0	0	0
Kiosco (Comercio)	16	7	1	1	4	4
Parada de buses	0	0	0	0	0	0
Cabina telefónica	3	0	0	0	0	0
Tanque de almacenam.	2	0	0	0	2	2

Cuadro RE-10
Valor implícito anual de la producción afectada por las opciones de agua (B/)

Opción	Población	Valor implícito
1. Río Indio 80-40	1,568	363,776
2. Río Indio 45-40	939	217,848
3. Alto Indio 50-40	316	73,312
4. Alto Indio 45-40	286	66,352
11. Subcuenca Teriá	900	208,800
12. Teriá 1 + Río Indio Cabecera	950	220,400

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.

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 cinco concesiones mineras que incluyen porciones de la cuenca de Río Indio según el informe de Datos Socioeconómicos. 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 Arqueológicos

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 sitio (Pn-50)	1 sitio (Cp-37)	14	29
Opción 2	1 sitio (Pn-50)	1 sitio (Cp-37)	5	15
Opción 3	Sin sitios	1 sitio (Cp-37)	3	8
Opción 4	sin sitios	1 sitio (Cp-37)	3	8
Opción 11	sin sitios	3 – (Cp-35; Cp-43; Cp-44)	15	30
Opción 12	sin sitios	3 – (Cp-35; Cp-43; Cp-44)	2	18

Paisaje y Recursos Escénicos y Recreativos

La población utiliza algunos sitios del área para actividades diversas como lo son la natación, paseos en bote, paseos a caballo, pesca, casería y caminatas, entre otras, los cuales podrían eliminarse al implementarse cualquiera de las opciones de agua, ya sea por la pérdida de especies nativas de peces, camarones y animales de caza. 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 ^{1/}

Opción	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
3 - Alto Indio 50-40	San Cristóbal La Conga Abajo	Río Indio, Charcos, Cascadas Piedras / Escritos Indígenas	Paseo, pesca, cacería Paseo
4 - Alto Indio 45-40	San Cristóbal La Conga Abajo	Río Indio, Charcos, Cascadas Piedras / Escritos Indígenas	Paseo, pesca, cacería Paseo

Fuente: Elaboración propia con datos de la base de datos socioeconómica de la ROCC

1/ La información no está disponibles para las opciones 11 y 12.

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. La Opción 1 fue la que recibió la mayor puntuación de 99, 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; en algunas oportunidades siendo los puntajes el doble del valor de otras opciones. La opción 11 es la que le sigue con un puntaje de 84; sugiriendo los impactos potenciales mayores en esta opción sobre los recursos hídricos, la calidad del aire y el ruido. La opción 12, con un puntaje de 75 puntos, tiene una tendencia muy parecida a la opción 11, respecto a los entornos a ser afectados. La opción 2 alteraría potencialmente la calidad del aire y las comunidades acuáticas, y aumentaría el ruido. Las opciones 3 y 4 obtuvieron un puntaje de 45 y 46 respectivamente; estas son las dos opciones que afectarían 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).

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

En base a las consideraciones 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 la cuenca de Río Indio, a fin de restablecer plenamente los bienes y servicios ambientales de la misma, 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 son las 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, por lo tanto la ACP deberá coordinar con esta institución para encontrar los mecanismos para su ejecución.
- 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 la cuenca Río Indio. 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.

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,

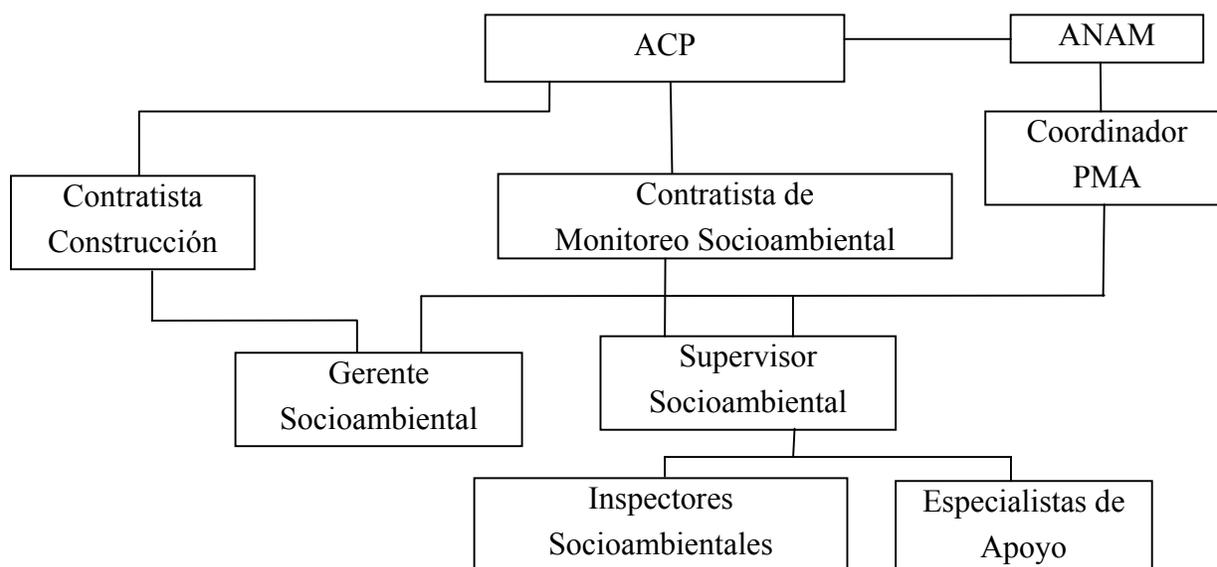
³ Estos tres puntos son fundamentales y completamente consistentes con las lecciones aprendidas sobre el desplazamiento involuntario y el reasentamiento de familias en situación similar a la cuenca de Río Indio, las cuales están resumidas en: World Bank, 1996. "Resettlement and Development: The Bankwide 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.

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 la Cuenca del Río Indio

	OPCIONES					
	1	2	3	4	11	12
Duración de la Etapa de construcción (años)	5	3	3	3	5	5
A. Mitigación, Monitoreo y Verificación y Control						
Reasentamiento y Desarrollo Humano	18,414,574	10,620,217	14,399,986	9,053,914	18,985,118	15,631,523
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	4,750,000	2,850,000	2,850,000	2,850,000	4,750,000	4,750,000
Calidad del Agua	450,000	290,000	290,000	290,000	450,000	450,000
Recuperación de Biodiversidad Terrestre	996,960	370,800	272,640	261,120	1,013,520	412,560
Plantas Acuáticas	115,372	88,748	88,748	88,748	115,372	115,372
Peces Macro-Invertebrados	149,740	115,185	115,185	115,185	149,740	149,740
Sitios Arqueológicos	1,300,000	780,000	780,000	780,000	1,300,000	1,300,000
Otros Programas	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C	S/C
SUB - TOTAL	26,176,646	15,114,950	18,796,559	13,438,967	26,763,750	22,809,195
B. Indemnización por Cambio de Uso						
Bosque	5,740,035	2,708,385	1,759,135	1,684,785	1,124,685	1,183,085
Pastizal	969,230	509,730	269,130	254,080	91,840	103,700
Rastrojo	1,642,300	868,300	507,100	488,300	747,180	785,070
SUB - TOTAL	8,351,565.0	4,086,415.0	2,535,365.0	2,427,165.0	1,963,705.0	2,071,855.0
GRAND TOTAL	34,528,211	19,201,365	21,331,924	15,866,132	28,727,455	24,881,050

S/C = Sin costo, incluidos en el contrato de obra.

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 del error es considerado aceptable por las instituciones internacionales del 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 sobre la base de 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: $\mathbf{A}\mathbf{x} \leq \mathbf{b}$; $\mathbf{x} \geq \mathbf{0}$

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, 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.

La relación $Ax \geq b$ 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.

Los resultados indican que la opción Río Indio 80-40 es la mejor para suplir agua adicional al Canal (Cuadro RE-15), aún cuando tiene costos sociales más altos que las otras opciones. El número de esclusajes de Río Indio 80-40 es mayor que el mínimo requerido para llegar a la confiabilidad hídrica deseada: 15 esclusajes adicionales. Sin embargo, este embalse afecta a 327 familias que deberían ser evacuadas, reasentadas y compensadas. El costo por esclusaje de otras opciones para llegar a obtener contribuciones significativas de agua para la operación del canal, más de 6 esclusajes por día, es significativamente mayor que en la opción de Río Indio.

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 solución encontrada por el modelo es exactamente la misma y demuestra la confianza de seleccionar la Opción 1: Río Indio como la Opción preferida entre las factibles.

CONCLUSIONES DE LA COMPARACIÓN DE LAS OPCIONES DE AGUA

En general, la Opción 1, Río Indio 80-40, es la opción recomendada por el modelo bajo diferentes escenarios y restricciones. 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. La Opción 1 tiene bastante solidez relativa a las otras opciones consideradas debido a que provee suficiente agua para el Canal a un costo relativamente bajo por unidad de medida (esclusaje) y con un impacto total intermedio sobre la población y un impacto relativamente modesto sobre la biodiversidad. De hecho cuando se toman en cuenta los rendimientos por agua los impactos por esclusaje son menores que en todas las demás opciones. Aunque hay opciones que afectan a menos familias, su producción de agua es una fracción de lo que provee Río Indio 80-40. Además ninguno de los impactos identificados para las seis opciones se considera una “falla fatal”. Es decir que con las medidas de manejo recomendadas en este estudio se pueden ejecutar y operar las obras de manera social y ambientalmente factible.

Como conclusión final se puede establecer que la Opción 1: Río Indio 80-40 es mejor considerando la producción de agua, los costos y los impactos socio-ambientales. En segundo lugar se podrían considerarse las Opciones 11 y 12, siempre y cuando la producción de 5 esclusajes sea atractivo para la ACP, dentro del esfuerzo de modernización del canal. Las otras opciones deben considerarse como no factibles ya sea por su poca contribución de agua al sistema o por los costos de ejecución.

Cuadro RE-15
Opciones seleccionadas en la Cuenca del Río Indio

Número de familias desplazadas		327		
Opción Escogida - Opción 1: Río Indio 80-40				
Limitantes				
Variable	Valor	Limitante	Status	Sobrante
Costo del manejo socio-ambiental (miles de \$)	33,146	<= 40,000	No limita	6,854
Proporción de bosque afectado %	9.10%	<= 30.0%	No limita	20.90%
Proporción de área afectada %	11.97%	<= 15.0%	No limita	3.03%
Proporción de población desplazada %	25.33%	<= 35.0%	No limita	9.67%
Riesgo de eutroficación - µg P/lit	0.0017	<=0.03	No limita	0.0283
Familias desplazadas	327	<=400	No limita	73
Producción de agua (106 m3/año)	1,201	>=0	No limita	1,201
Tiempo de recuperacion (años)	1.77	<=2	No limita	0.23
Costo directo de construcción (miles de \$)	230,430	<=400,000	No limita	169,570
Esclusajes/día	15.5	>=15	No limita	0.8

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 cronograma 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-13: Resumen de los Impactos Socio-Ambientales Potenciales y de las Medidas de Mitigación de las Opciones de agua en la cuenca de Río Indio

Impactos Socio-Ambientales Potenciales	Opción	Valor	Valor Acum	Medidas de Prevención y control
A. Impactos sobre el Entorno Físico				
<p>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.</p>	1	10		<p>A. Medidas sobre el entorno físico 1. Geología y Sismología</p> <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. • 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		
<p>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.</p>	1	8	18	<p>2. Conservación de Suelos</p> <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	

Cuadro RE-13: Resumen de los Impactos Socio-Ambientales Potenciales y de las Medidas de Mitigación de las Opciones de agua en la cuenca de Río Indio

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>A. <u>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>B. <u>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>C. <u>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 por el aumento de materia organica en el 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 respectivamente. • 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	
	12	7	23	

Cuadro RE-13: Resumen de los Impactos Socio-Ambientales Potenciales y de las Medidas de Mitigación de las Opciones de agua en la cuenca de Río Indio

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 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, equipos y de los sistemas de control de ruido . • 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	

Cuadro RE-13: Resumen de los Impactos Socio-Ambientales Potenciales y de las Medidas de Mitigación de las Opciones de agua en la cuenca de Río Indio

Impactos Socio-Ambientales Potenciales	Opción	Valor	Valor Acum	Medidas de Prevención y control
B. Impactos socio-ambientales y riesgos potenciales sobre la Diversidad Biológica				
<p>6. Comunidades terrestres</p> <p>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.</p> <p>-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.</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>	1	6	40	<p>B. Medidas sobre la diversidad biológica</p> <p>6. Comunidades terrestres</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer un sistema e pago se 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, para integrarlos a los programas de conservación del Corredor..
	2	3	28	
	3	2	23	
	4	2	24	
	11	5	36	
	12	5	39	
<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, aún cortando la mayoría de la vegetación arbórea, proliferarán las <i>malezas acuáticas</i>.</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 lóxico a léxico. 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 permanecerán en la zona lacustre y efluentes;</p> <p>4 especies desaparecerán aguas arriba, por la interrupción de su ciclo biológico;</p> <p>La alteración en las poblaciones no será tan drásticas aguas debajo de la presa;</p> <p>La fluctuación rápida del nivel del embalse afectaría a los peces que utilizan las orillas para colocar sus huevos (troncos y malezas), ya que quedarían expuestos;</p> <p>Las 2 especies de importancia científica están asociadas a riachuelos 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>	1	5	45	<p>7. Comunidades acuáticas</p> <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, si fuese necesario. • 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	

Cuadro RE-13: Resumen de los Impactos Socio-Ambientales Potenciales y de las Medidas de Mitigación de las Opciones de agua en la cuenca de Río Indio

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 corrientes 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	

Cuadro RE-13: Resumen de los Impactos Socio-Ambientales Potenciales y de las Medidas de Mitigación de las Opciones de agua en la cuenca de Río Indio

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	