

TABLA DE CONTENIDO

7.0	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS	7-1
7.1	Análisis de la Situación Ambiental Previa en Comparación con las Transformaciones del Ambiente Esperadas.....	7-2
7.2	Análisis, Valorización y Jerarquización de los Impactos Positivos y Negativos de Carácter Significativamente Adversos Derivados de la Ejecución del Proyecto.....	7-5
7.3	Impactos al Medio Físico.....	7-18
7.3.1	Cambio Microclimático	7-18
7.3.2	Pérdida del Potencial de Captura de Carbono.....	7-21
7.3.3	Deterioro de la Calidad del Aire	7-27
7.3.4	Aumento en los Niveles de Ruido y Vibraciones	7-31
7.3.5	Incremento de la Percepción de Olores	7-43
7.3.6	Socavamiento – Hundimiento.....	7-46
7.3.7	Aumento del Riesgo de Deslizamientos	7-48
7.3.8	Incremento en la Erosión de los Suelos	7-50
7.3.9	Aumento en la Sedimentación	7-54
7.3.10	Compactación del Suelo	7-56
7.3.11	Contaminación de Suelos.....	7-59
7.3.12	Disminución de la Aptitud de Uso del Suelo.....	7-61
7.3.13	Deterioro de la Calidad de las Aguas.....	7-62
7.3.14	Alteración del Régimen de Flujo de las Aguas.....	7-93
7.3.15	Alteración del Patrón de Drenaje.....	7-96
7.4	Impactos al Medio Biológico.....	7-100
7.4.1	Pérdida de Cobertura Vegetal	7-100
7.4.2	Pérdida del Potencial Forestal	7-106
7.4.3	Pérdida de Hábitat Terrestre	7-107
7.4.4	Afectación Directa de la Fauna.....	7-109
7.4.5	Perturbación a la Fauna Silvestre.....	7-111

7.4.6	Riesgo de Atropello de Fauna Silvestre.....	7-112
7.4.7	Aumento de Cacería Furtiva	7-114
7.4.8	Alteración de los Recursos Acuáticos en Ríos y Quebradas	7-116
7.4.9	Alteración de los Recursos Acuáticos en el Lago Gatún.....	7-118
7.4.10	Alteración de los Recursos Acuáticos del Lago Miraflores.....	7-123
7.4.11	Alteración de los Ecosistemas Marino Costeros.....	7-126
7.4.12	Afectación a Áreas Protegidas	7-131
7.5	Impactos al Medio Socioeconómico	7-132
7.5.1	Estímulo a la Economía Nacional.....	7-132
7.5.2	Incremento en los Ingresos del Tesoro Nacional.....	7-133
7.5.3	Generación de Empleos	7-134
7.5.4	Incremento de la Población y Flujos Migratorios	7-135
7.5.5	Cambios en el Uso del Suelo	7-138
7.5.6	Afectación al Tráfico Vehicular por Incremento en la Demanda de Transporte	7-139
7.5.7	Afectación a Infraestructura Pública	7-144
7.5.8	Afectación a Estructuras	7-145
7.5.9	Revalorización de Propiedades.....	7-150
7.5.10	Riesgo de Incremento de Enfermedades Laborales.....	7-151
7.5.11	Incremento en el Riesgo de Accidentes Laborales.....	7-152
7.5.12	Cambio en los Niveles de Criminalidad	7-153
7.5.13	Sobrecarga de Servicios Públicos	7-154
7.5.14	Incremento en la Generación de Desechos	7-155
7.5.15	Incremento de Flujos Turísticos.....	7-156
7.5.16	Cambios al Paisaje	7-157
7.6	Impactos al Medio Histórico – Cultural	7-160
7.6.1	Afectación a Sitios Históricos y Arqueológicos Conocidos.....	7-160
7.6.2	Afectación a Sitios Arqueológicos Desconocidos	7-162
7.6.3	Afectación de pueblos indígenas	7-163
7.7	Impactos Transfronterizos	7-163
7.7.1	Incremento en el Riesgo de Accidentes en las	

	Rutas Internacionales	7-164
7.7.2	Efecto del Incremento de Peajes para Algunos Países.....	7-164
7.7.3	Mejoras en la Confiabilidad de Compañías Navieras que usan la Ruta del Canal.....	7-165
7.7.4	Reducción del Costo de Transporte Marítimo para el Transporte Mediante Buques Pospanamax	7-165
7.7.5	Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero	7-166
7.8	Metodologías Usadas en Función de la Naturaleza de la Acción Emprendida, las Variables Ambientales Afectadas y las Características Ambientales del Área de Influencia Involucrada	7-166
7.8.1	Metodología Usadas.....	7-166
	7.8.1.1 Identificación de Impactos	7-167
	7.8.1.2 Evaluación de Impactos	7-168
7.8.2	Naturaleza de las Acciones Emprendidas	7-172
7.8.3	Variables Ambientales Afectadas	7-175
7.8.4	Características Ambientales del Área de Influencia Involucrada	7-177

LISTADO DE TABLAS

Tabla 7-1	Análisis, Valorización y Jerarquización de los Impactos Significativos de la Fase de Construcción del Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá – Tercer Juego de Esclusas
Tabla 7-2	Análisis, Valorización y Jerarquización de los Impactos de la Fase de Operación del Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá – Tercer Juego de Esclusas
Tabla 7-3	Pérdida de Potencial de Captura de Carbono
Tabla 7-4	Actividades Generadoras de Impacto Sobre el Aire
Tabla 7-5	Emisiones Debido a Trabajos de Construcción
Tabla 7-6	Emisiones Debido a Aumento de Tránsito de Embarcaciones ¹
Tabla 7-7	Equipos de Construcción y Niveles de Ruido
Tabla 7-8	Niveles de Ruido Estimados Durante la Construcción
Tabla 7-9	Ubicación de Fallas Geológicas y Características Sector Esclusas del Pacífico
Tabla 7-10	Pérdidas de Sedimentos Típicas de los Procesos de Dragado
Tabla 7-11	Datos Batimétricos – Simulación del Sector Atlántico
Tabla 7-12	Propiedades Medias de Sólidos – Simulación del Sector Atlántico
Tabla 7-13	Propiedades Medias de Sólidos – Simulación del Sector Pacífico
Tabla 7-14	Datos Batimétricos – Simulación del Sector Pacífico
Tabla 7-15	Propiedades Medias de Sólidos – Simulación de Monte Lirio en el Lago Gatún
Tabla 7-16	Propiedades Medias de Sólidos – Simulación de Peña Blanca Este en el Lago Gatún
Tabla 7-17	Propiedades Medias de Sólidos – Simulación de Peña Blanca Oeste en el Lago Gatún
Tabla 7-18	Propiedades Medias de Sólidos – Simulación de Frijoles en el Lago Gatún
Tabla 7-19	Estimaciones de la Subida de Elevaciones de los Sitios de Depósito Terrestres
Tabla 7-20	Superficie según el Tipo de Cobertura en el Área de Influencia Directa (Has)
Tabla 7-21	Áreas por Categoría de Cobertura Directamente Afectadas por la Huella del Proyecto (Has)

¹ Estimadas sobre la base del tránsito esperado en el año 2025.

Tabla 7-22	Efecto de la Proporción de Tráfico de Buques por la Nueva Esclusa del Pacífico sobre los Aportes de Agua al Lago de Miraflores
Tabla 7-23	Impacto Potencial a Estructuras del Lago Gatún
Tabla 7-24	Rango de Valores para los Parámetros Considerados en la Evaluación del Índice de Significación
Tabla 7-25	Categorías de Significación para los Impactos Beneficiosos o Adversos

LISTADO DE FIGURAS

Figura 7-1	Incrementos en Riesgos de Deslizamientos en Corte Culebra.
Figura 7-2	Ejemplo de un Canal de Desvío
Figura 7-3	Efecto combinado de elevar el nivel operativo máximo del lago Gatún
Figura 7-4	Análisis Visual Centro José Dominador Bazan
Figura 7-5	Análisis Visual Centro de Visitantes de Miraflores
Figura 7-6	Análisis Visual Puente Centenario

7.0 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS

En este capítulo se presenta la identificación y evaluación de los posibles impactos socio-ambientales, asociados con los trabajos de construcción y operación del Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá mediante la adición de un Tercer Juego de Esclusas a la infraestructura existente. Es importante señalar que la base para la identificación y evaluación de los impactos ha sido la descripción del Proyecto aprobada por el promotor (ACP), el levantamiento de la línea base ambiental existente y el análisis de sensibilidad ambiental de los impactos del desarrollo propuesto. El Proyecto será diseñado, construido y operado para cumplir con la normativa ambiental de la República de Panamá e incluye lineamientos internacionales, especialmente en lo referente a satisfacer los criterios de desarrollo sostenible establecidos en los denominados Principios de Ecuador.

El capítulo se organiza en ocho (8) grandes secciones, siguiendo la estructura sugerida en el Decreto Ejecutivo 209 y agregando algunas secciones complementarias con el fin de facilitar el proceso de revisión.

En la primera sección de este capítulo, se hace un análisis comparativo de la situación ambiental existente en relación con las transformaciones esperadas.

La segunda sección presenta la descripción del proceso de análisis, valorización y jerarquización de los posibles impactos sobre componentes específicos del entorno físico, biológico, socioeconómico e histórico-cultural, respectivamente. Consecuentemente, las cinco secciones subsiguientes presente el análisis detallado de los impactos evaluados, incluyendo una sección particular para los impactos transfronterizos.

Finalmente, en la octava sección, y siguiendo la secuencia definida en el Decreto Ejecutivo 209, se describen las metodologías utilizadas para la identificación, análisis, valoración y jerarquización de los impactos potenciales, en función de la naturaleza de la acción emprendida, las variables ambientales potencialmente afectadas, y las características de línea base del área de influencia involucrada. La identificación y evaluación de impactos se lleva a cabo utilizando

matrices y en el proceso éstos son evaluados por su carácter (positivo o negativo), probabilidad de ocurrencia, duración, magnitud, y sus efectos acumulativos y sinérgicos.

Como se podrá apreciar en la explicación de la metodología aplicada, el análisis de los efectos acumulativos y/o sinérgicos, se realizó en forma conjunta e integrada como parte del proceso de identificación, valorización y jerarquización de impactos. Adicionalmente a lo requerido en el Decreto 209, a solicitud del promotor del Proyecto (ACP), se ha incluido la evaluación de los impactos transfronterizos.

Es importante indicar que, el proceso de identificación y evaluación de impactos realizado en este capítulo, ha considerado y es compatible con los resultados de la identificación y evaluación de impactos específicos derivados de la construcción y operación de los Proyectos de Ensanche y Profundización de la Entrada Pacífica del Canal de Panamá (ACP / PB Internacional, Abril 2007), Movimiento de Tierra y Nivelación del Cerro Cartagena (ACP / PB Internacional, Marzo 2007), y Habilitación del Sitio T6 (ACP / URS Holdings Inc., Mayo 2007), obtenidos en los Estudios de Impacto Ambiental correspondientes, cuyos resúmenes y aspectos más relevantes, se incluyen como Anexos 5.

7.1 Análisis de la Situación Ambiental Previa en Comparación con las Transformaciones del Ambiente Esperadas

Para identificar y evaluar impactos potenciales se requiere de un análisis comparativo de las condiciones existentes (línea de base) y las principales transformaciones esperadas en el entorno general del Canal, especialmente los cambios que se anticipan en el Área de Impacto Directo (AID). En este sentido es oportuno señalar que las actividades necesarias para la ejecución del Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá -Tercer Juego de Esclusas, son en su mayoría, similares a las actividades desarrolladas desde hace más de un siglo para la construcción inicial y el mantenimiento del Canal actual.

Desde esa perspectiva, es claro que los mayores impactos al medio natural ocurrieron durante ese periodo inicial de construcción del Canal de Panamá a principios del siglo XX. El resultado fue

la inundación de aproximadamente 425 Km² que formó el lago Gatún; la modificación de las cuencas hidrográficas aguas arriba y abajo de la represa de Gatún; la creación de áreas de almacenamiento de escombros sobre tierra; la construcción del pedraplen para unir las islas de Naos, Perico y Flamenco en el sector Pacífico; y la reubicación de las poblaciones dentro del área del lago Gatún. Varias áreas quedaron aisladas al subir el nivel de agua del Lago. La isla de Barro Colorado fue creada por estas acciones, que causaron la destrucción y fragmentación de los ecosistemas existentes y su reemplazo con los sistemas que se observan hoy.

El segundo período de impactos al medio ambiente por modificaciones del Canal incluyó acciones tales como la creación de la represa Madden y el lago Alhajuela, 1931-1939, y los intentos de construcción del tercer juego de esclusas durante la década de 1940. Estas actividades resultaron en las excavaciones cerca de las entradas del Canal, en el Caribe y el Pacífico. Los impactos al medio ambiente durante estas actividades se consideran menores, ya que las excavaciones ocurrieron en áreas previamente alteradas, cuyos ecosistemas eran de origen secundario, posterior a los impactos causados por la construcción del Canal original.

Los impactos potenciales al medio ambiente que puedan ocurrir causados por el Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá -Tercer Juego de Esclusas, igualmente serán bajos y ocurrirán en áreas previamente afectadas. Los ecosistemas en las áreas de construcción de las nuevas esclusas y sus canales de acceso, han sido todos previamente afectados por actividades relacionadas a la construcción y operación del Canal de Panamá. La vegetación es dominada por especies adaptadas a perturbaciones. Todas las áreas boscosas afectadas por el Proyecto son de crecimiento secundario. Aunque algunos fragmentos de bosque secundario hayan desarrollado características de bosque maduro, no hay remanentes de bosques primarios o maduros en las áreas de impacto directo. El medio es típico de áreas previamente afectadas.

Los dos extremos del Área de Estudio Específico (Zonas 1 La Costa del Atlántico y Zona 6 La Costa del Pacífico) y del Área de Impacto Directo (AID), contienen ambientes costero-marinos que incluyen remanentes de manglares. Estos ambientes son relativamente frágiles o susceptibles a afectaciones. Igualmente para esas mismas dos zonas, pero fuera del AID, se han descrito arrecifes coralinos, que son también susceptibles a deterioro por cambios en las

condiciones acuáticas. Sin embargo, las actividades del ensanche y dragado del Canal ocurrirán en las mismas áreas que han sido afectadas en el pasado. Por lo tanto, los impactos previstos son de baja significación.

El impacto ambiental por el aumento del nivel de agua del lago Gatún también es considerado menor. El área afectada por el aumento del nivel de agua en 45 cm, presenta ya una vegetación adaptada a las fluctuaciones del nivel operativo del Lago. La diferencia será que los límites de la franja de vegetación adaptada que crece en las orillas del Lago se expandirán algo más. En cambio la disponibilidad de acceso o uso de algunas tierras bajas a orillas del Lago podría estar limitada durante los meses de mayor precipitación, pero no de manera permanente. El efecto de máximas crecidas futuras será controlado, como actualmente lo realiza la ACP, mediante, descargas de agua a través de las compuertas de la presa de Gatún.

Algunas viviendas localizadas en las riberas del lago Gatún, tienen una mayor probabilidad de ser afectadas durante la fase operativa del Proyecto. El incremento del nivel de agua del lago Gatún en 45 cm, puede afectar el uso de las tierras en zonas bajas, ya que el aumento del nivel freático también puede modificar el drenaje de los suelos en estas zonas. Es importante sin embargo, aclarar que el Plan de Uso del Suelo de la ACP (Acuerdo No. 102 de 25 de agosto de 2005 de la Junta Directiva de la ACP), no asigna zonas agrícolas inmediatamente adyacentes al Lago, debido a que la ACP tiene jurisdicción exclusiva hasta la elevación de 30.5 m PLD (100') y el nivel del lago alcanzará hasta 27.1 m (89'), pero para efectos de este análisis su potencial existencia será considerada. Algunas tomas de agua para los sistemas de suministro de agua a las poblaciones podrían ser afectadas por el aumento del nivel operativo del Lago y necesitarían ser readecuadas.

Los efectos socioeconómicos de la etapa de construcción del Proyecto de Ampliación serán en gran parte positivos. El aumento en plazas de trabajos directos será bajo, en comparación con la población de trabajadores activos. Es probable que los trabajadores para la obra vengan de las zonas más pobladas de la región central de Panamá (provincias de Panamá y Colón), cercanas a las áreas del Proyecto a que se desplacen de poblaciones alejadas. Dadas las condiciones de la

magnitud del tránsito existente, y el número máximo de trabajadores posibles, el impacto sobre el tránsito vehicular será bajo y no requerirá modificaciones.

Las actividades de mantenimiento del Canal hoy en día incluyen el dragado del mismo. Las actividades propuestas aumentarán el volumen de materiales dragados. Estos serán almacenados en áreas diseñadas para este fin que en su mayoría han sido utilizadas para el mantenimiento y modernización del Canal. El impacto sobre tierra causado por estas actividades del dragado estará limitado a las zonas de acopio de material excavado y dragado. Los nuevos sitios de depósito propuestos pueden afectar al medio, al disminuir el área natural disponible. Las actividades de voladuras por explosivos tendrán impactos sobre el medio circundante causado por las vibraciones del suelo y ruidos generados. Las áreas seleccionadas para estas actividades están distantes de los centros urbanos principales, a excepción de algunos sectores de La Boca, Paraíso, Pedro Miguel, Diablo y Amador.

El efecto acumulativo y sinérgico de las transformaciones esperadas a los medios físicos, biológicos, socioeconómicos e histórico-culturales como resultado del Proyecto no ocasionará cambios adversos significativos en comparación con las tendencias y trayectoria de la situación ambiental existente en el país y el Área del Estudio. Sin embargo, el Proyecto puede generar impactos adversos de corta duración durante la fase de construcción, de mayor significación que los que ocurren por las operaciones actuales del Canal.

7.2 Análisis, Valorización y Jerarquización de los Impactos Positivos y Negativos de Carácter Significativamente Adversos Derivados de la Ejecución del Proyecto

Las Tablas 7-1 y 7-2 presentan un resumen del análisis, valorización y jerarquización de los impactos de carácter positivo o negativo derivados de la ejecución del Proyecto, organizado según los elementos de interés y los índices de significación de cada impacto, para las fases de construcción (Tabla 7-1) y operación (Tabla 7-2), respectivamente. Se consideran como significativos los impactos con una calificación moderada a muy alta (índice de significación de +/- 3.4 o más).

Es importante resaltar que la determinación del índice de significación, para cada impacto, se realizó en función de la metodología descrita en la sección 7.8 del presente capítulo. Dicha metodología se fundamenta en la evaluación del impacto, mediante la asignación de valores numéricos a una serie de criterios (magnitud, duración, tiempo de desarrollo, efectos acumulativos y sinérgicos, y probabilidad de ocurrencia), que analizados en su conjunto mediante una fórmula matemática determinan la significación específica al impacto evaluado.

El análisis individual de cada uno de estos impactos se presenta en las secciones subsiguientes.

Tabla 7-1

Análisis, Valorización y Jerarquización de los Impactos Significativos de la Fase de Construcción del Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá – Tercer Juego de Esclusas

Impacto	Análisis	Valorización	Significación
Elementos Físicos			
Aumento del Riesgo de Deslizamientos	<ul style="list-style-type: none"> Incremento en magnitud y ocurrencia de deslizamientos en taludes de excavaciones y profundización de cauces 	-7.50	Alta
Incremento en la Erosión de los Suelos	<ul style="list-style-type: none"> Exposición de superficies de suelo por remoción de vegetación Incremento local de las pendientes en excavaciones y taludes de rellenos 	-6.30	Alta
Aumento en los Niveles de Ruido y Vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> Emisión de ruido por equipo y maquinaria de construcción Ruido y vibraciones por voladuras y otras actividades del Proyecto 	-5.74	Media o Moderada
Deterioro de la Calidad de las Aguas	<ul style="list-style-type: none"> Incremento en niveles de turbidez por aporte de sólidos en suspensión Metales trazas en sedimentos Otras actividades con potencial de contaminación 	-5.54	Media o Moderada
Deterioro de la Calidad del Aire	<ul style="list-style-type: none"> Emisión de material particulado y gases contaminantes por maquinaria y equipo de construcción Generación de material particulado por 	-3.43	Media o Moderada

Impacto	Análisis	Valorización	Significación
	movimiento de tierras, excavaciones y voladuras		
Cambio Microclimático	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de cobertura vegetal y cambio de uso del suelo. • Incremento de la temperatura ambiente a nivel local 	-3.10	Baja
Compactación del Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Movimiento de equipo y maquinaria • Depósito de material excavado y rellenos • Disminución de capacidad de infiltración del suelo por remoción de vegetación 	-3.04	Baja
Aumento en la Sedimentación	<ul style="list-style-type: none"> • Erosión de suelos por exposición de superficies de suelo por remoción de vegetación • Erosión de suelos por incremento local de las pendientes en excavaciones y taludes de rellenos 	-2.93	Baja
Alteración del Patrón de Drenaje	<ul style="list-style-type: none"> • Depósito de material dragado y excavado en tierra • Desvío de los ríos Cocolí y Grande (brazo Sur) • Construcción de obras hidráulicas 	-2.40	Baja
Pérdida del Potencial de Captura de Carbono	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de uso del suelo y pérdida de áreas vegetadas • Pérdida de biomasa del suelo • Mayores emisiones de dióxido de carbono 	-2.38	Baja
Disminución de la Aptitud de Uso del Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Las diversas actividades de construcción afectan las propiedades de los suelos como son la erosión, compactación, contaminación y capacidad de almacenamiento de agua 	-2.16	Baja
Incremento de la Percepción de Olores	<ul style="list-style-type: none"> • Olores desagradables por emisión de gases nocivos por detonantes de voladuras y movimiento de equipo pesado • Residuos líquidos y sólidos que generan olores 	-1.96	Baja
Contaminación de Suelos	<ul style="list-style-type: none"> • Vertido accidental de aceites, combustibles, grasas, químicos y otros contaminantes • Depósito de material excavado y dragado en sitios de depósito • Voladuras de rocas ígneas de tipo basáltico 	-1.27	Baja
Alteración del	<ul style="list-style-type: none"> • Depósito de material dragado y excavado en tierra 	-1.20	Baja

Impacto	Análisis	Valorización	Significación
Régimen de Flujo de las Aguas	<ul style="list-style-type: none"> • Desvío de los ríos Cocolí y Grande (brazo Sur) • Construcción de obras hidráulicas, operación de oficinas de campo y explotación de canteras 		
Socavamientos y Hundimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Modificaciones potenciales de las características geológicas y/o hidrogeológicas locales. • Liberación de tensiones en suelo y macizo rocoso • Introducción de cargas por efecto de rellenos 	-0.15	Muy Baja
Elementos Biológicos			
Alteración de los Recursos Acuáticos del Lago Miraflores	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida del área y volumen del Lago • Desvío del río Cocolí • Incremento o disminución de sedimentos suspendidos 	-5.78	Media o Moderada
Alteración de Ecosistemas Marino Costeros	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de sedimentos suspendidos • Incremento de sedimentación • Alteración del fondo por profundización del canal de navegación • Vibraciones por voladuras 	-5.60	Media o Moderada
Pérdida de Cobertura Vegetal	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación permanente de vegetación en la huella de los accesos nuevos, esclusas y tinas de reutilización de agua y otra infraestructura permanente • Eliminación temporal de cobertura vegetal en sitios de depósito nuevos y áreas temporales de trabajo 	-4.20	Media o Moderada
Pérdida del Hábitat Terrestre	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación permanente hábitat terrestre en la huella de los accesos nuevos, esclusas y tinas de reutilización de agua y otra infraestructura permanente • Transformación temporal de hábitat terrestre en sitios de depósito nuevos y áreas temporales de trabajo 	-3.87	Media o Moderada
Alteración de los Recursos Acuáticos del Lago Gatún	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevos sitios de depósito • Incremento de sedimentos suspendidos • Alteración de fondo del Lago por profundización del cauce de navegación 	-3.50	Media o Moderada

Impacto	Análisis	Valorización	Significación
	<ul style="list-style-type: none"> • Vibraciones por voladuras 		
Pérdida del Potencial Forestal	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación permanente de recursos forestales en la huella de los accesos nuevos, esclusas y tinas de reutilización de agua y otra infraestructura permanente • Eliminación temporal de recursos forestales en sitios de depósito nuevos y áreas temporales de trabajo 	-3.24	Baja
Alteración de Recursos Acuáticos en Ríos y Quebradas	<ul style="list-style-type: none"> • Desvío de los ríos Grande (brazo Sur) y Cocolí • Afectación por sitios de depósito nuevos (T6 y Cocolí) 	-3.08	Baja
Riesgo de Atropello de Fauna Silvestre	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en tránsito vehicular en caminos de acceso 	-2.64	Baja
Afectación Directa de la Fauna	<ul style="list-style-type: none"> • Fauna de movilidad reducida no podrá desplazarse o huir de maquinaria y obras dentro de la huella del Proyecto 	-2.56	Baja
Afectación a Áreas Protegidas	<ul style="list-style-type: none"> • No habrán impactos directos en áreas terrestres de las Áreas Protegidas • Afectación a ambiente lacustre del MN Isla Barro Colorado 	-2.04	Baja
Aumento de Cacería Furtiva	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en la población local temporal de trabajadores y personas involucradas en actividades indirectas 	-1.74	Baja
Perturbación a la Fauna Silvestre	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento temporal en los niveles de ruido y actividades de gente, vehículos y maquinaria 	-1.50	Baja
Elementos Socioeconómicos			
Incremento en los Ingresos del Tesoro Nacional	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento temporal de recaudaciones aduaneras, impuestos por utilidades a empresas, entre otros 	+6.80	Alta
Estímulo a la Economía Nacional	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento temporal en demanda para mano de obra y profesionales para las actividades de construcción • Incremento temporal en la demanda de servicios, bienes e insumos 	+4.80	Media o Moderada
Generación de	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento temporal en demanda para mano de 	+4.71	Media o Moderada

Impacto	Análisis	Valorización	Significación
Empleos	<p>obra y profesionales para las actividades de construcción</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incremento temporal en la demanda de servicios 		
Incremento de Flujos Turísticos	<ul style="list-style-type: none"> • No se interrumpirá el tráfico actual de turistas • Generación de un interés adicional por visitar el Canal y ser testigos de la magnitud de las obras del Proyecto 	+2.48	Baja
Revalorización de Propiedades	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento del valor de las propiedad por mayor demanda de bienes y servicios y desarrollo de nuevas actividades 	+1.30	Baja
Incremento en el Riesgo de Accidentes Laborales	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en la fuerza laboral • Incremento en atenciones médicas en las ciudades de Panamá y Colón 	-5.33	Media o Moderada
Incremento en la Generación de Desechos	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en el número de empleados genera mayor cantidad de desechos, lo cual ejercerá presión sobre el sistema de disposición de residuos existente • Uso equipo pesado y maquinaria genera desechos no orgánicos y peligrosos que requieren de disposición especial 	-3.98	Media o Moderada
Sobrecarga de los Servicios Públicos	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en atenciones médicas en las ciudades de Panamá y Colón • Mayor uso de servicios públicos por personal de empresas contratistas y sus dependientes, así como otros servicios gubernamentales como tramitaciones en aduanas, permisos de trabajo, entre otros 	-3.24	Baja
Afectación al Tráfico Vehicular por Incremento en la Demanda de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Número total anticipado de viajes diarios por los trabajadores y población asociada: 5,316, de los cuáles 36% en Auto Particular y 64% en Transporte Público 	-3.14	Baja
Cambios en el Uso del Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la demanda de espacio para nuevos asentamientos en algunas zonas del AES 	-2.86	Baja
Incremento de la	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento temporal en la población por la llegada 	-2.76	Baja

Impacto	Análisis	Valorización	Significación
Población y Flujos Migratorios	de trabajadores foráneos, así como de población flotante en búsqueda de empleo		
Afectación a Estructuras	<ul style="list-style-type: none"> • Reubicación o reemplazo de estructuras perteneciente a comunidades y terceros 	-2.72	Baja
Riesgo de Incremento de Enfermedades Laborales	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de sitios de reproducción de insectos y otros vectores • Afectación a salud de los trabajadores 	-1.42	Baja
Cambios en el Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración del paisaje por excavaciones, reconfiguración del terreno y construcción de diques Borinquen 	-1.18	Baja
Afectación a Infraestructura Pública	<ul style="list-style-type: none"> • Reubicación o reemplazo de infraestructura pública 	-1.12	Baja
Cambios en los Niveles de Criminalidad	<ul style="list-style-type: none"> • Llegada de trabajadores foráneos, así como de población flotante en búsqueda de empleo • Aumento del nivel de empleo directo e indirecto, y aumento de una mejor calidad de vida minimizan este impacto 	-0.40	Muy Baja
Elementos Histórico-Culturales			
Afectación de Sitios Históricos y Arqueológicos Conocidos	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración directa de sitios por las obras • Alteración del contexto de sitios cercanos a las obras 	-3.80	Media o Moderada
Afectación de Sitios Arqueológicos Desconocidos	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgo de destrucción de material arqueológico desconocido durante excavaciones y voladuras 	-2.90	Baja

Tabla 7-2

Análisis, Valorización y Jerarquización de los Impactos de la Fase de Operación del Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá – Tercer Juego de Esclusas

Impacto	Análisis	Valorización	Significación
Elementos Físicos			
Pérdida del Potencial de Captura de Carbono	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de áreas vegetadas por incremento del nivel del lago Gatún • Reducción de emisiones a nivel global en rutas marítimas y terrestres 	+1.39	Baja
Deterioro de la Calidad del Aire	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en el tránsito de embarcaciones por el Canal • Actividades periódicas de mantenimiento o manejo de los sitios de depósito de materiales 	-4.07	Media o Moderada
Aumento del Riesgo de Deslizamientos	<ul style="list-style-type: none"> • Inestabilidad de taludes de cortes y rellenos por efecto de vibraciones, sobrecarga y acción del agua 	-2.88	Baja
Cambio Microclimático	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio o adaptación de vegetación por incremento del nivel del lago Gatún 	-2.77	Baja
Deterioro de la Calidad de las Aguas	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en niveles de turbidez por aporte de sólidos en suspensión • Metales pesados en sedimentos • Fluctuación del nivel del lago Gatún • Operación del tercer juego de esclusas 	-2.72	Baja
Aumento en los Niveles de Ruido y Vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> • Esclusaje de buques • Trabajos rutinarios de mantenimiento 	-2.60	Baja
Alteración del Patrón de Drenaje	<ul style="list-style-type: none"> • Depósito de material dragado y de excavación en tierra 	-2.08	Baja
Incremento de la Percepción de Olores	<ul style="list-style-type: none"> • Emisiones de gases por funcionamiento de equipo y maquinaria de mantenimiento 	-1.56	Baja
Incremento en la Erosión de los Suelos	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento de carreteras • Estabilización de taludes • Mantenimiento y estabilización de canales de aproximación a las esclusas • Manejo de los sitios de depósito de material 	-1.45	Baja

Impacto	Análisis	Valorización	Significación
	dragado.		
Aumento en la Sedimentación	<ul style="list-style-type: none"> Erosión de suelos por cambio de uso y de taludes con pendientes pronunciadas 	-1.30	Baja
Contaminación de Suelos	<ul style="list-style-type: none"> Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo de mantenimiento Depósito de material dragado y excavado 	-1.18	Baja
Compactación del Suelo	<ul style="list-style-type: none"> Manejo de los sitios de depósito de material dragado y excavado como resultado de las actividades de mantenimiento 	-1.14	Baja
Alteración del Régimen de Flujo de las Aguas	<ul style="list-style-type: none"> Disposición de material dragado y de desperdicio en tierra Fluctuación del nivel del lago Gatún 	-0.98	Baja
Socavamientos y Hundimientos	<ul style="list-style-type: none"> Efectos de largo plazo a consecuencia de actividades de construcción (excavaciones, rellenos) 	-0.12	Muy Baja
Elementos Biológicos			
Alteración de Ecosistemas Marino Costeros	<ul style="list-style-type: none"> Las actividades de mantenimiento de los canales de navegación y el riesgo asociado con el tráfico de buques aumentan ligeramente en la medida en que un mayor número de buques, así como buques de mayores dimensiones transitan por el Canal. 	-4.16	Media o Moderada
Aumento del Riesgo de Atropello de Fauna Silvestre	<ul style="list-style-type: none"> El tránsito vehicular se reducirá, pero será mayor a los niveles actuales por el incremento de las actividades generales asociados con el Canal ampliado 	-2.90	Baja
Alteración de Recursos Acuáticos en Ríos y Quebradas	<ul style="list-style-type: none"> El desvío y canalización de los ríos Grande (brazo Sur) y Cocolí es una condición permanente durante la fase de operación que no permitirá la recuperación de las condiciones pre-constructivas Las descargas al río Chagres inferior a través de la Represa del Gatún se verán afectadas por la elevación del nivel operativo del lago 	-2.54	Baja

Impacto	Análisis	Valorización	Significación
	Gatún		
Alteración de los Recursos Acuáticos del Lago Miraflores	<ul style="list-style-type: none"> • Se considera que el riesgo principal durante la fase de operación es que el grado de eutrofización del lago Miraflores aumente • Se descarta un cambio significativo en la salinidad de lago Miraflores durante la fase de operación 	-2.35	Baja
Pérdida del Hábitat Terrestre	<ul style="list-style-type: none"> • Los cambios en los niveles operativos máximo y mínimo del lago Gatún ocasionarán alteraciones del hábitat terrestre 	-2.24	Baja
Pérdida de Cobertura Vegetal	<ul style="list-style-type: none"> • Las áreas temporales de trabajo de la fase de construcción serán revegetadas • El mantenimiento o expansión eventual de los sitios de disposición podrían afectar la cobertura vegetal y prevenir su regeneración • Los cambios en los niveles operativos máximo y mínimo del lago Gatún ocasionarán cambios de cobertura vegetal en función a su dirección y duración 	-2.06	Baja
Perturbación a la Fauna Silvestre	<ul style="list-style-type: none"> • Los niveles de ruido, vibraciones y actividades de transporte de material por equipos pesados bajarán a niveles similares a los actuales • El tránsito en el Canal y las actividades asociadas a las esclusas generarán niveles de perturbación ligeramente mayores a los actuales 	-1.30	Baja
Afectación Directa de Fauna	<ul style="list-style-type: none"> • En la medida en que los sitios de depósito continúen siendo utilizados durante el mantenimiento del Canal, se ocurrirá la eventual eliminación de algunos ejemplares de especies con poca movilidad 	-1.16	Baja
Afectación a Áreas Protegidas	<ul style="list-style-type: none"> • El incremento en la población permanente debido a el Canal expandido podría aumentar levemente la cacería furtiva sobre los niveles 	-1.12	Baja

Impacto	Análisis	Valorización	Significación
	actuales		
Alteración de los Recursos Acuáticos del Lago Gatún	<ul style="list-style-type: none"> • Fluctuación del nivel del lago Gatún hasta 2.44 m • El efecto general de mayor fluctuación es la reducción de plantas enraizadas sumergidas y organismos bentónicos • Se descarta un cambio significativo en la salinidad de lago Gatún durante la fase de operación 	-0.48	Muy Baja
Aumento de Cacería Furtiva	<ul style="list-style-type: none"> • El incremento en la población permanente debido a el Canal expandido podría incrementar levemente la cacería furtiva sobre los niveles actuales 	-0.48	Muy Baja
Elementos Socioeconómicos			
Incremento en los Ingresos del Tesoro Nacional	<ul style="list-style-type: none"> • Hasta B/. 4,190 millones, por concepto de derecho por tonelada neta y tasa por servicios públicos, así como por excedentes para el año 2025 • Durante los primeros 11 años de operación, un aporte total al estado de B/.8,500 millones más que la alternativa de No Expansión 	+7.42	Alta
Estímulo a la Economía Nacional	<ul style="list-style-type: none"> • Movimiento económico adicional a nivel agregado lograría un crecimiento anual adicional del PIB en un 26% • Contribución del Canal a las exportaciones totales de Panamá para el año 2025, un 19.5% por encima de la alternativa de No Expansión • Para ese mismo año, ingresos fiscales 31.8% mayores con la expansión 	+6.40	Alta
Generación de Empleos	<ul style="list-style-type: none"> • Demanda de personal adicional disminuirá a niveles cercanos a los actuales, exceptuando demanda para operación de las nuevas esclusas y mantenimiento • Mayor impacto causado por la expansión de 	+6.40	Alta

Impacto	Análisis	Valorización	Significación
	servicios y actividades complementarias por el incremento de tránsitos en el Canal		
Cambios en el Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> Alteración del paisaje debido a la actividad de tránsito de buques de mayor tamaño 	+5.50	Media o Moderada
Incremento de Flujos Turísticos	<ul style="list-style-type: none"> Una vez concluidas las obras y levantadas las restricciones de seguridad, se estima que el interés por visitar el Canal sea aún mayor 	+3.64	Media o Moderada
Revalorización de Propiedades	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de valor por cambio de condiciones y desarrollo de nuevas actividades 	+1.40	Baja
Incremento de la Población y Flujos Migratorios	<ul style="list-style-type: none"> Estimulación del crecimiento poblacional y flujos migratorios como consecuencia del crecimiento económico regional 	-3.63	Media o Moderada
Cambios en el Uso del Suelo	<ul style="list-style-type: none"> El impacto del Proyecto sobre la dinámica de uso de la tierra dependerá principalmente del desempeño de actividades complementarias y/o adicionales a la operación del Canal, tales como el Conglomerado del Canal, el auge residencial y el desempeño de la economía en general 	-3.51	Media o Moderada
Sobrecarga de los Servicios Públicos	<ul style="list-style-type: none"> El incremento de la población requerirá de mayor y mejor cobertura de servicios públicos Se asume que la cantidad adicional de energía eléctrica para la operación del tercer juego de esclusas será provista por la misma ACP, por lo que no se generará una presión adicional sobre este recurso 	-3.45	Media o Moderada
Afectación al Tráfico Vehicular por Incremento en la Demanda de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> Mayor demanda de transporte durante la operación estará igualada con una mayor capacidad financiera para el mejoramiento de la infraestructura vial 	-2.21	Baja
Incremento en la Generación de Desechos	<ul style="list-style-type: none"> Se ocasionará un nivel de desechos mayor debido a un leve incremento en la cantidad de trabajadores en el área y mayor cantidad 	-0.93	Baja

Impacto	Análisis	Valorización	Significación
	de turistas y al uso de mayor cantidad de equipo en las actividades de esclusaje y mantenimiento		
Riesgo de Incremento de Enfermedades Laborales	<ul style="list-style-type: none"> El requerimiento a gran escala de personal adicional habrá cesado y por lo tanto el riesgo de un incremento de enfermedades laborales debidas al Proyecto será prácticamente inexistente 	-1.12	Baja
Incremento en el Riesgo de Accidentes Laborales	<ul style="list-style-type: none"> Debido a los estrictos estándares de seguridad vigentes en ACP, la cantidad adicional de nuevos empleos que generarán las operaciones del canal ampliado no incrementará el riesgo de accidentes 	-1.45	Baja
Cambios en los Niveles de Criminalidad	<ul style="list-style-type: none"> Un incremento potencial de los niveles de criminalidad no sería directamente atribuible al Proyecto, sino más bien por el desarrollo de actividades conexas 	-0.09	Muy Baja
Impactos Transfronterizos			
Reducción del Costo del Transporte Marítimo para el Transporte Mediante Buques Pospanamax	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de distancias y aumento de capacidad de carga podría generar reducción de costos 	+2.23	Baja
Mejoras en la Confiabilidad de Compañías Navieras que Usan la Ruta del Canal	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de tiempo y aumento en capacidad de carga que permitirán ofertar mejores servicios 	+1.77	Baja
Efecto del Incremento de Peajes para Algunos Países	<ul style="list-style-type: none"> Incremento de peajes podría tener efecto negativo sobre la economía de algunos países 	-1.66	Baja
Incremento en el Riesgo de Accidentes en las Rutas Internacionales	<ul style="list-style-type: none"> Incremento en frecuencia de uso de ciertas rutas marítimas que podría acentuar incremento de accidentes 	-0.24	Muy Baja

7.2.1 Impactos al Medio Físico

A través del análisis realizado, se identificaron un total de quince (15) tipos de impactos potenciales durante las etapas de construcción y operación del Proyecto que pudieran incidir sobre el medio físico (aire, agua y suelo), todos de carácter negativo. Es importante mencionar que para la etapa de construcción, la mayor parte de los impactos son considerados como temporales y reversibles, mientras que durante la operación del Proyecto, los impactos a pesar de ser en gran parte de carácter permanente, estos son de baja intensidad, influenciado esto por los diseños propuestos y el cumplimiento de las normas aplicables entre otros factores.

7.3.1 Cambio Microclimático

Fase de Construcción

Los cambios en las variables climáticas ocurren principalmente debido al cambio de uso de suelo con la consecuente pérdida de cobertura vegetal y de biomasa en las áreas que serán ocupadas permanentemente por la huella del Proyecto. La pérdida de vegetación a causa del cambio en el uso del suelo se produce por las siguientes actividades del Proyecto en la fase de construcción:

- Limpieza, desbroce y desmonte
- Construcción de caminos de acceso permanentes y temporales
- Excavaciones y Rellenos
- Voladuras
- Depósito en tierra de material excavado y dragado
- Construcción de estructuras permanentes (diques Borinquen, esclusas y tinas de reutilización de Agua

La pérdida de cobertura vegetal provocará cambios climáticos a un nivel muy puntual o localizado (microclima), manifestándose específicamente en el sitio donde ocurra la tala, reflejándose en el incremento de la temperatura ambiente, lo cuál a su vez se reflejará en una

reducción de la humedad. El fenómeno de aumento de temperatura también se vería inducido al cambiar las condiciones de refracción sobre la superficie original a una superficie con usos diversos diferentes a los de línea base, entre ellos, superficies pavimentadas u ocupadas con instalaciones del Proyecto, superficie de agua (canales de navegación, esclusas y tinajas de ahorro de agua), superficies de roca o suelos desnudos en diques, taludes de corte, entre otros. Estos efectos serían de carácter local, manifestados principalmente sobre la huella del Proyecto.

En la sección correspondiente a pérdida de cobertura vegetal, se presenta en detalle las áreas por categoría de cobertura, que serán directamente afectadas por la huella del Proyecto, en cada una de las zonas del Área de Impacto Directo (AID).

Con base en lo anterior, este impacto se considera de tipo indirecto, producto de la pérdida de vegetación, de carácter negativo, de ocurrencia cierta, con un desarrollo muy rápido debido a que sus efectos a nivel puntual o localizados se sentirían inmediatamente con la pérdida de vegetación, de baja magnitud, pero localizados y de duración permanente (ello sin considerar la regeneración natural de la vegetación en las superficies de taludes y áreas no ocupadas, ni las medidas de mitigación).

Por otro lado, el cambio microclimático se considera un impacto acumulativo de efecto moderado al combinarse con otros impactos generados por proyectos realizados en el pasado, como el propio cambio microclimático o el deterioro de la calidad del aire. No se considera que este impacto tenga un efecto sinérgico.

Atendiendo lo anterior el impacto de cambio microclimático, durante la fase de construcción, tiene un nivel de significación bajo (-3.10).

Fase de Operación

Durante la fase de operación, y toda la vida útil del Proyecto, se mantendrá el impacto sobre el microclima ocasionado durante la construcción de las obras del Tercer Juego de Esclusas, como consecuencia del cambio de uso del suelo a lo largo de la huella de las obras del Proyecto,

aunque se espera que se producirá la regeneración artificial o natural de la vegetación en las superficies de taludes y áreas no ocupadas en forma permanente en las obras o instalaciones, incluso sin considerar la implementación de medidas de mitigación.

Considerando el contexto legal e institucional y, sobre todo, el hecho de que las obras del Proyecto se ejecutarán en áreas que se encuentran localizadas dentro de las áreas de administración privativa de la ACP, no se prevé que el desarrollo del Proyecto pueda inducir la generación de nuevas actividades a lo largo del eje marcado por la huella del Proyecto, que no estén asociadas con la operación y mantenimiento de la vía acuática. Pero sí es previsible, que la ejecución de las obras y su operación han de tener como consecuencia el incremento del turismo y los recorridos guiados por los diferentes sectores de las obras construidas y a lo largo de todo el canal. No se prevé sin embargo que esto implique una afectación adicional al microclima de la región.

El aspecto más importante a considerar durante la operación, es el aumento del nivel del lago Gatún, en 0.45 metros por encima del nivel máximo de operación actual. Este incremento implica la subida de nivel durante los meses de mayor precipitación, lo que puede resultar en la alteración de la vegetación en algunas tierras bajas durante los meses más lluviosos del año.

De acuerdo a la evaluación realizada por URS Holdings con el apoyo de la información cartográfica disponible, la utilización de imágenes satelitales y la aplicación del SIG, se ha estimado que a lo largo de los cerca de 2,000 km de perímetro del Lago y sus islas, se pudiese de alguna forma alterar la vegetación en las riberas. La realización de un estudio de monitoreo durante un plazo de varios años (5) podría indicar el nivel de estas alteraciones, indicando además que tipo de especies declinan o cuáles reemplazan a las existentes.

El nivel operativo actual del lago Gatún oscila entre 24.8 m (81.5') y 26.7 m (87.5') PLD¹, en tanto que con el Proyecto, oscilará entre 24.8 m (81.5') y 27.1 m (89') PLD. Los registros históricos de niveles del lago Gatún durante el periodo enero de 1992 – diciembre de 2001

¹ PLD = Precise Level Datum – Nivel de Referencia Preciso, aproximadamente igual al nivel promedio del mar en ambas costas.

(Informe de Viabilidad Ambiental. ACP, 2006) muestran que bajo las condiciones actuales de operación y de acuerdo a la estacionalidad del clima (ocurrencia de precipitaciones y escurrimientos en la cuenca), el nivel máximo operativo se alcanza normalmente entre los meses de diciembre y enero permaneciendo los niveles altos del Lago durante algunas semanas (entre 0 y 8), para luego nuevamente bajar gradualmente a consecuencia de la utilización de las aguas.

Dado lo anterior, este impacto se considera de tipo indirecto, producto del cambio o adaptación de vegetación a causa de la fluctuación del nivel de las márgenes del Lago, de carácter negativo, de ocurrencia cierta, con un desarrollo lento debido a que sus efectos a nivel local se sentirían con los años con un cambio gradual de vegetación.

Por otro lado, el cambio microclimático se considera un impacto acumulativo de efecto moderado al combinarse con otros impactos generados por proyectos realizados en el pasado, como el propio cambio microclimático o el deterioro de la calidad del aire. No se considera que este impacto tenga un efecto sinérgico.

En consecuencia, el impacto sobre el cambio microclimático, durante la fase de operación es de un nivel de significación bajo (-2.77).

7.3.2 Pérdida del Potencial de Captura de Carbono

Fase de Construcción

A nivel global, los cambios de uso de tierras ocupadas hoy día por bosque secundario, matorrales, rastrojo, pastizales y herbazales hacia superficies pavimentadas u ocupadas con instalaciones del Proyecto, superficies de agua (canales de navegación, esclusas y tinajas de ahorro de agua), superficies de roca o suelos desnudos en taludes de corte, entre otros, reducirán en cierta medida el potencial de captación de carbono de dichos terrenos. Esta pérdida de potencial de captación ocurriría tanto por la pérdida de la cobertura vegetal como por la pérdida de biomasa del suelo.

Lo anterior se traduciría en mayores emisiones de dióxido de carbono, las cuáles se relacionan a nivel global con el fenómeno del cambio climático. En la Tabla 7-3 se presentan estimaciones de la pérdida del potencial de captura de carbono asociada a los cambios de uso del suelo².

Tabla 7-3
Pérdida de Potencial de Captura de Carbono

Categoría	Superficie (ha)	Carbono (TmC/ha)	Carbono Total (TmC)
Bosque secundario maduro y mangle	33.87	83.24 ^{*a}	2,819
Bosque secundario intermedio	456.69	83.24 ^{*b}	38,015
Matorrales y Rastrojo	238.03	10.00 ^{*c}	2,380
Herbazales y Pastizales	1,137.62	10.00 ^{*d}	11,376
Total de Cobertura Vegetal	1,866.21		54,590
^{*a} Valor correspondiente a “vegetación abierta”. ^{*b} Idem. ^{*c} Valor correspondiente a “pastos y cultivos de subsistencia”. ^{*d} Idem.			

Fuente: URS Holdings, Inc.

El valor de 54,590 Tm de carbono que se dejaría de captar a consecuencia de la pérdida de cobertura vegetal en el área del Proyecto, representa apenas el 0.009% del valor estimado como el carbono almacenado en la línea base de Panamá para el año 2012, el cual conforme a lo señalado en el informe “Panamá Frente al Cambio Climático” sin considerar la ejecución de proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) será de 601,316,647 TmC.

Dado lo anterior, este impacto se considera de tipo indirecto, producido como consecuencia de la pérdida de cobertura vegetal, de carácter negativo, de ocurrencia cierta, con un desarrollo muy lento debido a que sus efectos a nivel global se sentirían en el largo plazo, de una magnitud muy

² Los datos de captura de carbono por tipo de categoría de uso fueron tomados del informe Panamá Frente al Cambio Climático. Serie Centroamericana de Bosques y Cambio Climático. FAO, Octubre 2003. En aquellos casos donde no se estipulaban datos para el tipo de uso específico, se asumió como valor de referencia el establecido para categorías similares.

baja considerando que representa apenas el 0.009% del potencial de captura de carbono de los bosques de nuestro país, y de duración permanente.

Por otro lado, la pérdida del potencial de captura de carbono se considera un impacto acumulativo de efecto moderado a nivel regional, debido a que contribuye al proceso de calentamiento global y cambio climático que se viene produciendo cada vez con mayor intensidad en el planeta. No se considera que este impacto tenga un efecto sinérgico.

Atendiendo lo anterior el impacto de pérdida de potencial de captura de carbono, durante la fase de construcción, es de un nivel de significación bajo (-2.38).

Fase de Operación

Como fuera mencionado arriba, durante la fase de operación, a consecuencia del incremento del nivel operativo del lago Gatún y la fluctuación del nivel temporal de áreas a lo largo de las orillas del Lago, pueden ocasionar el cambio gradual de la vegetación. Este cambio podría a si mismo conllevar una pérdida de potencial de captura de carbono, cuya magnitud estaría asociada a la vegetación que sería afectada por estos eventos temporales.

Por encargo de la ACP, a principios del año 2007, PB Consultants Inc. realizó un estudio del impacto sobre las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (emisiones de GHG por sus siglas en inglés), como consecuencia de la implementación del Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá y las rutas y recorridos preferenciales que serían utilizados para el transporte de carga en el contexto del comercio internacional.

De acuerdo a dicho estudio, los GHG más importantes producidos por fuentes de transporte por mar y tierra son las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), por lo que son tales emisiones las que se analizaron en dicho estudio.

La fuente principal de emisiones antropogénicas de CO₂ se deriva de la combustión de combustibles fósiles, que representan cerca del 70 a 90% del total de emisiones de origen antropogénico en el planeta. La combustión de combustibles fósiles es utilizada principalmente

para la generación de energía, transporte, calefacción y por la industria. El transporte es uno de los mayores contribuyentes a la producción de emisiones de CO₂. La expansión del Canal de Panamá podría afectar al transporte, modificando las rutas y volúmenes del comercio a lo largo de estas rutas.

Debido a su característica de ruta de paso para el transporte internacional e intercontinental, fue necesario basar las estimaciones de emisiones de GHG en aguas internacionales en pronósticos del comercio y del número de viajes-barco, de las rutas utilizadas y las correspondientes emisiones de CO₂ producidas en dichas rutas, para el análisis del efecto sobre las emisiones de CO₂ de la implementación del programa de expansión del Canal.

Con el objeto de considerar los cambios en los patrones de transporte por buque alrededor del planeta debido a la expansión del Canal de Panamá, PB Consultants utilizó el Modelo de Demanda Integrada de la ACP, para predecir la situación futura con y sin la expansión. De acuerdo al modelo de la ACP los segmentos de transporte por buque más afectados serán el transporte de contenedores, automóviles y de granos. Los otros rubros de transporte por buque no modificarán de manera significativa sus rutas como efecto de la ampliación del Canal.

Se espera que a consecuencia de la expansión del canal, se van a producir reducciones relativas en la frecuencia de tránsitos por el Canal de Suez y por los puertos de la costa Occidental de los Estados Unidos y un incremento de los tránsitos a través del Canal de Panamá hacia los puertos de la costa Oriental de los Estados Unidos. Por el contrario, si no se ejecuta el Proyecto de Ampliación del Canal, éste alcanzará su capacidad máxima alrededor del 2012-2014, y a partir de ese momento se producirá un efecto contrario, es decir, se producirán incrementos en la frecuencia de tránsitos por el Canal de Suez y por los puertos de la costa Occidental de los Estados Unidos. Por otro lado, se prevé que la ampliación del Canal afectará también el transporte por tierra en los Estados Unidos de carga proveniente del Lejano Oriente, que utiliza el sistema intermodal de dicho país entre las costas Occidental y Oriental.

El análisis realizado por PB Consultants estimó las emisiones de CO₂ para los tres segmentos más afectados de transporte marítimo por buque a lo largo de las rutas internacionales

(contenedores, grano y automóviles), así como para todos los segmentos de transporte a través del Canal de Panamá y para el transporte terrestre de contenedores entre las costas Occidental y Oriental de los Estados Unidos en sus modalidades por camión y por ferrocarril. Para el efecto, se comparó la situación con y sin la expansión del canal, asumiendo que la demanda total de transporte sería la misma para ambas alternativas.

Los resultados del análisis indican que las emisiones de CO₂ del transporte por buque por aguas internacionales, se incrementarán con la expansión del canal entre los años 2015 y 2020, pero disminuirán a partir del 2025, en comparación a la situación sin la expansión del canal. El incremento en las emisiones de CO₂ con la expansión del canal entre los años 2015 y 2020 se atribuye al hecho de que un mayor número, y buques más grandes de contenedores, viajarán desde el Lejano Oriente a través del canal directamente hacia la costa Oriental de los Estados Unidos, en vez de la ruta marítima más corta que utilizan actualmente a través de la costa Occidental. A partir del 2025, una vez que la capacidad del canal expandido haya sido copada, debido al subsecuente incremento de la demanda de transporte, las emisiones de CO₂ se verán compensadas por el correspondiente incremento de transporte por la ruta más larga a través del Canal de Suez.

El efecto de las emisiones de CO₂ sobre el transporte terrestre entre las costas Occidental y Oriental de los Estados Unidos fue evaluado para dos modalidades de transporte: por camión y ferrocarril. Debido a la incertidumbre sobre la distribución del transporte entre ambas modalidades en el futuro, se consideraron dos escenarios que incluyen todo el espectro de posibilidades, el transporte predominante por camión y el transporte predominante por ferrocarril. Las emisiones de CO₂ en el transporte por camiones fueron estimadas aplicando el Modelo de Emisiones Móviles 6.2 de la USEPA, en tanto que las emisiones generadas por las locomotoras del ferrocarril fueron estimadas aplicando el factor de eficiencia de combustión y de emisiones de CO₂ del sistema de ferrocarriles BNSF (Burlington Northern and Santa Fe Railway) de los Estados Unidos. Ambos escenarios resultaron en menos emisiones de CO₂ durante todos los años de análisis para la situación con la ampliación del Canal de Panamá.

En forma global, sumando el efecto del transporte marítimo por buque a lo largo de las rutas internacionales (de contenedores, grano y automóviles), del transporte a través del Canal de Panamá y del transporte terrestre de contenedores entre las costas Occidental y Oriental de los Estados Unidos, se constató que las emisiones totales de CO₂ se incrementarían el año 2015 (de operación plena del canal ampliado) en la situación con la expansión del Canal de Panamá, frente a la situación sin la expansión, en alrededor de 9.2 millones de toneladas de CO₂. Se espera que este incremento sería mucho menor alrededor del año 2020 (en el orden de 100 a 500 mil toneladas), en tanto que se espera que el año 2025 se tenga una reducción del total de emisiones de CO₂, del orden de 5-6 millones de toneladas de CO₂.

En consecuencia, con base en los supuestos del Modelo Integrado de Demanda de la ACP, en las potencias actuales de los motores de los buques y en los factores actuales de emisiones de CO₂, se anticipa que los beneficios del Canal ampliado se podrán materializar después del año 2020, cuando la saturación de la capacidad del Canal no ampliado obligue a muchos buques grandes a seguir la ruta más larga a través del Canal de Suez hacia la costa Occidental de los Estados Unidos y luego por la ruta terrestre de ese país.

Con base en los aspectos expuestos arriba, se considera que en forma global en la etapa de operación del Proyecto, el impacto sobre la emisión de gases de efecto invernadero será de carácter indirecto, positivo, de ocurrencia probable, aunque con un desarrollo muy lento, de una magnitud relativamente baja, de duración permanente.

Por otro lado, la reducción relativa de emisiones de CO₂ se considera un impacto acumulativo de efecto moderado a nivel global, debido a que evita la aceleración del proceso de calentamiento global y cambio climático que se viene produciendo cada vez con mayor intensidad en el planeta. No se considera que este impacto tenga un efecto sinérgico.

Atendiendo lo anterior el impacto de la reducción relativa de las emisiones de CO₂ o pérdida del potencial de captura de carbono, durante la fase de operación, es de un nivel de significación bajo (+1.39).

7.3.3 Deterioro de la Calidad del Aire

El aire constituye un factor determinante para la vida; la afectación del mismo podría generar otros efectos secundarios sobre la salud de la población, la flora, fauna y las estructuras, entre otros.

Los impactos sobre la calidad del aire van a estar relacionados con las fuentes emisoras y las características propias de estas, así como con las condiciones meteorológicas del área, y la ubicación de receptores, entre otros.

Fase de Construcción

Los impactos ocasionados durante la fase de construcción sobre la calidad del aire se consideran de carácter temporal y estos se relacionan con las actividades de construcción propiamente, así como con el manejo y transporte de materiales y desechos.

Como parte de las actividades de construcción del Proyecto, se generarán emisiones gaseosas en las áreas de mayor actividad e intensidad de obras. Existe la posibilidad de que la calidad del aire pueda alterarse por emisiones gaseosas y de partículas provenientes de equipos, maquinaria y vehículos que utilizan hidrocarburos como fuente de combustible. El tránsito de vehículos hacia los sitios de trabajo para el transporte del material de construcción y los equipos que componen el Proyecto, la retirada del material de desecho desde los sitios de trabajo, entre otros; así como los equipos, maquinarias y vehículos que participan en las actividades de construcción del Proyecto, generarán emisiones gaseosas que incrementará la emisión de partículas al aire (partículas, polvo, tierra y otros), y de otros gases contaminantes. Adicionalmente, los movimientos de tierra para la preparación del terreno y de las vías de acceso, la limpieza del terreno, las excavaciones y voladuras, entre otros, contribuirán al aumento de emisiones de material particulado a la atmósfera.

Los equipos que típicamente contribuirán a las emisiones son los camiones, vehículos livianos, maquinaria de construcción, generadores eléctricos, etc. que utilizan hidrocarburos como fuente de combustible.

Los contaminantes atmosféricos que se generarán incluyen principalmente CO, NO_x, SO₂ y material particulado.

Las actividades que generarían impactos y el tipo principal de contaminante emitido se muestran en la Tabla 7-4 a continuación:

Tabla 7-4
Actividades Generadoras de Impacto Sobre el Aire

Actividades	Contaminantes Asociados
Establecimientos de áreas de trabajo, construcción de caminos de acceso temporales y permanentes, limpieza y desbroce de vegetación, construcción de infraestructuras, voladuras, instalación de obras transitorias, trabajos de construcción, depósitos de materiales, transporte de materiales y desechos, y la remoción y reubicación de estructuras e infraestructuras	- Material particulado
Empleo de equipo, maquinaria y vehículos con motores de combustión.	- Material particulado - Monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO _x) y dióxido de azufre (SO ₂)

Fuente: URS Holdings, Inc.

Las actividades de construcción relacionadas con la remoción de vegetación y movimiento de tierras, así como al manejo de los sitios de depósito de material seco, serían fuentes de emisiones difusas de material particulado, cuyos efectos serían de consideración en la temporada seca por las condiciones climáticas que podrían favorecer su dispersión.

Las emisiones asociadas al uso de equipo y maquinaria accionada con motores de combustión van a estar directamente relacionadas con el tipo de vehículo que se utilice, la cantidad de vehículos, los periodos de operación de los mismos y las condiciones de mantenimiento de estos.

Este impacto se vería agravado debido a las emisiones producidas por el continuo tránsito de buques por el Canal, así como por las emisiones difusas de material particulado producto de los trabajos de modernización del Canal. Incluso, de acuerdo al estudio de PB Consult (2006), se estima que la mayor contribución de contaminantes sobre la calidad del aire la constituyen los buques que transitan diariamente por la vía acuática.

Estimaciones realizadas (PB Consult, 2006) para determinar las emisiones debido a los trabajos de construcción, sobre la base del número de equipos que se utilizarán, durante el mes de máxima actividad, tanto para los trabajos en el sector Atlántico, Pacífico, como en el canal de acceso en el Pacífico, reflejan que estas son mínimas si se compara con las emisiones actuales debidas a la operación del Canal. En la Tabla 7-5 se muestran dichas emisiones.

Tabla 7-5
Emisiones Debido a Trabajos de Construcción

Sitio de Construcción	CO (t/día)	NOx (t/día)	PM₁₀ (t/día)	SO₂ (t/día)
Esclusas del Atlántico	0.69	2.12	0.20	0.24
Esclusas del Pacífico	1.05	3.29	0.40	0.38
Canal de Acceso en el Pacífico	0.67	1.93	0.13	0.21
Total Construcción	2.42	7.34	0.73	0.83
Emisiones Actuales por Operación del Canal y Otras Actividades	56.10	172.01	5.51	100.80

Fuente: Task Order #30. PB Consult, 2006.

En la Tabla anterior se observa que la contribución a las emisiones actuales debido a las obras de construcción, es mínima, siendo para el caso del CO y el NOx de menos del 5% de la condición actual, para el SO₂ menor al 1% de la condición actual, y para Material Particulado menor al

15% de la condición actual; representando este último parámetro el de mayor interés en relación a las actividades propias de la construcción.

Las actividades previamente descritas, y las emisiones asociadas a ellas, generarían un impacto negativo y directo sobre la calidad del aire, de ocurrencia cierta, con un desarrollo lento en virtud que la máxima perturbación ocurrirá cuando se concentren la mayor cantidad de trabajos en forma simultánea, considerado de mediana magnitud en vista que la contribución del Proyecto es mínima en comparación con otras fuentes existentes, y con una duración larga en vista que se presentará mientras duren las obras de construcción, y con impacto acumulativo alto dada la interacción de las emisiones del Proyecto con las emisiones actuales debido al tráfico de embarcaciones por el Canal y la proximidad de los valores de línea base a los niveles normados o de referencia. No se considera que sea sinérgico con otros impactos.

Atendiendo a lo anterior, el impacto sobre la calidad del aire, durante la etapa de construcción se considera de un nivel de significación medio (-3.43).

Fase de Operación

Durante la fase de operación, el deterioro de la calidad del aire se generará principalmente por el aumento en el tránsito de embarcaciones por el Canal, y en menor medida por las actividades periódicas de mantenimiento o manejo de los sitios de depósito de materiales.

Las emisiones esperadas debido al aumento en el tránsito de embarcaciones por el Canal se muestran en la Tabla 7-6 a continuación:

Tabla 7-6**Emisiones Debido a Aumento de Tránsito de Embarcaciones³**

Fuente de Emisión	CO (t/día)	NOx (t/día)	PM₁₀ (t/día)	SO₂ (t/día)
Tránsito de Buques	59.0	171.1	5.0	92.6
Dragado y Perforación	0.3	2.9	0.1	3.8
Remolcadores	1.1	10.8	0.3	14.4
Botes de Servicio	1.8	2.7	0.1	NA
Sub-Total	62.1	187.5	5.4	110.8
Fuentes Misceláneas	3.67	12.98	0.80	6.07
Total	65.80	200.44	6.20	116.83
Emisiones Actuales por Operación del Canal y Otras Actividades	56.10	172.01	5.51	100.80

Fuente: Task Order #30. PB Consult, 2006.

De estos resultados se observan incrementos en los diversos parámetros del orden del 15%, lo cual considerando las condiciones actuales de línea base, tendrán un efecto negativo, de tipo directo, de ocurrencia cierta, con un desarrollo muy lento, dado que la máxima perturbación del impacto se manifiesta a medida que se incrementa el tránsito por las nuevas esclusas, con una magnitud alta y de duración permanente, ya que el mismo se mantendría mientras se opere el Canal, lo cuál es de suponer que será por un periodo mayor a 10 años, con un nivel muy alto de acumulación, pero no sinérgico.

Dado lo anterior, y al aplicar la matriz de valorización, el impacto denominado deterioro de la calidad del aire se considera como de un nivel de significación medio o moderado (-4.07).

7.3.4 Aumento en los Niveles de Ruido y Vibraciones

El Proyecto de ampliación generará un aumento en los niveles de ruido principalmente durante la etapa de construcción debido a los equipos y maquinarias que se utilicen, su traslado hacia y

³ Estimadas sobre la base del tránsito esperado en el año 2025.

desde los sitios de trabajo, las actividades de construcción propiamente, como las excavaciones y voladuras, incluyendo la instalación de obras temporales y permanentes.

Los niveles de ruido durante la fase de operación del Proyecto serán por el incremento en las actividades de navíos en el canal y las operaciones de dragado relacionadas con el mantenimiento del Canal. El incremento de las actividades navieras es esperado como resultado en un aumento aproximado del 25% del número de buques por encima del número de buques actuales (PB Consult 2006). Esto resultará en un incremento imperceptible de los niveles de ruido sobre los niveles existentes en los sitios de monitoreo. Las operaciones de dragado tomarán lugar por duraciones de tiempo cortas por lo tanto serán temporales y no causarán ninguna molestia significativa en los sitios de monitoreo (PB Consult, 2006).

El problema de transmisión de vibraciones en el suelo y las obras civiles es uno de los más difíciles de estudiar y predecir; a pesar que la física es relativamente simple. En estos casos, la geometría y las condiciones y características geológicas también juegan un papel importante en la transmisión de vibraciones, así como las técnicas utilizadas y los niveles de carga para la ejecución de las voladuras.

Las condiciones de transmisión de vibraciones y la atenuación de las ondas dependerán tanto del material como del contacto entre los elementos. La heterogeneidad del suelo y subsuelo, así como la presencia de numerosos materiales diferentes, tanto por sus características como por su forma física, son factores que afectan este parámetro. En parte, la complejidad de la composición natural del suelo y subsuelo hacen que el estudio de vibraciones sea extremadamente difícil y su predicción se debe basar en estudios geotécnicos adecuados..

Las actividades de construcción, el movimiento de maquinarias, el empleo de explosivos, entre otros, son factores que podrían generar vibraciones.

Fase de Construcción

Durante la fase de construcción los niveles sonoros se verán incrementados en el área del

Proyecto propuesto. Los niveles perceptibles en los receptores más próximos pueden variar significativamente, según la fase del Proyecto y los avances en la obra.

Todas las actividades de construcción, específicamente la movilización e instalación de infraestructura de apoyo, la utilización de maquinaria pesada y camiones, el incremento de la actividad humana en el área, actividades de preparación del terreno, excavaciones, rellenos, dragados, voladuras y procesos de construcción causarán un incremento en los niveles sonoros, originando un impacto negativo y de carácter directo. El Proyecto utilizará técnicas constructivas y equipos convencionales afines a los utilizados en cualquier Proyecto constructivo o bien, utilizados históricamente en las actividades de mantenimiento del canal, incluyendo excavadoras, cargadoras frontales, camiones, dragas, barcazas, martillos neumáticos, grúas y otros equipos pesados.

Las actividades de construcción en el sitio del Proyecto resultarán en un incremento de carácter temporal en los niveles de ruido ambiente. El incremento en los niveles de ruido será experimentado principalmente en la proximidad de las fuentes emisoras. La magnitud del ruido dependerá de factores como la actividad específica de construcción desarrollada, el nivel de ruido emitido por varios equipos de construcción, la duración de la fase de construcción, y la distancia entre la fuente de ruido y los receptores.

Para efectos de caracterizar los ruidos que serán producidos se ha considerado pertinente dividir el análisis, en función del tipo de actividad a realizar según la ubicación geográfica de las obras, en los siguientes grupos: Esclusas del Pacífico, Esclusas del Atlántico, y Canales de Acceso y Cauces Existentes.

Este análisis se basa en la evaluación de los niveles de ruido realizada por PB Consult como parte del trabajo denominado Task Order 30 Final Report (PB Consult, 2006). La metodología empleada en dicho estudio incluyó la definición de los tipos y cantidades de equipos a utilizar en cada una de las áreas por categoría, la asignación de los niveles de ruido que se generarán según los “Niveles de Referencia y Factores de Uso de Emisiones de Ruido” (Noise Emissions Reference Levels and Usage Factors) del Modelo de Ruido en Construcción de Vías de la

Administración Federal de Vías de los Estados Unidos de América (FHWA Roadway Construction Noise Model – RCNM), o bien utilizando datos de mediciones de campo⁴, y prediciendo los niveles de ruido que serán esperados asumiendo los trabajos de construcción como una fuente puntual cuyo ruido generado decrece en 6 dBA cada vez que se duplica la distancia⁵. Esta relación de atenuación de ruido se determina sobre la base de una relación logarítmica representada por la siguiente ecuación:

$$SPL_2 = SPL_1 - 20 \log \left(\frac{d_2}{d_1} \right), \text{ donde:}$$

- SPL₁ = nivel de ruido conocido,
- SPL₂ = nivel de ruido deseado,
- d₁ = distancia conocida, y
- d₂ = distancia deseada.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de la aplicación de dicho análisis:

Para los trabajos de las Esclusas del Pacífico se consideró que este requerirá la movilización e instalación de infraestructura de apoyo, el manejo y desvío de agua, la excavación, el relleno, vaciado de concreto, uso de equipo electromecánico y la excavación del canal de acceso del sector Pacífico. Como parte de los equipos a instalar se prevé la necesidad de contar con una planta de trituración de agregados y una planta de hormigón, ambas ubicadas en la zona destinada para el contratista en Cocolí. En lo concerniente al canal de acceso que conectará el Corte Culebra con las nuevas esclusas, se estima que la mayor parte de dichos trabajos requerirán perforaciones y voladuras. Los trabajos de las esclusas tendrían una duración de 58 meses y los del canal de acceso unos 56 meses.

Los equipos a utilizar en la construcción de las Esclusas del Atlántico serán similares a los correspondientes para la construcción de las Esclusas del Pacífico; en este caso las instalaciones

⁴ Los niveles de ruido de la Draga Rialto, M. Christensen y Mindi, así como de la Barcaza de Perforación Thor, fueron estimados por PB Consult a partir de mediciones de ruido de estos equipos realizadas como parte de otros estudios previos realizados por la ACP.

⁵ Esta relación no considera factores como la absorción del ruido por condiciones del suelo, la existencia de barreras entre la fuente emisora y el receptor, y las variables atmosféricas.

del contratista se ubicarán en el antiguo poblado de Gatún. Para los trabajos en el cauce de aproximación del sector Atlántico no se prevé la necesidad de realizar perforaciones y voladuras. La duración de los trabajos en las Esclusas del Atlántico será de aproximadamente 60 meses.

En el caso de los canales de acceso y cauces existentes, estos trabajos comprenden el dragado y excavación desde el extremo Norte en el Atlántico, hasta el Sur en el Pacífico. Para ello se requerirá realizar actividades de excavación, perforación y voladura, y dragado. Estos trabajos se realizarían en las siguientes áreas: Entrada del Atlántico, Lago Gatún, Corte Culebra, Entrada del Pacífico, y Cauces de Aproximación de las Nuevas Esclusas.

En la Tabla 7-7 se muestran los equipos de construcción que serán utilizados para cada una de las áreas y los niveles de ruido asociados a la utilización de los mismos.

Tabla 7-7
Equipos de Construcción y Niveles de Ruido

Esclusas del Pacífico				
Clasificación del Equipo⁶	Número de Equipos	Factor Acústico de Uso	Especificación Lmax @ 15.24m (50')⁷	Medición Lmax @ 15.24m (50')⁸
Excavadora	8	40	85	81
Compactadora	4	20	85	80
Niveladora	2	40	85	N/A
Grúa	24	16	85	81
Camión Volcador Articulado	62	40	84	76
Tractor	12	40	84	N/A
Planta de Concreto	9	15	83	N/A
Camión de Concreto	2	29	82	81
Bomba	6	50	77	81
Cargador Frontal	3	40	80	79
Compresor	19	40	80	78
Pala	14	40	80	78
Camión Volcador	14	40	84	74

⁶ Según FHWA RCNM.

⁷ Niveles de ruido descritos en las especificaciones de ruido del equipo según RCNM.

⁸ Niveles máximos de ruido del equipo medidos según RCNM.

Esclusas del Pacífico				
Clasificación del Equipo⁶	Número de Equipos	Factor Acústico de Uso	Especificación Lmax @ 15.24m (50')⁷	Medición Lmax @ 15.24m (50')⁸
Camionetas	17	40	55	75
Soldadora	24	40	73	74
Planta de Mezclado	4	100	78	78
Mezclador de Concreto Vibratorio	9	20	80	80
Camión con Equipo de Perforación	24	20	84	79
Martillo Neumático	3	20	85	89
Dragas (Rialto M. Christensen y Mindi)	8	20		95
Barcaza de Perforación Thor/Baru	2	20		92

Esclusas del Atlántico				
Clasificación del Equipo	Número de Equipos	Factor Acústico de Uso	Especificación Lmax @ 15.24m (50')	Medición Lmax @ 15.24m (50')
Excavadora	5	40	85	81
Niveladora	2	40	85	N/A
Grúa	11	16	85	81
Camión Volcador Articulado	28	40	84	76
Tractor	2	40	85	N/A
Planta de Concreto	8	40	84	N/A
Camión de Concreto	2	29	82	81
Bomba	6	50	77	81
Cargador Frontal	2	40	80	79
Compresor	5	40	80	78
Pala	14	40	80	78
Camión Volcador	3	40	84	74
Camionetas	10	40	55	75
Soldadoras	9	40	73	74
Planta de Mezclado	4	100	78	78
Mezclador de Concreto Vibratorio	11	20	80	80

Esclusas del Atlántico				
Clasificación del Equipo	Número de Equipos	Factor Acústico de Uso	Especificación Lmax @ 15.24m (50')	Medición Lmax @ 15.24m (50')
Dragas (Rialto M. Christensen y Mindi)	8	20		95
Barcaza de Perforación Thor/Baru	2	20		92

Canales de Acceso y Cauces Existentes				
Clasificación del Equipo	Número de Equipos	Factor Acústico de Uso	Especificación Lmax @ 15.24m (50')	Medición Lmax @ 15.24m (50')
Excavadora	5	40	85	81
Niveladora	2	40	85	N/A
Grúa	1	16	85	81
Camión Articulado	29	40	84	76
Tractor	7	40	84	N/A
Bomba	6	50	77	81
Cargador Frontal	1	40	80	79
Pala	1	40	80	78
Camión Volcador	6	40	84	74
Camionetas	7	40	55	75
Camiones con Equipo de Perforación	15	20	84	79
Dragas (Rialto M. Christensen y Mindi)	8	20		95
Barcaza de Perforación Thor/Baru	2	20		92

Fuente: Task Order #30. PB Consult, 2006.

Sobre la base de la información en la Tabla precedente, la duración de los trabajos, la distancia a la cuál se encuentran los receptores más próximos identificados en la línea base de ruido y con el modelo de construcción de carreteras (RCNM) del FHWA, se estimaron los niveles de ruido perceptibles en dichos sitios debido a las actividades de construcción. Las estimaciones realizadas se muestran en la Tabla 7-8 a continuación:

Tabla 7-8

Niveles de Ruido Estimados Durante la Construcción

Área de Estudio Específico	ID del Sitio de Monitoreo	Mediciones Existentes de Ruido ⁹	Distancia Aproximada a las Obras de Construcción Propuestas (m)			Niveles de Ruido de Construcción Estimados		
			Distancia a las Esclusas del Pacífico	Distancia a las Esclusas en el Atlántico	Distancia al Canal de Acceso	Leq (dBA) Estimado por Esclusas Propuestas	Leq (dBA) Estimado por Canal de Acceso	Leq (dBA) Total Estimado para la Construcción
Zona 2 – Esclusas de Gatún	M1	44	---	848	471	64	71	72
	M2	53	---	1191	469	61	71	71
Zona 3 – Lago Gatún	M11	56 ¹⁰ /66 ¹¹	---	---	102 [^]	---	81	81
	M12	53	---	---	109 [^]	---	81	81
Zona 4 – Corte Culebra	M13	50	---	---	1614 [^]	---	60	60
	M14	55	---	---	1083 [^]	---	64	64
Zona 5 – Esclusas del Pacífico	M5	48	---	---	379	---	73	73
	M6	61	---	---	447	---	72	72
	M7	67 ¹² /73 ¹³	---	---	615	---	69	69
	M8	64	---	---	797	---	66	66

⁹ Se refiere al nivel de ruido más alto que se midió.

¹⁰ Nivel de ruido sin el tren pasando.

¹¹ Nivel de ruido con el tren pasando.

¹² Nivel de ruido sin el tren pasando.

¹³ Nivel de ruido con el tren pasando.

Área de Estudio Específico	ID del Sitio de Monitoreo	Mediciones Existentes de Ruido ⁹	Distancia Aproximada a las Obras de Construcción Propuestas (m)			Niveles de Ruido de Construcción Estimados		
			Distancia a las Esclusas del Pacífico	Distancia a las Esclusas en el Atlántico	Distancia al Canal de Acceso	Leq (dBA) Estimado por Esclusas Propuestas	Leq (dBA) Estimado por Canal de Acceso	Leq (dBA) Total Estimado para la Construcción
Zona 6 – La Costa Pacífica	M3	57	4977	---	520^	52	70	70
	M4	62	2870	---	650	57	68	68
	M9	53	2293	---	2045	59	58	62
	M10	60	1851	---	1780	60	59	63
	M15	67	1590	---	---	62	---	62

Fuente: Task Order #30. PB Consult, 2006.

Para efectos de evaluar el impacto de estos niveles de ruido, debido a que localmente no existe una norma que regule el ruido producido por actividades de construcción, uno de los criterios generalmente aceptados en los Estados Unidos de América es la referencia de un límite máximo de Leq (horario) de 75 dBA o bien no exceder el nivel de ruido de fondo de más de 15 dBA en horario diurno¹⁴.

Tomando en cuenta el criterio anterior, y según los resultados mostrados en la Tabla 7-8, se observa que en los receptores M11 y M12, correspondientes estos a receptores en Gamboa – Zona 3 (Lago Gatún), y que a su vez son los sitios más próximos a las zonas de trabajo, los niveles esperados sobrepasarán el criterio de 75 dBA (ver datos sombreados en amarillo).

En cuanto a los resultados obtenidos para los sitios M1, M2 y M5 (ver datos sombreados en celeste), correspondientes los dos primeros a José Dominador Bazán (Davis) – Zona 2 (Esclusas de Gatún) y el último a Paraíso – Zona 5 (Esclusas del Pacífico), los cálculos reflejan que en estos sitios se sobrepasará el criterio de 15 dBA sobre la línea base ambiental, ello en función de los niveles de línea base que se levantaron durante las mediciones y su cercanía a los sitios de trabajo.

Resumiendo lo anterior, aquellos sitios considerados como críticos en materia de ruido serían los siguientes:

- Zona 2 – Exclusas de Gatún – Receptores en José Dominador Bazán.
- Zona 3 – Lago Gatún – Receptores en Gamboa.
- Zona 5 – Exclusas del Pacífico – Receptores en Paraíso.

Otros sitios de interés o cuidado en lo concerniente al ruido, a pesar de no llegar a los criterios de evaluación previamente definido, pero en los cuáles por los niveles de ruido de línea base y/o simulado resultarán en valores elevados son las comunidades de Pedro Miguel (Zona 5) y Diablo y La Boca (Zona 6).

¹⁴ Task Order #30. PB Consult, 2006.

Se debe destacar, que dichos sitios fueron identificados con base en la simulación realizada por PB Consult (2006) y están basados en una serie de supuestos, entre otros, de cantidades y tipo de equipos que serían utilizados por los contratistas. En este contexto, será importante incluir en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) la recomendación de evaluar la ocurrencia de otros posibles sitios críticos durante la etapa de construcción, a partir de las actividades de construcción que se estén realizando, incluyendo las voladuras.

Otra fuente de ruido adicional a las previamente evaluadas, podrían ser las voladuras terrestres, cuyo nivel de ruido podría ser muy variable en función de la carga de la voladura, las características del material o suelo, entre otras consideraciones. A nivel de ruido, el impacto de esta actividad también sería diferente en virtud de que esta actividad generaría niveles más altos de ruido que los que aplican a los equipos de construcción convencionales, aunque en forma esporádica, en un lapso corto de tiempo de 2 ó 3 segundos.

La generación de vibraciones durante la etapa de construcción podría ocurrir por el uso de voladuras terrestres y subacuáticas alrededor de los sitios donde se realicen estas actividades, las cuales no deberán exceder el criterio PPV (velocidad máxima de partículas) de 0.5 pulgadas/seg establecido por la ACP, además por el movimiento de equipos o vehículos pesados sobre o hacia las zonas de construcción y debido a propiedades de funcionamiento de algunos equipos, principalmente aquellos utilizados para remover estructuras existentes.

Estas vibraciones podrían afectar las edificaciones y a los ocupantes localizados en la vecindad de un sitio de construcción, producto del movimiento del suelo o bien al personal que opera equipos y/o máquinas herramientas que produzcan vibraciones. En lo que compete a los equipos y máquinas herramientas de trabajo, estos se diseñan para minimizar las vibraciones transmitidas al personal que las utiliza, y con indicaciones específicas en cuanto al equipo de protección personal y/o limitaciones en cuanto a su uso que se deben seguir. Debido a la distancia entre los sitios de construcción y las comunidades más próximas a las obras, este impacto posible se considera de baja magnitud.

La intensidad de las vibraciones percibidas a una distancia determinada de un sitio de voladura estará asociada a factores tales como: 1) la carga total liberada por cada retraso individual, 2) la distancia del detonador al punto de interés, 3) las características del suelo, y 4) el grado de confinamiento de la voladura.

En el EsIA Categoría II del Proyecto de Ensanche y Profundización del Cauce de la Entrada Pacífica del Canal de Panamá, presentado a consideración de la ANAM, se presentó una amplia discusión sobre el tema de vibraciones asociadas al uso de voladuras y los efectos sobre estructuras y personas. De acuerdo a estimaciones realizadas en dicho estudio, sobre la base de datos de vibraciones ocasionadas por voladuras, en el sector de La Boca, entre el año 2005 y 2006, en los receptores más cercanos a los sitios de voladuras no se supera el nivel criterio de PPV de 0.5 pulgadas/segundo; condición esta que se cumpliría si se mantienen las cargas y los tiempo de retrasos similares a los definidos en el estudio de referencia.

En términos generales se considera el impacto generado, debido al aumento en los niveles de ruido y vibraciones por las actividades de construcción, como negativo y directo. Su probabilidad de ocurrencia es inevitable. Se considera con un desarrollo muy rápido y de magnitud media. Además, en relación con la duración de dicho impacto, se estima que el incremento generado durante la etapa de construcción sólo dure durante esta fase. No obstante, debido a la duración de los trabajos de construcción que abarca un periodo de entre 7 y 8 años, este impacto se califica como de larga duración. No se considera que sea acumulativo ni sinérgico. Considerando lo anterior, el impacto se califica con un nivel de significación medio (-5.74).

Etapas de Operación

En lo concerniente al ruido y las vibraciones durante la etapa de operación, ambos factores se consideran que serían muy similares a las condiciones de línea base, dado que se desarrollarían el mismo tipo de actividad que hasta la fecha se lleva a cabo (esclusaje de buques y trabajos rutinarios de mantenimiento) y el incremento en dichas actividades no generaría efectos significativos sobre las condiciones actuales.

Los cambios anuales entre el canal existente y el ampliado implicarán, para el año 2020, 650 tránsitos adicionales (+1.7 por día), y para el año 2025 se espera 1,243 tránsitos adicionales (+3.4 por día). Este incremento no tendría ningún efecto significativo sobre los niveles de ruido actuales debido a que es casi imperceptible en cuanto a frecuencia de tránsitos. Tampoco el aumento en el tamaño de los buques, y la potencia de los motores, se considera que sería significativo, estimándose que para buques pospanamax, cuya potencia de motores sería del orden del 30% mayor, se esperarían incrementos entre 1 – 2 dBA en los receptores costeros, siendo esto prácticamente imperceptible al oído humano¹⁵.

Dado lo anterior, el impacto se califica como negativo y directo, con una probabilidad de ocurrencia inevitable. Su desarrollo será muy rápido, pero de una magnitud muy baja. De duración permanente ya que ocurrirá siempre que se opere el Canal. Pero no se considera de tipo acumulativo ni sinérgico. De esta evaluación se obtiene un nivel de significación bajo (-2.60).

7.3.5 Incremento de la Percepción de Olores

En el levantamiento de la línea base ambiental se identificó que dentro del área de estudio las fuentes potenciales de emisión de olores no están asociadas a las actividades de operación que actualmente desarrolla la ACP, sino más bien, se asocian con actividades de terceros en áreas adyacentes que están relacionadas al manejo deficiente de los procesos industriales, tales como: cría y procesamiento de animales (porquerizas, gallineras), procesamiento de pescado, camaronerías y al manejo deficiente de los desechos sólidos y líquidos, que se realiza en las áreas pobladas circundantes al Canal de Panamá. Sin embargo, considerando que durante la fase de construcción se desarrollarán diversas acciones que involucran el uso de explosivos que emiten gases durante las voladuras y el constante movimiento de equipo pesado que emite gases de combustión, que pueden generar olores molestos a los trabajadores y pobladores cercanos al área. Es importante analizar los posibles efectos de estas actividades.

¹⁵ ACP, 2007. Aclaraciones en relación al Estudio de Impacto Ambiental Categoría II: Ensanche y Profundización de la Entrada del Pacífico.

Cabe destacar que estas actividades serán desarrolladas por personal de la ACP y contratistas que deberán cumplir con todas las medidas de mitigación y cumplimiento con normativas y procedimientos internacionales, exigidos para el desarrollo de estos trabajos. Finalmente, se prevé la generación de residuos líquidos y sólidos, producto de la gran demanda de actividades que se van a desarrollar y al flujo de trabajadores involucrados, que pueden generar la emisión de olores molestos, si éstos no son manejados correctamente.

Los resultados de las mediciones de intensidad de olores realizados en las zonas bajo estudio para el presente EsIA, determinaron que los olores percibidos se asocian más a las actividades comunitarias e industriales que se desarrollan en las diversas comunidades aledañas a las áreas de operación del Canal que a las operaciones mismas del Canal.

Fase de Construcción

Para el avance del Proyecto propuesto será necesario el desarrollo de diversas acciones tales como: 1) Movilización y Construcción de Instalaciones Temporales y de Apoyo (que incluyen oficinas, talleres, muelle y plantas de agregados), 2) Préstamo de materiales y fabricación de agregados, 3) Construcción de caminos de acceso temporales y permanentes, 4) Excavaciones y rellenos, 5) Voladuras, 6) Estabilización de taludes y cortes, y 7) Habilidadación y manejo de sitios de depósito, entre otras. Todas estas acciones requerirán del manejo constante de equipo pesado y generaran residuos sólidos y líquidos, específicamente en la etapa de construcción.

Por las características de los trabajos a realizar, los cuales requieren de una movilización constante a lo largo del Proyecto de equipo y del uso de un número considerable de maquinarias pesadas durante la fase de construcción, se producirá la emisión de gases a la atmósfera, específicamente de gases de combustión, que son producto de la combustión incompleta del combustible del vehículo. Los principales gases que son causados por la combustión incompleta son los óxidos de nitrógeno (NO_x), los hidrocarburos (HC) y el monóxido de carbono (CO). En altas concentraciones estos gases tienen un olor característico, penetrante, que pueden resultar en molestias para la salud de los trabajadores y en la calidad del trabajo a desarrollar.

Para las actividades de voladuras donde se utilizarán explosivos, pueden igualmente producirse gases con algún grado de toxicidad, que pudieran afectar a los trabajadores involucrados en estas operaciones. Para este Proyecto la ACP asumió utilizar un explosivo (WRS), compuesto de 75% de emulsión y 25% de gel.

Por su parte, durante la fase de construcción se generarán gran cantidad de desechos sólidos y líquidos como resultado de las múltiples actividades involucradas en el desarrollo de la obra. La acumulación de estos desechos y su mal manejo producen la liberación de gases que pueden resultar molestos a los trabajadores cercanos al área.

El análisis realizado de este impacto, considera que el mismo es negativo, directo, será muy probable de ocurrir, su desarrollo o tiempo que tardaría el efecto en producir una perturbación sería muy rápido, su magnitud sería baja, con una duración similar a la del periodo de construcción, no se considera un impacto acumulativo ni sinérgico. Al ponderar todos estos atributos y clasificar la significación, se obtiene un índice de significación bajo (-1.96).

Fase de Operación

En la fase de operación, el impacto se generaría por las actividades de mantenimiento de canales y cauces los cuales involucran trabajos de excavación, cortes, y dragados entre otros, que requerirán del manejo de equipo y maquinaria pesada. Sin embargo se prevé que las mismas sean de menor envergadura y cantidad que las que se realizarán durante la construcción. Por lo tanto, se considera que el impacto generado será negativo, directo, probable de ocurrir, su desarrollo o tiempo que tardaría el efecto en producir una perturbación sería muy rápido, su magnitud sería muy baja, con una duración permanente, no se prevé que este impacto sea acumulativo ni sinérgico. Lo anterior lleva a calificar el impacto con un nivel de significación bajo (-1.56).

7.3.6 Socavamiento – Hundimiento

La ocurrencia de fenómenos de socavamiento o hundimiento está asociada con las modificaciones potenciales de las características geológicas y/o hidrogeológicas locales del área, debido a las actividades de excavaciones y conformación de rellenos, que en el primer caso pueden influenciar las condiciones hidrogeológicas y liberar tensiones en el suelo y macizo rocoso, y, en el segundo, conllevan la introducción de cargas externas (como efecto del relleno). Esos cambios locales a la geología en determinados sectores del Proyecto, principalmente en aquellos donde las excavaciones y rellenos cruzan o se encuentran cercanos a zonas de falla, pueden ocasionar deslizamientos y/o asentamientos del terreno. De hecho, durante la ejecución de los trabajos de excavación y relleno, una actividad complementaria importante consiste precisamente en controlar las deformaciones y conformar los taludes de excavaciones y rellenos de tal manera de evitar la ocurrencia de los mencionados fenómenos de socavamiento y hundimiento o asentamiento, mediante la aplicación de técnicas apropiadas de excavación y conformación de rellenos y medidas geotécnicas tales como compactación, control de drenaje, estabilización de taludes de cortes y rellenos, etc. No obstante que se considera que un impacto de esta naturaleza es poco probable, la siguiente evaluación indica las condiciones observadas y las posibles implicaciones durante las fases de construcción y operación del Proyecto, en términos de una probable inducción o activación de movimientos de zonas de falla.

Fase de Construcción

El desarrollo del Proyecto propuesto en las esclusas del Pacífico incluye la excavación del canal y la construcción de los diques Borinquen con los componentes E1, E2, W1 y W2. Se han identificado fallas geológicas que cruzan las áreas del nuevo cauce y/o los diques. Específicamente se encontró que las fallas Pedro Miguel, Miraflores y Aguadulce, junto con otras fallas menores cruzan el área del sector del Pacífico. Las fallas cruzan el trazo del Canal en los puntos indicados en la Tabla 7-9.

Tabla 7-9
Ubicación de Fallas Geológicas y Características Sector Esclusas del Pacifico

Ubicación aproximada dentro del Canal	Contacto entre Formaciones		Características
	Símbolos	Nombres	
PK 2+000	Tpa – Tpa	Pedro Miguel	Aglomerado de grano fino a grueso
PK 2+600	Tpa – Tl	Pedro Miguel y La Boca	Pedro Miguel: Aglomerado fino a grueso. La Boca: Esquisto arcilloso, lutita, arenisca, toba y caliza
PK 5+100	Tb – Tb	Basalto	Basalto intrusivo y extrusivo
PK 5+600	Tb - Tb	Basalto	Basalto intrusivo y extrusivo
PK 6+400	Tl - Tl	La Boca	Esquisto arcilloso, lutita, arenisca, toba y caliza
PK 6+450	Tl - Tl	La Boca	Esquisto arcilloso, lutita, arenisca, toba y caliza

Fuente: URS Holdings, Inc.

Se considera poco probable que los cambios en la sobrecarga de los suelos al excavar el nuevo cauce, los cambios en la hidrogeología de los suelos o la construcción de los diques puedan desencadenar movimientos en estas fallas. Sin embargo, se deben tomar en consideración los posibles efectos durante el diseño y construcción de las obras.

En el sector de La Costa Atlántica, no se identificaron cambios potenciales en la geología del área de los canales (acceso y navegación) o las esclusas. Por lo tanto, no se considera que existan riesgos de hundimiento. Por su parte, en el sector del Lago Gatún, se ha identificado el cruce de fallas en la zona del Monumento Natural Isla Barro Colorado. Sin embargo, las obras propuestas no tendrán un efecto significativo en la distribución de la sobrecarga del área. Igualmente, no tendrán efecto sobre la hidrogeología de la zona, dada la inundación existente del área del Proyecto. Finalmente, en el sector del Corte Culebra cruzan varias fallas menores sin nombre. Esta zona es considerada geológicamente estable. Es poco probable que los efectos de los cambios de sobrecarga causados por las obras de construcción puedan afectar la geología. Igualmente, no tendrán efecto sobre la hidrogeología de la zona, dada la inundación existente del área del Proyecto.

Por lo tanto, el análisis realizado de este impacto, considera que el mismo será negativo, directo, con poca probabilidad de ocurrencia y de desarrollo lento. Además, presenta una magnitud baja y la duración del impacto será corta, dado que una vez que ocurra el movimiento por causa de los cambios en sobrecarga, o liberación de la carga en las áreas de excavaciones, no continuarán, ya que no habrá más cambios de sobrecarga o liberación de carga. No se considera que este impacto tenga efectos acumulativos ni sinérgicos. Al evaluar estos atributos se obtiene un nivel de significación muy bajo del impacto (-0.15).

Fase de Operación

Cualquier efecto sobre la posible actividad de las fallas y la ocurrencia de fenómenos de socavamiento y/o hundimientos, se espera que sea más importante durante la etapa de construcción. Una vez que los asentamientos de suelo por los cambios de sobrecarga y de la hidrogeología han ocurrido, es poco probable que ocurran cambios adicionales por las actividades de operación.

Este impacto se considera como de carácter negativo y directo, debido a que los cambios de sobrecarga ocurrirán directamente sobre las áreas de las fallas, su ocurrencia empero se considera poco probable. Si ocurren efectos, es probable de que sean lentos, de magnitud muy baja y corta duración. La evaluación de estos atributos da como resultado un nivel de significación muy bajo del impacto (-0.12).

7.3.7 Aumento del Riesgo de Deslizamientos

Como se establece en la Línea Base Ambiental, la ocurrencia de deslizamientos asociados a la construcción y operación del Canal de Panamá ha sido de magnitud considerable. La ocurrencia de deslizamientos en la región del Proyecto se atribuye principalmente a la inestabilidad de suelos, subsuelos y formaciones geológicas, y al régimen de precipitación pluvial. Los deslizamientos presentan un riesgo potencial a la navegación y la seguridad del personal en los sitios contiguos a las áreas menos estables en el Canal de Panamá. En la Línea Base Ambiental se describe la región del Corte Culebra y la región del Pacífico como las que han presentado

mayor ocurrencia de deslizamientos. Sitios específicos de mayor vulnerabilidad a deslizamientos identificados en la Línea Base Ambiental corresponden a:

- Cerro Oro o “Gold Hill”,
- Extensión Sur de Cucaracha,
- Noreste de Culebra,
- Sur de La Pita,
- Pendiente Modelo “Model Slope”
- Borinquen: Deslizamiento en 1997
- Deslizamiento del Este de Culebra
- Deslizamiento del Oeste de Culebra
- Deslizamiento de la roca Púrpura “Purple Rock”

El potencial incremento en la ocurrencia y magnitud de los deslizamientos ha sido debidamente reconocido por la Autoridad del Canal de Panamá desde que se iniciaron los trabajos de ensanche en el Corte Culebra en 1999. Habiéndose documentado el riesgo evidente que representan los deslizamientos para el funcionamiento del Canal, el Proyecto de Ampliación incluye la realización de las obras de estabilización de taludes como un componente importante del plan de manejo de la construcción y posteriormente durante el mantenimiento.

La Autoridad del Canal de Panamá estableció que existe una correlación clara entre los procesos de construcción (ensanche, profundización del cauce) y la actividad de deslizamientos, principalmente en el Corte Culebra. Según la División de Geotecnia de la ACP se han cuantificado incrementos en deslizamientos atribuibles a la profundización del cauce de navegación. Para evitar una afectación real sobre el cauce de navegación, se han realizado trabajos de estabilización que han generado unos 14.3 millones de metros cúbicos (Ver Figura 7-1).

En resumen, en el Área de Impacto Directo del Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá, el aumento en la magnitud y frecuencia de los deslizamientos sería mayor en los sitios de inestabilidad manifiesta, como son el Corte Culebra, la sección contigua al Sur hasta Cucaracha

y la sección Norte de las esclusas de Miraflores. El impacto total atribuible al aumento de los deslizamientos por el Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá en la etapa de construcción sería directo, inevitable, de desarrollo rápido, de magnitud alta y larga duración. Por otro lado, la ocurrencia de deslizamientos tendrá un efecto acumulativo moderado ya que contribuirá a un incremento en la sedimentación del cauce de navegación y aportes de sólidos en suspensión en el agua, principalmente en el área de Corte Culebra. No se considera que tenga un efecto sinérgico y su nivel de significación será alto (-7.50).

Fase de Operación

En la etapa de operación del Proyecto, luego de haber implementado los protocolos de detección temprana y el Plan de Manejo Ambiental con las medidas aplicables para la construcción, se espera que el impacto sea negativo, directo, de ocurrencia muy probable, de desarrollo y magnitud medios y de larga duración, con un efecto acumulativo moderado, no sinérgico. Por lo que el impacto tiene un nivel de significación bajo (-2.88).

7.3.8 Incremento en la Erosión de los Suelos

El proceso de erosión hídrica está normalmente determinado por parámetros asociados con las características de la precipitación pluvial (erosividad), las propiedades físico-químicas de los suelos (erodabilidad), las pendientes (inclinación y longitud) y la protección del suelo (tipo de cobertura y prácticas de manejo) (ver por ejemplo Foster, et al., 1997). Por lo tanto, para analizar el posible efecto del Proyecto sobre la erosión de los suelos se consideraron la diversidad de actividades durante la construcción y la operación del Proyecto y su efecto potencial sobre el proceso de erosión hídrica de cada área específica.

La variabilidad espacial de la erosión hídrica dentro de un área, está determinada principalmente por las variaciones en la pendiente de los suelos. Es decir que las áreas con pendientes fuertes (mayores de 25%) son las que pueden experimentar los mayores niveles de erosión hídrica. En las áreas de construcción de las nuevas esclusas y sus canales de aproximación tanto en el Pacífico como en el Atlántico, la topografía es relativamente plana y las áreas con pendientes por

encima del 25% dentro del AID están en el orden del 28% para el sector Pacífico y del 23% en el Atlántico. También se ha considerado que los principales cambios, introducidos por las actividades del Proyecto, sobre las variables que determinan la erosión hídrica, operan al nivel de la cobertura vegetal y las prácticas de manejo, pues la vegetación se elimina antes de proceder al movimiento de tierra. En menor medida, en las áreas de excavación y relleno se modificarán también las pendientes, tanto en su inclinación como en su longitud.

Fase de Construcción

De las actividades descritas para la fase de construcción del Proyecto, las que se consideran pueden tener un efecto potencial sobre la erosión de los suelos incluyen:

- Limpieza, desbroce y nivelación de áreas de construcción;
- Construcción de los muelles;
- Construcción de los diques Borinquen;
- Excavación de la huella de las esclusas y de las tinas de reutilización de agua;
- Excavación de los canales de acceso a las esclusas;
- Instalación de plantas trituradora y de hormigón;
- Construcción de carreteras permanentes y caminos de equipo pesado;
- Instalación de plantas de aguas servidas;
- Trabajos de relleno;
- Construcción de áreas de depósito y playas para equipo pesado;
- Construcción de oficinas y vestidores;
- Estabilización de terrenos adyacentes;
- Profundización de los cauces de navegación del Corte Culebra; y
- Disposición de material excavado y dragado en sitios designados.

Es importante notar que el suelo estará expuesto al proceso de erosión solamente por períodos de tiempo cortos mientras se completa la construcción de las estructuras auxiliares y se avanza en la excavación. Una vez que las construcciones de instalaciones auxiliares finalicen, las áreas fuera

de las edificaciones serán convertidas a espacios verdes. De igual manera, el proceso de excavación en las esclusas y las tinas de reutilización de agua se realizará transportando el material excavado directamente a las áreas de depósito, minimizando las pérdidas por erosión hídrica.

Las acciones del Proyecto pueden impactar negativamente los suelos produciendo pérdidas por erosión hídrica durante la estación lluviosa. El incremento en los niveles de erosión será de mayor magnitud en los sitios donde se estén dando este tipo de acciones con pendientes mayores de 25%. En estos sitios las pérdidas por erosión hídrica se estiman en 70 toneladas por hectárea por año en un área que representa alrededor del 28% (791 has) del Área de Impacto Directo en el sector Pacífico y Corte de Culebra (Zonas 4, 5 y 6). En el sector del Atlántico principalmente en la Zona de las Esclusas del Atlántico (Zona 2), debido al mayor nivel de precipitación se incluyen las áreas con pendientes por encima del 15%, las cuales suman 196 hectáreas. Se estiman pérdidas por erosión hídrica en este sector de 77 toneladas por hectárea por año.

Considerando que la erosión actual reportada en la Línea Base Ambiental es del orden de 15 toneladas por hectárea (sección 4.10.4 Línea Base Ambiental), el incremento en las pérdidas de suelo por erosión hídrica se estiman en de 43,505 toneladas por año en el Pacífico (incluyendo el Corte de Culebra) y de 12,152 toneladas por año en el sector Atlántico, si todas las áreas fueran intervenidas al mismo tiempo. Sin embargo, la intervención de áreas para el área del contratista, desvío de ríos y la excavación de los canales comienza en el año uno, mientras que la excavación de las esclusas y tinas de reutilización comienza hasta el año dos. También se ha considerado que las áreas después de ser intervenidas y desbrozadas solamente están expuestas al período de erosión durante un año pues en ese período de tiempo se completan las construcciones o se remueve el suelo de las áreas intervenidas. Por lo tanto, el estimado global de erosión se ha distribuido en tres años para un valor promedio de 14,502 toneladas por año en el Pacífico y de 4,051 toneladas por año en el Atlántico, durante los tres primeros años, debido a que las actividades del Proyecto se implementarán en forma gradual.

Después de los tres primeros años se considera que el proceso de erosión hídrica se habrá controlado porque la construcción de instalaciones del contratista y carreteras de acceso habrá

finalizado y todo el suelo superficial habrá sido removido de las áreas de excavación. Sin embargo, la magnitud de las pérdidas por erosión en estos sitios amerita la implementación de las medidas de conservación de suelos que se recomiendan en el Plan de Manejo Ambiental.

Resumiendo, en el Área de Impacto Directo del Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá el incremento en las pérdidas por erosión hídrica sería mayor durante la estación lluviosa en los sitios de movimiento de tierras con mayor pendiente, situados mayormente en el área de las Esclusas del Pacífico. El impacto total atribuible al aumento en la erosión de los suelos por el Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá en la etapa de construcción sería negativo, directo e inevitable, de desarrollo muy rápido, de magnitud media y duración permanente si no se toman medidas correctivas, y de un efecto acumulativo y sinérgico altos sobre la sedimentación y calidad de las aguas. El índice de significación se estima como alto (-6.3).

Fase de Operación

Por su parte, durante la fase de operación del tercer juego de esclusas también se han identificado algunas actividades que podrían afectar la intensidad del proceso de erosión hídrica. Entre estas, las más relevantes son:

- Mantenimiento de carreteras;
- Estabilización de taludes;
- Mantenimiento y estabilización de canales de aproximación a las esclusas; y
- Manejo de los sitios de depósito de material dragado.

Se espera que con la aplicación de las medidas de conservación de suelos contenidas en el Plan de Manejo Ambiental los niveles de erosión vuelvan a los valores de la línea base que se estimaban de alrededor de 20-25 toneladas por hectárea al año en el Pacífico y 15-20 toneladas por año en el Atlántico. Siempre habrá un pequeño incremento de los niveles de erosión, asociados mayormente con las actividades de mantenimiento.

En la etapa de operación del Proyecto, habiéndose implementado las medidas de conservación de suelos recomendadas en el Plan de Manejo Ambiental como parte de la construcción de la obra, se espera que el impacto sea negativo, directo, de ocurrencia probable de desarrollo y duración media, de baja magnitud y de un efecto acumulativo y sinérgico moderados sobre la sedimentación y contaminación de las aguas, con un nivel de significación bajo (-1.45).

7.3.9 Aumento en la Sedimentación

El análisis del impacto de la construcción del Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá, sobre el aumento en la sedimentación se inició evaluando la diversidad de obras civiles asociadas al Proyecto, los riesgos de erosión y su posible efecto sobre el proceso de transporte de sedimentos por red fluvial. Las fuentes de sedimento serán el proceso de erosión de los suelos discutido anteriormente, cuyo incremento por efecto de las actividades del Proyecto se ha estimado en 18,370 toneladas por año durante la fase de construcción, y la disposición del material dragado en sitios oceánicos y lacustres.

El destino de los sedimentos descargados en cuerpos de agua costeros, depende principalmente de las corrientes geostroficadas, corrientes generadas por viento y marea, de los patrones de operación de las descargas y de las propiedades de los sedimentos. Para predecir la trayectoria y dispersión de estos materiales, los modelos matemáticos de simulación constituyen una herramienta de gran ayuda, ya que permiten determinar las posibles trayectorias y áreas de impacto que puede generar una descarga particular bajo distintas condiciones ambientales.

Las condiciones oceanográficas de la zona juegan un papel determinante en el destino de las descargas. Factores, tales como la turbulencia, los gradientes de densidad y las diferencias de las velocidades en la columna de agua influyen en la dispersión inicial, el subsiguiente transporte de los materiales en la columna de agua y su deposición en el fondo marino. Modelos de simulación de los sólidos suspendidos y tasas de sedimentación para los sitios acuáticos que se propone utilizar fueron elaborados para simular el comportamiento de los materiales sólidos y su posible efecto sobre las comunidades biológicas y otros recursos marinos y lacustres.

Para lograr los objetivos de este estudio se utilizaron dos modelos de simulación, los cuales se adaptan a las características físicas de cada sitio de descarga. En los sitios de depósito oceánico se utilizó el modelo Hydrotrack y en el lago Gatún se utilizó el modelo STFATE (Riada Engineering, Inc., 2007). Las simulaciones y resultados se discuten en las secciones 7.3.14 (Deterioro de la Calidad de las Aguas), 7.4.9 (Alteración de los Recursos Acuáticos en el Lago Gatún) y 7.4.1 (Alteración de los Ecosistemas Marino Costeros). La descripción completa de los modelos, procesos de simulación y resultados se incluyen en el Anexo 5. En esta sección se discutirán principalmente las actividades del Proyecto que contribuyen al incremento de los niveles de sedimento en la red hidrográfica por el proceso de erosión de los suelos, descrito anteriormente.

Se debe considerar que sólo una fracción del total del material erosionado de los suelos llega como carga de sedimento a los cauces de los ríos y quebradas y finalmente a los embalses u océanos. Esa proporción es lo que se conoce como Factor de Cedencia, el cual, dependiendo de las características morfológicas de la cuenca y la proximidad de los sitios erosionados a la red de drenaje, puede variar entre un 20% y un 50% (Strahler, 1988).

Fase de Construcción

Como se explica en la sección 4.10.4 del capítulo de línea base física de este EsIA, la tasa de erosión estimada en la cuenca del lago Gatún es de 197.46 ton/ha/año. Aún utilizando un valor alto para el Factor de Cedencia (50%) el volumen estimado de sedimento a ser generado durante la fase de construcción representa solamente una pequeña fracción (menos del 1%) del material que se transporta cada año por la red hidrográfica del lago Gatún. Durante la etapa de operación ese valor es insignificante.

El efecto del incremento en la generación de sedimentos será de mayor magnitud en los sitios cercanos a la red de drenaje o muy próximos a los canales de navegación. Se estima que los aportes de sedimentos provenientes de las áreas de influencia directa durante la estación lluviosa se puedan incrementar hasta en un 30%. Sin embargo, su efecto es muy localizado y se diluye rápidamente cuando llega a los cuerpos de agua más importantes.

Resumiendo, en el Área de Impacto Directo del Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá el aumento en la carga de sedimentos se espera que sea mayor en los sitios de movimiento de tierras con mayor pendiente durante la estación lluviosa situados mayormente en el área de las Esclusas del Pacífico y el Corte Culebra. El impacto total atribuible al aumento en la sedimentación por el Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá en la etapa de construcción sería de ocurrencia muy probable, de magnitud baja, de desarrollo y duración media y con un efecto acumulativo y sinérgico moderado sobre la calidad de las aguas, resultando en un nivel de significación bajo (-2.93).

Fase de Operación

En la etapa de operación del Proyecto, habiéndose implementado las medidas de conservación de suelos recomendadas en el Plan de Manejo Ambiental como parte de las obras de construcción, se espera que el impacto en la sedimentación sea negativo, directo, de ocurrencia probable, de desarrollo y duración media y de baja magnitud y con un efecto acumulativo y sinérgico moderados sobre la calidad de las aguas, dando como resultado un nivel de significación bajo (-1.30).

7.3.10 Compactación del Suelo

Varias actividades pueden causar la compactación de los suelos de manera directa o indirecta. La compactación de los suelos se produce de manera directa al utilizarse equipo de movimiento de tierra y cada vez que se moviliza equipo y maquinaria a lo largo de las rutas de tránsito utilizadas durante la construcción del Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá. El suelo también se compacta cuando se depositan materiales excavados o dragados sobre la superficie. En el primer caso, los impactos sobre la compactación de los suelos son localizados en el área de utilización y transporte de la maquinaria y equipo y esa es la situación que se analiza en esta sección. Los impactos resultantes son de carácter permanente ya que una vez compactado el espacio poroso es muy difícil que el suelo vuelva a su condición inicial no alterada. En las áreas construidas eso no ocurre, mientras que en las áreas de disposición de material el proceso es lento.

Eliminar la vegetación puede también inducir la compactación del suelo, a medida que se reduce su contenido de materia orgánica, aumenta su densidad aparente y disminuye la velocidad de infiltración. El efecto sobre la infiltración se analiza en conjunto con el patrón de drenaje.

En general, la compactación de los suelos que se causará en el Área de Impacto Directo del Proyecto estará determinada por los siguientes factores:

- Tipo de suelo existente, principalmente su textura y porosidad;
- Contenido de humedad del suelo al momento del movimiento de tierras; y
- Tipo y frecuencia de utilización de los equipos de extracción y movimiento de tierras.

Fase de Construcción

Las actividades descritas en el Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá en el sector Pacífico que producen un incremento en la compactación de los suelos incluyen:

- Construcción del muelle;
- Construcción de diques Borinquen;
- Trabajos de excavación de la huella de las esclusas y de las tinas de reutilización de agua incluyendo los trabajos de hormigón;
- Instalación de plantas trituradora y de hormigón;
- Construcción de carreteras permanentes y caminos de equipo pesado;
- Instalación de plantas de aguas servidas;
- Trabajos de relleno;
- Construcción de áreas de depósito y playas para equipo pesado;
- Construcción de oficinas y vestidores;
- Estabilización de terrenos adyacentes;
- Ampliación de los cauces de navegación,
- Excavación de los canales de acceso; y

- Disposición de material excavado y dragado.

El área de la huella del Proyecto en tierra incluye un total de 1,957.65 hectáreas, en la cuales ocurrirá el fenómeno de compactación de suelos en mayor o menor medida. La mayor parte de esta superficie corresponde a los sitios de depósito de material excavado o dragado. La gran mayoría de los sitios designados para depósito de material excavado o dragado han sido utilizados históricamente como sitios de depósito por la Autoridad del Canal de Panamá. El depósito de material adicional que se estará realizando durante la etapa de construcción del Proyecto compactará más los mismos. Las acciones descritas impactan negativamente los suelos produciendo compactación adicional de los suelos superficiales de manera permanente. Los niveles de afectación serán de mayor magnitud en condiciones de alta humedad típicas de la estación lluviosa.

Los sitios designados para depósito en el sector Pacífico son Velásquez, Cocolí, Victoria, Farfán, Rousseau y T6. En el sitio T6, luego de saneado, se estarían depositando materiales en un área identificada como contaminada con explosivos dejados en los polígonos de tiro del Ejército de los Estados Unidos de América, lo cual puede verse como una remediación de esta condición que limita considerablemente su uso potencial. En el Atlántico los sitios de depósito se ubican tanto al Este como al Oeste de los cauces de navegación en los sitios designados como Tanque Negro y Mindi, donde se estarían depositando suelos, material dragado y material excavado en la superficie de los suelos que luego serían conformados y nivelados con maquinaria de movimiento de tierras. De igual manera, los materiales dragados y excavados provenientes de la profundización del cauce de navegación a lo largo del Corte Culebra, serán depositados en los sitios identificados como T2, T3, T4, T5 y el T6 mencionados anteriormente.

En resumen, en el Área de Impacto Directo del Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá el incremento en la compactación de los suelos sería mayor en los sitios de construcción, excavación y disposición de materiales. El impacto total atribuible al aumento en la compactación de los suelos por el Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá en la etapa de construcción sería negativo, directo, muy probable, de duración larga, de desarrollo rápido y de

magnitud baja. No se considera que tenga efectos acumulativos ni sinérgicos. El índice de significación total resultante sería bajo (**-3.04**)

Fase de Operación

La única actividad en la etapa de operación del Proyecto que tiene algún potencial de compactación de los suelos esta asociada al manejo de los sitios de depósito de material dragado y excavado como resultado de las actividades de mantenimiento. Se espera que siguiendo las recomendaciones de mitigación y remediación del Plan de Manejo Ambiental la compactación de los suelos sea muy poca, de carácter negativo, de ocurrencia probable, desarrollo lento, de muy baja magnitud y duración permanente. No se considera que tenga efectos acumulativos ni sinérgicos, resultando en un nivel de significación bajo (**-1.14**).

7.3.11 Contaminación de Suelos

El riesgo de que ocurra contaminación de los suelos en el Área de Impacto Directo del Proyecto está mayormente determinado por los siguientes factores:

- Vertidos accidentales de aceites, lubricantes, grasas y otros químicos asociados a la operación y transporte de maquinaria y equipo en las áreas de construcción;
- Voladuras terrestres para construcción en sitios con rocas ígneas tipo basáltico y la explotación de Canteras.
- Deposición de suelos, sedimentos y materiales de excavaciones y dragados en sitios de depósito.

Fase de Construcción

La contaminación de los suelos ocurre al verse accidentalmente aceites, combustible, grasas y otros químicos asociados a la operación y mantenimiento de maquinaria y equipo de excavación

y movimiento de tierra y cada vez que estos se movilizan a lo largo de las rutas de tránsito durante la construcción del Proyecto.

Otra fuente potencial de contaminación de los suelos es la disposición de material dragado en la superficie de las áreas de depósito. Estos materiales provienen de muy diversas fuentes geológicas. El estudio de PB Consult para la Autoridad del Canal de Panamá, sobre la caracterización de los sedimentos existentes reportó concentraciones de Pesticidas, PCBs, PHAs, y tri-butil estaño por debajo de los límites recomendados, por lo que su impacto está relacionado con el manejo adecuado y no por su composición. La presencia de bario, encontrada en los sedimentos, es propia de las características geológicas del lecho del Canal. En resumen, no se requieren medidas especiales para el manejo de los sedimentos que serán dragados.

Finalmente, las voladuras que serán necesarias para la excavación en sitios con rocas ígneas tipo basáltico y para la explotación de canteras, puede ser una fuente adicional de contaminantes del suelo. Las voladuras aunque controladas, pueden aportar pequeñas cantidades de químicos contaminantes (mezclas de nitroglicerina), a los materiales que van a ser depositados en los sitios designados para la disposición. Este efecto es muy localizado y de baja magnitud, sin embargo, debe establecerse su efecto de manera de poder identificar en el futuro fuentes de contaminación potencial.

En resumen, en el Área de Impacto Directo del Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá el aumento en la contaminación de los suelos se espera que sea mayor en los sitios de construcción, excavación y depósito de materiales excavados o dragados a lo largo del Proyecto. El impacto total atribuible al aumento en la contaminación de los suelos por el Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá en la etapa de construcción sería negativo y directo, de ocurrencia probable, de desarrollo medio, de magnitud baja y duración permanente si no se toman medidas correctivas. No se prevé que tenga efectos acumulativos ni sinérgicos y su nivel de significación sería bajo (-**1.27**).

Fase de Operación

Durante la fase de operación del Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá, las actividades potencialmente generadoras de contaminación de suelos están relacionadas con la operación y mantenimiento de maquinaria y equipo necesario para el mantenimiento de las instalaciones y principalmente para las actividades de dragado. Se espera sin embargo, que siguiendo las recomendaciones de mitigación y remediación del Plan de Manejo Ambiental la contaminación de los suelos sea muy poca y de muy baja magnitud.

Desde el punto de vista de su significación, se espera que el impacto sea negativo, de ocurrencia probable en los sitios de trabajos de mantenimiento y sobre las áreas de deposición de materiales de excavación y dragado provenientes del mantenimiento de los cauces de navegación, de desarrollo lento, de muy baja magnitud, sin efectos acumulativos y sinérgicos y bajo nivel de significación (-1.18).

7.3.12 Disminución de la Aptitud de Uso del Suelo

El uso del suelo en la mayor parte de las Áreas de Impacto Directo contempladas en el Proyecto está designado a la operación del Canal de Panamá. En las áreas de construcción de las nuevas esclusas, en ambos extremos Pacífico y Atlántico, el uso del suelo está relacionado al plan de uso del suelo de la ACP y al Plan Regional para el Desarrollo de la Región Interoceánica.

Fase de Construcción

El cambio en la aptitud de uso de los suelos en el Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá se asocia a la interrelación de las diversas actividades de construcción que afectan las propiedades de los suelos como son la erosión, compactación, contaminación y capacidad de almacenamiento de agua.

Entre las actividades de construcción que afectan la aptitud de uso del suelo en sitios que no han sido previamente perturbados por las actividades de operación y mantenimiento del Canal de Panamá, se pueden mencionar:

- Limpieza, desbroce y nivelación de áreas de construcción;
- Trabajos de excavación de la huella de las esclusas y de las tinajas de reutilización de agua;
- Instalación de plantas trituradora y de hormigón;
- Construcción de carreteras permanentes y caminos de equipo pesado;
- Instalación de plantas de aguas servidas;
- Trabajos de relleno;
- Construcción de áreas de depósito y playas para equipo pesado;
- Construcción de oficinas y vestidores;
- Construcción de obras permanentes; y
- Disposición de material excavado o dragado.

La disminución de la capacidad de uso de los suelos será relevante sólo en los sitios que mantienen cobertura boscosa. Estas áreas ocupan aproximadamente 470 hectáreas (Tabla 7-21).

El impacto total atribuible a la disminución en la capacidad o aptitud de uso de los suelos por el Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá en la etapa de construcción sería muy probable, de desarrollo rápido y de magnitud media. Su duración sería permanente y no se esperan efectos acumulativos ni sinérgicos. El índice de significación es bajo y se estima en **-2.16**.

Fase de Operación

En la etapa de operación del Proyecto no se esperan impactos en la aptitud de uso de los suelos.

7.3.13 Deterioro de la Calidad de las Aguas

Los recursos hídricos se refieren al agua superficial y subterránea que podrían ser afectadas por las actividades durante las etapas de construcción y operación del tercer juego de esclusas. Las

actividades de mayor relevancia, por su potencialidad de afectar la calidad de las aguas, serán las siguientes: 1) Dragado; 2) Excavación; 3) Depósito del material dragado en agua (marina y lacustre); 4) Depósito del material dragado en tierra; 5) Depósito del material excavado en agua (marina y lacustre); 6) Depósito del material excavado en tierra; 7) Desvío de los ríos Cocolí y Grande (brazo Sur) y 8) Construcción de las obras hidráulicas, así como la operación de las oficinas, talleres e instalaciones de campo, la explotación de bancos de préstamo y el funcionamiento de las plantas de trituración de agregados y de concreto.

La mayoría de estas actividades, excepto el desvío de los ríos Cocolí y Grande (Brazo Sur), y la actividad numerada como 8, se llevarán también a cabo durante la operación del tercer juego de esclusas pero en menor escala. Además, son actividades que se han venido realizando desde el inicio de operaciones del Canal como parte de las actividades de mantenimiento y mejoras de las infraestructuras del Canal.

Fase de Construcción

La calidad del agua superficial será afectada durante la fase de construcción por las ocho actividades listadas en la matriz anterior. La calidad del agua puede ser descrita por distintos parámetros físicos, químicos, bioquímicos y bacteriológicos. Por el tipo de actividades se seleccionó a los sólidos totales suspendidos (turbiedad) como el parámetro para valorar el cambio de calidad del agua: i) la turbiedad, la cual es influenciada por los sólidos en suspensión; y, ii) metales pesados en los sedimentos, al ser liberados al agua en el momento de su remoción o disposición. A continuación se hace una descripción de cómo las actividades del Proyecto durante la construcción afectarán a la turbidez y al contenido de metales pesados.

1) Dragado

Se ha estimado que 50 millones de m³ serán dragados para realizar los nuevos cauces de navegación para la construcción de las nuevas esclusas. El cambio en la calidad del agua (sólidos totales suspendidos y otros parámetros físicos y químicos) dependerá del tipo y

productividad de la draga y del tipo de material a remover. A su vez, el tipo de draga depende del tipo de material a remover.

En el capítulo de descripción del Proyecto, se indicó que para realizar los trabajos de dragado en áreas de basalto y dacita será necesario utilizar las perforadoras Thor y Barú y luego dinamitar, para que posteriormente la draga retroexcavadora hidráulica y la draga de cucharón Rialto M. Christensen (RMC) puedan extraer el material rocoso fragmentado. En áreas con rocas de suave a mediano duro, como las de las formaciones La Boca y Panamá, será necesario utilizar dragas de corte y succión, y en otros tramos se succionarán los sedimentos recientes y poco consolidados con la draga de succión y de tolva. Los efectos sobre la calidad del agua circundante (sólidos suspendidos) serán distintos, dependiendo del tipo de dragas y del material a dragar.

Las dragas retroexcavadoras hidráulicas y la draga Rialto M. Christensen de cuchara (RMC) se utilizarán para extraer desperdicios rocosos que se han fragmentado por la perforación o voladuras; se perfora y luego se fragmenta con explosivos termoaislantes, aquellos puntos que tienen material rocoso, muy duro o grande. Estas rocas fragmentadas son cargadas a barcasas, que las transportan a sitios de depósito previamente establecidos. Estas actividades provocarán que aumente la turbidez por los sólidos en suspensión, a pesar de que la mayor parte serán rocas fragmentadas.

Las dragas de corte y succión se utilizarán para extraer rocas medio duras, rocas suaves y gravas. Por el tipo de material a extraer (más suelto), la turbiedad del agua será mayor a la generada por la draga RMC, indicada anteriormente. Finalmente, las dragas tolvas succionarán arcillas y arenas (lodos, sedimentos), proceso que aumentará aún más la turbiedad del agua, comparada con la generada por los tipos de draga descritos anteriormente (RMC y corte succión).

La turbiedad se genera en el momento del corte y succión y del depósito del material en la tolva (draga hidráulica). Estas acciones liberan sedimentos hacia la columna de agua, que forman una pluma sedimentaria. La pluma puede ser de dos tipos: dinámica o pasiva (PB Consult, 2007).

En el caso de la pluma dinámica, el agua turbia se constituye como un flujo en sí mismo y se

mueve de acuerdo con las propiedades físicas de la totalidad de los sedimentos y normalmente la densidad de la pluma los lleva muy rápidamente hacia el fondo (lecho lacustre o marino).

Una pluma pasiva, a diferencia de la dinámica, se forma donde la descarga de sedimentos se mezcla intensamente con el agua a su alrededor. En esta situación, el agua turbia pierde su identidad como una masa de agua aparte y las partículas sedimentan de acuerdo a sus propios pesos. Por lo tanto, una pluma pasiva toma más tiempo en sedimentarse y se dispersa más que una pluma dinámica, debido a la dilución y la corriente del agua a su alrededor. Además, ambas plumas se presentan en un mismo proceso de dragado. Por un lado, la dinámica, que lleva la mayor parte del agua turbia directamente hacia el fondo y, por el otro, la secundaria y pasiva, la cual permanece visible durante mucho tiempo, aunque contiene sólo una fracción del sedimento fino.

Una pluma pasiva puede influenciar un área de varios kilómetros cuadrados, dependiendo de la magnitud y la dirección de las corrientes, así como de la naturaleza del sedimento (PB Consult, 2007). La formación y re-acumulación de plumas puede resultar en impactos sobre la calidad física del agua, principalmente debido a la dispersión de la pluma pasiva. En los trabajos de dragado en ambos océanos, donde las corrientes son más fuertes que en el lago Gatún, la influencia de las plumas pasivas abarca más superficie.

En el proceso de dragado, una fracción de los sedimentos se moviliza alrededor de la draga y luego de un tiempo vuelve a sedimentarse en el fondo. En la Tabla 7-10 se muestra información relevante sobre las pérdidas que se dan cuando se draga sedimentos cohesivos (lodo). Las pérdidas se expresan en términos de “Factor-S”, que es la cantidad de kilogramos por m³ de desecho dragado. Se puede juntar esta información con la productividad pronosticada para el dragado del Canal, así como algunas presunciones básicas acerca de las dimensiones de las plumas, para proveer estimados muy simples del “orden de magnitud” de las concentraciones de sedimentos suspendidos (por encima de los niveles de referencia) que podrían persistir en la pluma pasiva generada por la draga (trabajando 24 horas al día).

Tabla 7-10

Pérdidas de Sedimentos Típicas de los Procesos de Dragado

TIPO DE DRAGA	Derrame de material	Producción	Vertido	Pluma pasiva (mg/l)	
	FACTOR S (kg/m ³)	(m ³ /hr)	(t/hr perdidas)	Pluma A	Pluma B
Tolva de Succión y Arrastre (rebasado limitado)	15	655	9.82		5
Tolva de Succión y Arrastre (sin rebasado)	7	655	4.58		3
Corte succión	6	357	2.14	14	
Corte succión (velocidades reducidas de oscilación y rotación)	3	357	1.07	7	
Retroexcavadora (sin colador de limo)	15	119	1.79	12	
Retroexcavadora (con colador de limo)	7	119	0.83	6	

Fuente: EsIA Categoría II – Ensanche y Profundización del Cauce de la Entrada Pacífica del Canal de Panamá. ACP, 2007.

Preparado por PB Consult.

En la última columna de la Tabla 7-10 se indican las concentraciones de sólidos suspendidos en dos plumas pasivas (ACP / PB Consult, 2007): La Pluma A de una profundidad de 10 m de agua, un ancho de pluma de 30 m y una velocidad media de corriente de 0.1 m/s; y, la Pluma B de una profundidad y ancho similar a la pluma A, pero con una velocidad de dragado de 3 nudos. Además, se asume que la pluma pasiva para ambas plumas contiene 10% del vertido.

El volumen de material dragado y excavado a través de los años, de 1950 a la fecha, fue de alrededor de la mitad del que se producirá durante la construcción del tercer juego de esclusas (60 millones de m³). Sin embargo, las actividades de dragado durante dicho periodo no han afectado de manera permanente la calidad del agua, ya que los numerosos estudios de calidad del agua realizados de la cuenca del canal indican que la misma es buena. Los resultados de los estudios de calidad del agua realizados sobre todo por González, *et al.* (1975) y la ACP (2006), pero también otros como el de Zaret (1984), Heackadon-Moreno, *et al.* 1999a y 1999b, TLBG/TYLI 2001a y 2001b, Simmons, *et al.* 2002, CATEC 2003, y CEREBUP 2003, entre

otros, concluyen que la calidad del agua es buena, con variaciones puntuales influenciadas por la estacionalidad de las lluvias y la cercanía de áreas pobladas. Por lo tanto se concluye que, a pesar de los volúmenes de material que se han dragado y su depósito en agua a través de los años, la calidad de agua es buena. Aún más, CEREBUP (2003) concluye para el lago Gatún que “a pesar de ser un sistema artificial y con casi 100 años de sufrir varias modificaciones, la calidad del agua se puede indicar que es excelente”.

El nivel de sólidos suspendidos en el Lago varía dependiendo de la ubicación del sitio de muestreo y la estación del año. El lado Oeste del Lago siempre se mantiene más claro, por su mayor profundidad (que no permite la suspensión de sedimentos finos desde el lecho del Lago por la acción de olas). Al Este, las aguas se mantienen más turbias por su menor profundidad, y por el tránsito permanente de buques y la actividad de las dragas. Durante la estación seca el contraste entre las aguas profundas del Lago, y el Canal de navegación es mucho más marcado. El rango de valores de sólidos suspendidos en el Lago se encuentra entre 1-78 mg/l (Plan Maestro del Canal de Panamá, ACP, 2006).

González, *et al.* (1975) citado por ACP / PB Consult (2007), indicó que las aguas de la bahía de Panamá se mantienen turbias constantemente y los valores secchi más bajos (<3 m, turbidez máxima) ocurren siempre en el área de Balboa y el cauce de aproximación a las esclusas; más hacia mar abierto ocurren condiciones más variables (hasta 7 m de visibilidad secchi). En el estudio realizado por la Universidad de Panamá en 1993 y 1994, se registraron valores de sólidos suspendidos y de profundidad secchi y confirmaron que existe una relación entre la profundidad secchi y el contenido de sólidos suspendidos. Ambas variables muestran una variación estacional; la turbidez y el contenido de sólidos son menores a mediados de la estación seca.

Los procesos naturales, la descarga de agua del Canal y la actividad náutica, mantienen una pluma de agua constantemente turbia en la zona de entrada del Canal, donde el nivel de sólidos suspendidos parece mantenerse a concentraciones que fluctúan entre los 10 y 30 mg/l. Esta fluctuación se puede considerar como “niveles típicos de referencia” contra los cuales se pueden evaluar los impactos de las operaciones de dragado y depósito de materiales (ACP / PB Consult 2007).

Los datos tomados del lago Gatún en 2004/2005¹⁶, reflejaron que el uso de la draga de corte-succión Mindi (al dragar arcillas cerca de la Isla de Barro Colorado) producía una pluma persistente con concentraciones cercanas a los 25-40 mg/l (ACP / PB Consult, 2007). Por lo tanto, las concentraciones esperadas de sólidos suspendidos por el dragado durante la etapa de construcción, en el peor de los casos, duplicará los valores de referencia. Además, los sólidos suspendidos se mantendrán en ese rango de valores, debido a que el dragado será continuo.

La caracterización de los sedimentos a ser dragados es relevante para determinar el contenido de arcillas, limos, arenas y gravas, ya que el efecto sobre la turbidez dependerá del porcentaje de cada uno; a mayor cantidad de finos mayor turbidez. Los sedimentos del lecho del canal en un tramo del sector Pacífico fueron caracterizados en el 2006 (16 muestras). PB Consult (2007) indicó que el 50.4% del peso fueron arcillas (partículas menores a 2 µm), el 29.2% limos (de 63 a 2 µm), el 15.8% arena (de 2 mm a 63 µm) y el 4.6% restante grava (> de 2 mm). Por lo tanto, los sedimentos del Pacífico contienen un elevado porcentaje de arcilla. Otro aspecto reportado fue que una vez que se pone en movimiento, el sedimento del tipo encontrado en la Bahía (lodos con algo de arena muy fina) se moverá como lodo suspendido, disperso a través de la columna de agua y se re-acumulará en el lecho marino en áreas y en momentos de energía acuática reducida. ACP / PB Consult (2007) concluye que es probable que las corrientes halladas en la Bahía sean importantes en términos de dispersión de sedimentos puestos en movimiento, en vez de causar erosión.

Los principales hallazgos del informe de caracterización de sedimentos indicaron lo siguiente (PB Consult, 2006):

- ✓ Los análisis del tamaño de las partículas de sedimento confirman la existencia de un ambiente predominantemente lodoso y de arena fina, consistente con la ausencia de corrientes fuertes.
- ✓ Las concentraciones de metales de traza en los sedimentos del Canal se relacionan en su mayor parte a fuentes naturales difusas. Unas pocas concentraciones de metales

¹⁶ ACP ESMPAC water quality monitoring data. See diagram in Parsons Brinkerhoff Dredging Working Paper June 2006.

localmente ocurren, pero no a niveles que requerirían que se siguieran prácticas correctivas de dragado estrictas.

- ✓ Las concentraciones de PCB's halladas en los sedimentos se encuentran a niveles extremadamente bajos.
- ✓ Se encontraron concentraciones de pesticidas en la mayoría de las muestras de sedimentos, pero generalmente a niveles bajos.
- ✓ Se encontraron diversos hidrocarburos aromáticos policíclicos en los sedimentos del Canal, especialmente en el Puerto de Balboa, aunque a niveles bajos.
- ✓ Se encontró tri-butil estaño en concentraciones bajas a moderadas, en muestras que fueron recolectadas dentro de zonas de anclaje de buques.

El informe de PB Consult (2006) concluye que “en general, si el dragado se realiza de manera responsable, con medidas tomadas para chequear las plumas de sedimentos de suspensión, las concentraciones de químicos identificados en los sedimentos no causarán efectos dañinos”.

2) Excavación

Se ha estimado que el movimiento de tierras para la construcción de los nuevos cauces de acceso a las esclusas será de 83 millones de m³. En el proceso de excavación, sobre todo durante lluvias intensas y si no se utilizan medidas de control (barreras, mallas filtrantes, estabilización de taludes, etc.), la escorrentía transportará sólidos hacia el Canal, deteriorando la calidad de sus aguas, así como contribuyendo con el azolvamiento del mismo.

La excavación en tierra se ha venido realizando en el área desde la construcción del Canal. Las ampliaciones recientes del canal en el sector del Corte Culebra y del cerro Cartagena requirieron de cortes importantes de material. Como se indicó, el efecto de los cortes sobre la calidad del agua, se manifiesta sobre todo durante los procesos de precipitación y escorrentía. Se harán excavaciones tanto en el área del Pacífico como en el Atlántico; en el primero los volúmenes serán mayores. Sin embargo, al comparar los efectos sobre la calidad del agua de la excavación en tierra con respecto al dragado, los primeros son mínimos.

3) Depósito de material dragado en agua

El material dragado será depositado tanto en áreas del océano Atlántico como del Pacífico (marino), así como en el lago Gatún (lacustre). Típicamente, una draga retroexcavadora, las barcazas auto-propulsadas o una barcaza remolcada, navegan hacia el sitio de disposición donde se abre el casco (fondo) de la embarcación. Otros equipos depositan el material de manera distinta; algunas embarcaciones se dividen en dos, mientras que otras tienen rutas de descarga montadas en el casco. El material grueso (roca quebrada) es el que se deposita de esta forma. El material viscoso de baja densidad (básicamente arena suspendida en agua o sedimentos) es depositado preferentemente en tierra.

En el proceso de depositar el material dragado en el agua, se dispersarán partículas afectando la calidad de la misma. La ACP en el año 2005 recolectó muestras de agua en ocho sitios de muestreo (superficie, medio y fondo), en el sitio de descarga del material dragado en las entradas al Canal en el sector del Pacífico y a 1 km hacia el Sur, Suroeste, Oeste y Este (círculo), para determinar el sedimento suspendido (STS), así como la turbiedad, conductividad y salinidad. En el campo se midieron el pH, temperatura, conductividad, salinidad, turbiedad y sólidos totales disueltos. Previamente, se realizó un sobrevuelo para identificar visualmente la dirección de los sedimentos dispersos (a 0.4 millas del sitio de descarga, ya era casi imperceptible a la vista), y seleccionar los sitios a muestrear. Los resultados indicaron que:

- ✓ Turbiedad: A 1 kilómetro de distancia en todas las direcciones la turbiedad disminuye notablemente, y las mayores concentraciones fueron reportadas en el fondo. De 34.2 NTU, 41.8 NTU y 109.9 NTU, en la superficie, medio y fondo en el sitio de descarga, disminuyó luego de 30 minutos y a 500 metros al Sur del sitio, a 0.5 NTU, 0.1 NTU y 21.6 NTU, respectivamente.
- ✓ Sólidos Totales Suspendidos: Las concentraciones de sólidos totales suspendidos van disminuyendo en dirección Sur-Suroeste, luego de la descarga. Las menores concentraciones se reportaron en dirección este, 120 minutos después de la descarga.

Para evaluar el efecto específico de la disposición del material dragado y excavado en los sitios de disposición marinos y lacustres, se utilizaron dos modelos de simulación, los cuales se adaptan a las características físicas de cada sitio de descarga. En los sitios de depósito oceánico se utilizó el modelo Hydrotrack y en el Lago Gatún se utilizó el modelo STFATE, ambos descritos a continuación (URS Holdings, Inc. - Riada Engineering, Inc., 2007).

- **Modelo de Simulación HydroTrack**

En los sitios de depósito del Atlántico y el Pacífico se utilizó el modelo matemático HydroTrack (Rodríguez & García, 1998), el cual simula la descarga y trayectoria de sedimentos dragados en cuerpos de agua.

Este modelo determina el campo de velocidades debido a vientos y mareas mediante la solución numérica en diferencias finitas de las ecuaciones de flujo con superficie libre en dos dimensiones (García & Kahawita, 1986; Uribe & García, 1986; García, 1993b, Rodríguez & García, 1998). Para ello, es necesario generar una malla formada por celdas de cálculo que cubra la totalidad de la zona en estudio. El modelo calcula las variaciones temporales de la velocidad y elevación de la superficie del agua en cada una de las celdas de cálculo.

Las condiciones de borde son las alturas de marea en los contornos abiertos y las condiciones de flujo nulo en los contornos de tierra que limitan la zona de estudio. Adicionalmente, el modelo requiere datos de velocidades de viento, batimetría, y los coeficientes de fricción de fondo.

- **Modelo STFATE**

Los sitios de depósito que se encuentran dentro del lago Gatún presentan condiciones hidrodinámicas distintas a los ubicados en las costas de los océanos Atlántico y Pacífico. En este lugar, las corrientes geostróficas y las mareas no ejercen influencia sobre las corrientes lacustres, estando éstas determinadas por una combinación de la acción de la navegación dentro del Lago, del aporte hídrico, de la pérdida a través de las esclusas y de la acción del viento, cuyo efecto final es la producción de olas, ocurriendo a su vez reflexión de estas olas en las orillas del Lago.

En función de esto la simulación de los sitios pertenecientes al Lago, se concibió hacerla con el modelo STFATE (Short-Term FATE of dredged material disposal in open water) (Johnson et al., 1994), desarrollado por el U.S. Army Corps of Engineers a partir del modelo DIFID (Disposal From an Instantaneous Discharge) preparado originalmente por Koh y Chang, 1973. STFATE es un modelo acoplado basado en la hidrodinámica del lugar, el transporte de sedimentos y los cambios en las batimetrías y es utilizado para estimar la respuesta a corto plazo de los sedimentos en el campo cercano a la descarga, luego de su disposición desde una barca o una tolva, en un cuerpo de agua, sea este dispersivo o no.

El modelo simula el proceso de depósito separándolo en tres fases:

- Descenso convectivo, durante el cual la nube de material cae bajo la influencia de la gravedad y su momentum inicial es debido a la gravedad;
- Colapso dinámico, que ocurre cuando la nube en su descenso tiene dos opciones, impactar el fondo o llegar a un nivel de flotación neutra donde el descenso es retardado y domina la dispersión horizontal; y
- Transporte pasivo-difusión, cuando el transporte del material y la difusión está dominado por la hidrodinámica del sitio de descarga.

Más adelante, en esta sección, se discuten los resultados obtenidos para los sitios de depósito marinos y lacustres.

Para efectos de la descarga en ambos océanos, se considerará como escenario más desfavorable la descarga de material con 100% de concentración de sedimentos, utilizando una barcaza con tolva que realiza tres viajes por día al sitio de disposición. El volumen diario máximo se estimó en 3,220 m³ distribuidos en 3 viajes (1,073.33 m³, cada viaje) cada 4 horas, suponiendo días de operación de aproximadamente 12 horas. A fin de estimar los efectos a largo plazo el modelo para cada sitio se corrió con descargas continuas hasta alcanzar un equilibrio dinámico de la pluma de sedimentación y turbidez inducida por la descarga del material sólido. Ese punto de equilibrio se alcanza aproximadamente a las 120 horas y se considera que la nube de sedimentación y turbidez establecida en ese momento es indicativa de las condiciones que se espera prevalezcan durante la operación a largo plazo.

En el sector Atlántico, los patrones principales de circulación que ejercen una influencia sobre la hidrodinámica están gobernados por la interacción de los efectos de la marea, de la corriente geostrofica y del viento. La operación de las esclusas y los caudales que se descargan presentan una influencia importante en la hidrodinámica de la bahía de Limón. Las condiciones de viento provenientes del NNO influyen en el desplazamiento de las aguas que predominantemente se mueven en dirección Oeste –Este, produciendo vectores del campo de velocidades que presentan una dirección más paralela a la costa que los campos generados con condición de viento NNE. Con condiciones de viento NNO serán mayores la extensión del área de afectación sobre la zona costera y la pluma de sólidos generada debido al fenómeno de suspensión.

Los datos batimétricos utilizados en la determinación de las profundidades del océano, son los disponibles en las Cartas Náuticas que se enumeran a continuación:

Tabla 7-11

Datos Batimétricos – Simulación del Sector Atlántico

N° Plano	Descripción	Escala	Sistema de Coordenadas	Fecha del Plano
26068	Canal de Panamá puerto Cristóbal	1:15000	WGS-84	Dic 30, 2000
3111	Entrada Atlántica al Canal de Panamá incluyendo puertos adyacentes	1:15000	WGS-84	Jun 06, 2002
1400	Aproximaciones exteriores a Puerto Cristobal	1:75000	WGS-84	Jun 01, 2000

Fuente: Estudio de Dispersión y Deposición de Sedimentos Dragados en las Zonas de Interés del Canal de Panamá. URS Holdings, Inc. - Riada Engineering, Inc., 2007.

La zona de estudio se ubica entre las coordenadas N:1034100, E:611000 y N:1059000 , E:643100, y abarca todo el área de la salida del Canal de Panamá al océano Atlántico, presentando profundidades entre 0 y 60 m (Figura 2, en el Anexo 5). La malla de cálculo (Figura 3, en el Anexo 5) abarca toda la zona desde los rompeolas a la salida del Canal de Panamá en el océano Atlántico hasta la entrada de la bahía de Portobelo en el Este. Las celdas tienen un

tamaño de 200 m por 200 m y el punto de disposición esta ubicado en las coordenadas N:1037315, E: 616646.

La distribución granulométrica de los sólidos descargados fue obtenida de las campañas de medición y muestreo realizadas en el Atlántico para la Autoridad del Canal de Panamá¹⁷, en el estudio de caracterización de sedimentos, es decir que se aprovechan los datos obtenidos para los sedimentos blandos que fueron ubicados para su caracterización físico química. Los porcentajes medios de tamaño de partículas utilizados en el océano Atlántico presentan un contenido predominante de partículas finas (limo y arcilla). La siguiente tabla refleja las propiedades medias de los sólidos en este sector consideradas para nuestro volumen de descarga.

Tabla 7-12
Propiedades Medias de Sólidos – Simulación del Sector Atlántico

Atlántico	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
	1.6	30.2	44.1	24.1

Fuente: Task Order #31. Estudios de Caracterización de Sedimentos. Reporte Final. PB Consult, 2006.

Para el caso de estudio correspondiente al depósito de material dragado en el sector de Rompeolas en el océano Atlántico, las concentraciones máximas en el área después de 5 días de descarga continua oscilan alrededor de 90 mg/l. El área de sedimentación es de 1.20 km² y en su mayoría presenta espesores de sedimentación de unos pocos milímetros. La pluma de sólidos suspendidos se transporta hacia el Este debido a la acción de las corrientes alcanzando con concentraciones bajas (2 mg/l) la costa que se encuentra al Este de la salida del Canal de Panamá (URS Holdings, Inc. - Riada Engineering, Inc., 2007).

Para el Pacífico, los tamaños medios de partículas utilizados en las simulaciones de descargas de sólidos presentan un contenido predominante de finos (limo y arcilla) (PB Consult, 2006). La siguiente tabla refleja las propiedades medias de los sólidos en este sector, las cuales fueron consideradas para el material de la descarga en los sitios de depósito del océano Pacífico.

¹⁷ Task Order #31. Estudios de Caracterización de Sedimentos. Reporte Final. PB Consult, 2006.

Tabla 7-13
Propiedades Medias de Sólidos – Simulación del Sector Pacífico

Pacífico	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
	4.6	15.8	29.2	50.4

Fuente: Task Order #31. Estudios de Caracterización de Sedimentos. Reporte Final. PB Consult, 2006.

En la bahía de Panamá la hidrodinámica está gobernada por tres tipos de corrientes: las mareas con elevaciones de aproximadamente 5 m de amplitud (Figura 33 del Anexo 5); la corriente oceánica proveniente del sur cuyo movimiento es paralelo a la costa denominada la corriente de Colombia, y los vientos, cuya magnitud en la zona ha sido descrita como moderada a suave¹⁸. Predominan los vientos provenientes del Norte con una ocurrencia de 55% y de 25% los provenientes del Sur-Oeste. Los vientos dominantes del norte presentan magnitudes medias medidas en sitio de 4 m/s¹⁹.

Los datos batimétricos utilizados en la determinación de las profundidades del océano, son los disponibles en las Cartas Náuticas que se enumeran a continuación:

Tabla 7-14
Datos Batimétricos – Simulación del Sector Pacífico

Nº Plano	Descripción	Escala	Sistema de Coordenadas	Fecha del Plano
21605	Golfo de Panamá a Bahía Piña	1:200000	WGS-84	Jul 29, 1995
21601	Golfo de Panamá Morro de Puercos a Panamá	1:200000	WGS-84	Jun 17, 1995
1401	Aproximación Sur al Canal de Panamá	1:30000	WGS-84	Mar 13, 2003

Fuente: Estudio de Dispersión y Deposición de Sedimentos Dragados en las Zonas de Interés del Canal de Panamá. URS Holdings, Inc. - Riada Engineering, Inc., 2007.

La zona de estudio se ubica entre las coordenadas N:951000, E:637000 y N:993000, E:695000, y abarca todo el área de la salida del Canal de Panamá al océano Pacífico, presentando

¹⁸ “Hydrodynamic Impact Assessment”. Report A – Punta Pacifica, Panama. Delft Hydraulics. April, 1999.

¹⁹ “Evaluación Ambiental de Opciones para la Construcción de Nuevas Esclusas y Profundización de las Entradas del Atlántico y el Pacífico del Canal de Panamá – SAA-117484”. Informe Final Nuevas Esclusas Sector Atlántico. The Louis Berger Group, INC. Mayo, 2004.

profundidades entre 0 y 40 m (Figura 34 del Anexo 5). Para fines de correr el modelo se construyó una malla de cálculo de dimensiones de celdas similares a las del océano Atlántico (Figura 35 del Anexo 5).

ACP / PB Consult (2007) evaluó los efectos potenciales al depositar material dragado en los 3 sitios en el Pacífico: Palo Seco, Tortolita y Tortolita Sur. Palo Seco es un sitio de depósito muy superficial (0 a 5 m bajo MLWS), donde la acción de las olas tiende a ser un agente efectivo en la erosión de sedimentos finos durante gran parte del año²⁰. Tortolita es un sitio de depósito con profundidades muy variables (5 a 10 m bajo MLWS); en las partes más superficiales del área, la acción de las olas constituye un efectivo agente de socavación durante ciertas épocas del año, y en las partes más profundas, los sedimentos son mucho más estables. Tortolita Sur es un sitio donde las profundidades varían entre los 10 y 14 m bajo MLWS. El sitio ha recibido mucho material dragado en la historia del Canal y el lecho forma un montículo de poca altura.

Para el caso de estudio correspondiente al depósito de material dragado en el sector de Palo Seco del océano Pacífico, las concentraciones máximas en el área obtenidas después de 5 días de descarga continua oscilan alrededor de 2,100 mg/l con espesores de sedimentación máximos de 1,000 mm y tasas medias de deposición de 200 mm/d. El área de sedimentación es de 1.20 km² y en su mayoría presenta espesores de sedimentación muy pequeños en el orden de unos pocos milímetros. En este sitio las profundidades son bastante bajas, lo cual obstaculiza la dispersión del sedimento y en consecuencia las concentraciones son superiores a las de los otros sitios de depósito (URS Holdings, Inc. - Riada Engineering, Inc., 2007).

Desde el punto de vista del transporte de sedimentos, si los 0.434 Mm³ del material dragado que se tiene planificado que serán depositados en Palo Seco se dispersaran en una capa uniforme a lo largo del lecho del sitio, este se elevaría 0.8m (ACP / PB Consult 2007). A pesar que sería una pequeña elevación en el nivel del lecho, el nuevo depósito (si estuviese compuesto principalmente de grava fina, arena y lodo) sería inestable bajo condiciones extremas en el sitio y, al pasar de los años, el material depositado podría trasladarse a aguas más profundas u otras

²⁰ Jaime Rodriguez, ACP Survey Dept. *Pers comm.*; tomado de PB Consult 2007.

zonas aledañas lo que ocasionaría una elevación paulatina local de los niveles de sedimentos en el lecho e inestabilidad béntica durante el periodo de transición, que probablemente dure varios años, antes de que se restaure el perfil de equilibrio (ACP / PB Consult, 2007).

Para el caso del Sector de Tortolita en el océano Pacífico las concentraciones máximas que resultan de la disposición de material dragado oscilan alrededor de los 144 mg/l, con espesores de sedimentación máximos de 820 mm y tasas medias de deposición de 150 mm/d. El área de sedimentación es de 2.90 km² con espesores de sedimentación muy pequeños en el orden de unos pocos milímetros (URS Holdings, Inc. - Riada Engineering, Inc., 2007); sí los 2.428 Mm³ del material dragado que serán depositados en el sitio Tortolita, principalmente lodos y arenas de los bordes exteriores del cauce de aproximación, se dispersaran uniformemente en el sitio, esta carga elevaría el lecho en 1.4 m. La calidad del agua en el sitio de Tortolita sería afectada de forma mínima por la descarga de material.

Por otra parte, sí los 2.428 Mm³ del material dragado que serán depositados en el sitio Tortolita, principalmente lodos y arenas de los bordes exteriores del cauce de aproximación, se dispersaran uniformemente en el sitio, esta carga elevaría el lecho en 1.4 m; aunque sería mucho más rápido concentrar las descargas en las secciones de aguas más profundas (0.5 km²), para evitar que las olas revirtieran los materiales sueltos, ya que se pueden formar plumas activas que llevarían rápidamente los desechos hacia el lecho marino. La calidad del agua en el sitio de Tortolita sería afectada de forma mínima por la descarga de material.

En el sitio de depósito de Tortolita Sur las concentraciones máximas calculadas por efecto de disposición del material dragado están alrededor de los 42 mg/l, los espesores de sedimentación máximos son de 750 mm y tasas medias de deposición de 150 mm/d. El área de sedimentación es de 2.20 km² con espesores de sedimentación muy pequeños en el orden de unos pocos milímetros (Riada Engineering, Inc., 2007). Por lo tanto, si los 4.126 Mm³ de materiales sueltos que serán depositados en el sitio Tortolita Sur, principalmente fragmentos de roca con muy pocos componentes de lodo, arena y grava de las zonas de voladura de rocas y dragado con retroexcavadora, se dispersaran uniformemente en el sitio, esta carga elevaría el lecho en 4.3 m, reduciendo las profundidades entre 6 y 10 m MLWS. Como este material está compuesto,

principalmente por fragmentos rocosos, es poco probable que los flujos de oleaje y corrientes prevaletientes lo puedan movilizar. Las descargas de rocas y sedimentos asociados en Tortolita Sur se realizarían desde barcasas de tolva movidas por remolcadores. Si se realizará a través de una puerta o ranura en el fondo de las barcasas, la descarga de estos materiales ocurriría principalmente como un flujo de densidad, con una rápida transferencia de los mismos hacia el lecho marino. Esta actividad no ocasionaría una disminución significativa de la calidad del agua en el área del sitio de depósito. La ACP²¹ ha realizado algunas mediciones de la concentración de sólidos suspendidos presente en los alrededores de una draga de tolva que se encuentra descargando en Tortolita Sur; estas mediciones han confirmado que el impacto sobre la calidad del agua es mínimo. Por consiguiente, se puede concluir que en el océano Pacífico la pluma de sólidos suspendidos se transporta predominantemente hacia el Sureste y Suroeste abarcando una zona relativamente amplia del Norte del Golfo de Panamá pero presentando concentraciones bajas.

Los párrafos anteriores describen los efectos sobre la calidad del agua al depositar material dragado en los sitios en ambos océanos. La magnitud del impacto potencial aunque alta, dependerá de la profundidad del sitio de depósito y de las corrientes, aunque su efecto en la calidad del agua será temporal, ya que los sólidos tarde o temprano sedimentarán, aún tomando en cuenta que el programa de dragado durará varios años.

Se han identificado 8 distintos sitios de depósito en agua: 4 en el lago Gatún, 3 en el Pacífico y 1 en el Atlántico. En Gatún y en los sitios marinos se ha depositado material dragado, excepto en Monte Lirio (sitio en el lago Gatún). A continuación, se describen las simulaciones y resultados para los 4 sitios de depósito en el lago Gatún.

El proceso físico que fue simulado incluye una descarga diaria de 3,220 metros cúbicos en tres eventos, que están separados cada cuatro horas para cada uno de los sitios, Monte Lirio, Frijoles, Peña Blanca Este y Peña Blanca Oeste. El modelo se corrió para un período de 24 horas y en todos los casos se estableció que después de 24 horas las condiciones finales eran similares a las

²¹ ACP 2005

condiciones de inicio (Riada Engineering, Inc., 2007). Las condiciones y resultados para cada uno de estos sitios se indican brevemente a continuación.

Monte Lirio

El sitio de depósito simulado para Monte Lirio está ubicado en la zona Norte del lago Gatún, limitando al Norte con tierra firme, al Norte y Este, con el Causeway que sirve de terraplén al ferrocarril, al Sur con la Isla Juan Gallegos y al Oeste, el área del Lago cercana al canal de aproximación de la salida hacia el océano Atlántico. Lo circundan al Sur y al Oeste, un canal delimitado por boyas que une el puente sobre el terraplén del Causeway, con el canal de aproximación al Atlántico. El sitio tiene una superficie aproximada de 230 hectáreas y está delimitado por una poligonal cuyas coordenadas aproximadas son las siguientes:

- E: 623.111 N: 1.024.625
- E: 624.084 N: 1.022.998
- E: 625.117 N: 1.023.609
- E: 624.139 N: 1.025.260

Está previsto que este sitio reciba material proveniente de la excavación seca de las Nuevas Esclusas pospanamax del Atlántico, lo cual define las características del sedimento a simular, es decir, su distribución granulométrica y proporción de finos en la mezcla. A tal fin, se utilizaron los resultados de las muestras provenientes de las campañas de medición y muestreo (PB Consult International, 2006), realizadas por la Autoridad del Canal de Panamá y tomadas en sitios correspondientes o cercanos a la futura excavación o dragado.

De acuerdo a lo anterior, se definió la siguiente distribución granulométrica media para este sitio de estudio:

Tabla 7-15

Propiedades Medias de Sólidos – Simulación de Monte Lirio en el Lago Gatún

Distribución media	Grava (%)	Arena Fina (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
	1.6	30.2	44.1	24.1

Fuente: Task Order #31. Estudios de Caracterización de Sedimentos. Reporte Final. PB Consult, 2006.

Para la determinación geográfica del sitio se utilizó la carta náutica No. 3098, Panamá Canal, a escala 1:35.000, referida al Datun World Geodetic System 1984 (WGS 84), elaborada a partir de las cartas del Gobierno de Los Estados Unidos de América, entre los años 1990 y 2000, y basada en los levantamientos realizados entre 1985 y 1994, editada el 3 de Octubre de 2002. En ella se incluyeron las batimetrías recibidas de ACP, realizadas para este sitio de depósito. Asimismo, sobre esta carta se definió una malla de 30 x 42 celdas de 61 x 61 m cada uno y el sitio de depósito, ubicado en las coordenadas N:1.024.355 y E:623.349 (Figura 118 del Anexo 5).

La descarga simulada para Monte Lirio, produce una concentración máxima instantánea de 8,600 mg/l a 3 m de profundidad, la cual disminuye rápidamente de tal manera que después de cuatro horas la concentración máxima es de 12 mg/l. Por lo tanto el efecto acumulativo de la segunda descarga que ocurre cuatro horas después es insignificante (Figura 122 del Anexo 5). La mancha de turbidez se desplaza en el sentido de la corriente con dirección sureste y el área del ecosistema que es influenciada por niveles de sólidos suspendidos por encima de 50 mg/l una hora después de la descarga de sólidos es de 1.8 hectáreas (Figura 120 del Anexo 5). En las figuras del Anexo 5 se puede apreciar como el área por encima de los 50 mg/l se reduce drásticamente a las dos y a las 4 horas el valor máximo ya es de apenas 12 mg/l. Luego a las horas 5 y 9 se aprecia una mancha de turbidez similar a la de la hora 1 y a la hora 12 ya el efecto es de nuevo insignificante.

Peña Blanca Este

El sitio de depósito Peña Blanca Este está ubicado en la zona central del lago Gatún, limitando al Norte con las islas Las Brujas y la isla Juan Gallegos, al Este con la península Bohío, al Oeste con las islas Las Brujas y al Sur con la bahía Agua Clara. Lo circundan al Norte, el canal Banana, al Este, la bordada Bohío y al Sur, la bordada Peña Blanca. El sitio tiene una superficie aproximada de 464 hectáreas y está definido por una poligonal cuyas coordenadas aproximadas son las siguientes:

E: 620.512 N: 1.017.360
E: 620.722 N: 1.017.594
E: 622.567 N: 1.017.967
E: 623.583 N: 1.017.212

E: 624.754 N: 1.015.437

E: 623.965 N: 1.015.473

Está previsto que este sitio reciba material proveniente de la excavación y dragado en el Tapón del Corte Culebra o Norte del Pacífico, del Tapón Intermedio del Pacífico, del Canal de Aproximación Norte del Pacífico y de la profundización del Corte Culebra, lo cual define las características del sedimento a simular, es decir, su distribución granulométrica y proporción de finos en la mezcla. A tal fin, se utilizaron los resultados de las muestras provenientes de las campañas de medición y muestreo (PB Consult International, 2006), realizadas por la Autoridad del Canal de Panamá y tomadas en sitios correspondientes o cercanos a la futura excavación o dragado.

De acuerdo a lo anterior, se definió la siguiente distribución granulométrica media para este sitio de estudio:

Tabla 7-16

Propiedades Medias de Sólidos – Simulación de Peña Blanca Este en el Lago Gatún

Distribución media	Grava (%)	Arena Fina (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
	2.5	12	46	39.5

Fuente: Task Order #31. Estudios de Caracterización de Sedimentos. Reporte Final. PB Consult, 2006.

Para la determinación geográfica del sitio se utilizó la carta náutica No. 3098, Panamá Canal, a escala 1:35.000, referida al Datun World Geodetic System 1984 (WGS 84), elaborada a partir de las cartas del Gobierno de Los Estados Unidos de América, entre los años 1990 y 2000, y basada en los levantamiento realizados entre 1985 y 1994, editada el 3 de Octubre de 2002. En ella se incluyeron las batimetrías recibidas de ACP, realizadas para este sitio de depósito. Asimismo, sobre esta carta se definió una malla de 60 x 36 celdas de 61 x 61 m, cada uno y el sitio de depósito, ubicado en las coordenadas N:1.016.778 y E:622.386 (Figura 128 del Anexo 5).

La descarga simulada para Peña Blanca Este produce una concentración máxima instantánea de 10,740 mg/l a 3 m de profundidad, la cual disminuye rápidamente de tal manera que después de cuatro horas la concentración máxima es de 47 mg/l. Por lo tanto el efecto acumulativo de la segunda descarga que ocurre cuatro horas después es insignificante (Figura 132 del Anexo 5).

La mancha de turbidez se desplaza en el sentido de la corriente con dirección Noreste y el área del ecosistema que es influenciada por niveles de sólidos suspendidos por encima de 50 mg/l una hora después de la descarga de sólidos es de 1.7 hectáreas (Figura 130 del Anexo 5). En las figuras del Anexo 5 se puede apreciar como el área por encima de los 50 mg/l se reduce drásticamente a las dos y a las 4 horas el valor máximo ya es de apenas 12 mg/l. Luego a las horas 5 y 9 se aprecia una mancha de turbidez similar a la de la hora 1 y a la hora 12 ya el efecto es de nuevo insignificante.

Peña Blanca Oeste

El sitio de deposición Peña Blanca Oeste está ubicado en la zona central del lago Gatún, al Sureste del sitio Peña Blanca Este, limitando con él por el Norte, al Este con la isla Barro Colorado, al Oeste y Sur con tierra firme. Las bordadas Bohío y Peña Blanca, se intersectan en la entrada Norte de la bahía. El sitio tiene una superficie aproximada de 283 hectáreas y está definido por una poligonal cuyas coordenadas aproximadas son las siguientes:

E: 622.902 N: 1.014.673
E: 622.816 N: 1.011.578
E: 623.963 N: 1.011.187
E: 623.579 N: 1.012.656
E: 624.184 N: 1.014.012

Está previsto que este sitio reciba material proveniente de los mismos sitios que Peña Blanca Este, es decir, de la excavación y dragado en el Tapón del Corte Culebra o Norte del Pacífico, del Tapón Intermedio del Pacífico, del Canal de Aproximación Norte del Pacífico y de la profundización del Corte Culebra, lo cual define las mismas características del sedimento a simular, que para aquél sitio.

De acuerdo a lo anterior, se definió la siguiente distribución media para este sitio de estudio:

Tabla 7-17

Propiedades Medias de Sólidos – Simulación de Peña Blanca Oeste en el Lago Gatún

Distribución media	Grava (%)	Arena Fina (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
	2.5	12	46	39.5

Fuente: Task Order #31. Estudios de Caracterización de Sedimentos. Reporte Final. PB Consult, 2006.

Para la determinación geográfica del sitio se utilizó también la carta náutica No. 3098, Panamá Canal, a escala 1:35.000, referida al Datun World Geodetic System 1984 (WGS 84), elaborada a partir de las cartas del Gobierno de Los Estados Unidos de América, entre los años 1990 y 2000, y basada en los levantamientos realizados entre 1985 y 1994, editada el 3 de Octubre de 2002. En ella se incluyeron las batimetrías recibidas de ACP, realizadas para este sitio de depósito. Asimismo, sobre esta carta se definió una malla de 41 x 78 celdas de 30 x 61 m cada uno y el sitio de depósito, ubicado en las coordenadas N:1.013.280 y E:623.596 (Figura 138 del Anexo 5).

La descarga simulada para Peña Blanca Oeste, produce una concentración máxima instantánea de 23,300 mg/l a 3 m de profundidad, la cual disminuye rápidamente de tal manera que después de cuatro horas la concentración máxima es de 18 mg/l. Sin embargo, debido a las características del sitio de depósito donde las velocidades estimadas son de 0.015 m/s y el cerramiento que produce la bahía, la pluma de sedimentación de la primera descarga aún permanece en el sitio original, solapándose este efecto con la segunda descarga (Figura 139 del Anexo 5). Se muestra esta situación 5 horas después de la primera descarga, presentando una concentración máxima de 854 mg/l para 6 m de profundidad (Figura 143 del Anexo 5). Se observa que la malla pareciera ser insuficiente para simular la distribución de los sedimentos en el sitio y de manera irreal corta la imagen para que pueda ser colocada dentro del área de depósito. Lo cierto es que la malla no puede ser extendida más allá de los límites elegidos debido a la presencia de tierra firme y el modelo no tiene la capacidad de acumular el material sedimentado en los bordes externos simulando una pared. Las variables utilizadas para simular este escenario prácticamente no ocasionan movimiento de la pluma, la cual queda encerrada en la bahía. El área del ecosistema que es influenciada por niveles de sólidos suspendidos por encima de 50 mg/l una hora después de la descarga de sólidos es de 5.2 hectáreas (Figura 140 del Anexo 5).

Frijoles

El sitio de depósito Frijoles está ubicado en la bahía Frijoles, en la zona Sureste del Lago Gatún, limitando al Norte y al Este con tierra firme, al Oeste con la isla Barro Colorado y al Sur con el canal de navegación que conecta con Gamboa y el Corte Culebra. Lo circundan al Oeste, la bordada Buena Vista y al Sur, la conexión de la bordada Tabernilla con la bordada Buena Vista. El sitio tiene una superficie aproximada de 282 hectáreas y está definido por una poligonal cuyas coordenadas son las siguientes:

E: 628.811 N: 1.0143.201

E: 630.593 N: 1.014.688

E: 630.970 N: 1.017.967

E: 630.542 N: 1.014.183

E: 631.321 N: 1.013.598

E: 630.901 N: 1.012.655

Está previsto que este sitio reciba material proveniente de los mismos sitios que Peña Blanca Oeste y Este, es decir, de la excavación y dragado en el Tapón del Corte Culebra o Norte del Pacífico, del Tapón Intermedio del Pacífico, del Canal de Aproximación Norte del Pacífico y de la profundización del Corte Culebra, lo cual define las mismas características del sedimento a simular, que para aquellos sitios.

De acuerdo a lo anterior, la distribución granulométrica es la siguiente:

Tabla 7-18

Propiedades Medias de Sólidos – Simulación de Frijoles en el Lago Gatún

Distribución	Grava (%)	Arena Fina (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
media	2.5	12	46	39.5

Fuente: Task Order #31. Estudios de Caracterización de Sedimentos. Reporte Final. PB Consult, 2006.

Para la determinación geográfica del sitio se utilizó también la carta náutica No. 3098, Panamá Canal, a escala 1:35.000, referida al Datun World Geodetic System 1984 (WGS 84), elaborada a partir de las cartas del Gobierno de Los Estados Unidos de América, entre los años 1990 y 2000, y basada en los levantamientos realizados entre 1985 y 1994, editada el 3 de Octubre de 2002.

En ella se incluyeron las batimetrías recibidas de ACP, realizadas para este sitio de depósito. Asimismo, sobre esta carta se definió una malla de 31 x 36 celdas de 61 x 61 m cada uno y el sitio de depósito, ubicado en las coordenadas N:1.014.195 y E:630.182 (Figura 148 del Anexo 5).

La descarga simulada para Frijoles, produce una concentración máxima instantánea de 34,120 mg/l a 6 m de profundidad, la cual disminuye rápidamente de tal manera que después de cuatro horas la concentración máxima es de 41 mg/l. Sin embargo, debido a las características del sitio de depósito donde las velocidades estimadas son de 0.03 m/s y el cerramiento que produce la bahía, la pluma de sedimentación de la primera descarga aún permanece en el sitio original, solapándose este efecto con la segunda descarga (Figura 149 del Anexo 5). Se muestra esta situación 5 horas después de la primera descarga, presentando una concentración máxima de 818 mg/L para 6 m de profundidad (Figura 153 del Anexo 5). Tal como se dio para la simulación para Peña Blanca Oeste, las variables utilizadas para simular este escenario prácticamente no ocasionan movimiento de la pluma, la cual queda encerrada en la Bahía. El área del ecosistema que es influenciada por niveles de sólidos suspendidos por encima de 50 mg/l una hora después de la descarga de sólidos es de 2.7 hectáreas (Figura 150 del Anexo 5).

Los párrafos anteriores describen los efectos sobre la calidad del agua al depositar material dragado en los sitios en ambos océanos y el lago Gatún. La magnitud del impacto potencial aunque alta, dependerá de la profundidad del sitio de depósito y de las corrientes, aunque su efecto en la calidad del agua será temporal, ya que los sólidos tarde o temprano sedimentarán, aún tomando en cuenta que el programa de dragado durará varios años.

En Gatún y en los sitios marinos se ha depositado anteriormente material dragado, excepto en Monte Lirio (sitio en el lago Gatún).

4) Depósito de material dragado en tierra

Los sitios de depósito terrestres reciben sedimentos a través de tuberías. Las tuberías solamente pueden ser empleadas para transportar material viscoso de baja densidad (básicamente arena

suspendida en un gran volumen de agua o sedimentos); por ende, no son adecuadas para fragmentos rocosos de gran tamaño.

En el sitio de depósito del material dragado en tierra, es necesario que se apliquen medidas de control (bermas, zanjas de sedimentación, etc.), para que el efluente que saldrá del sitio no lleve una alta concentración de sólidos. Estos serían transportados hacia el Canal, deteriorando la calidad de sus aguas, así como contribuyendo con el azolvamiento del mismo. Por el volumen y las características físico-químicas de los sedimentos (PB Consult 2007), se estima que el agua que se infiltre, no afectará la calidad del agua subterránea.

La magnitud del impacto potencial se estima como alta, su efecto en la calidad del agua se considera temporal, ya que los sólidos serán retenidos. La disposición del material dragado durará varios años, ésta será en 15 sitios de depósito, de los cuales siete serán nuevos y los ocho restantes son sitios ya utilizados anteriormente. El depósito del material dragado en tierra ha sido también una práctica común en los trabajos de mantenimiento del canal de navegación.

5) Depósito de material excavado en agua

Durante el depósito de material, se dispersarán partículas afectando negativamente la calidad del agua, a pesar de disponerlos a tasas bajas y otras medidas. En general, el material proveniente de los cortes en tierra será depositado en tierra, sin embargo, una parte será depositada en el agua. Este material consistirá principalmente de fragmentos de roca, por lo que el efecto sobre la calidad del agua será menor que si se depositarán sedimentos.

La magnitud del impacto potencial se estima como medio, su efecto en la calidad del agua se considera temporal, ya que los sólidos sedimentarán, aunque el depósito del material durará varios años.

Los efectos de disponer el material excavado en agua, en el sitio de Monte Lirio, el cuál cumplirá con esta condición, fueron presentados previamente como parte de la sección correspondiente a la disposición de material de dragado en agua.

6) Depósito de material de excavaciones en tierra

Esta actividad es usual en la rehabilitación de carreteras y en otros tipos de proyectos (urbanizaciones), donde el material excedente del movimiento de tierras se deposita en sitios adecuados. A diferencia del material dragado que se deposita en tierra, el material de excavaciones no contiene agua, por lo que no transportará sólidos a los cuerpos receptores. Sin embargo, de ocurrir lluvias intensas durante el proceso de disposición y si no se toman medidas de control, la escorrentía transportará sólidos al Canal o quebradas tributarias al mismo, deteriorando su calidad y azolvándolo.

La magnitud del impacto potencial se estima como media, su efecto en la calidad del agua se considera temporal, ya que los sólidos serán retenidos, la disposición durará varios años, y se hará en varios sitios de botaderos.

7) Desvío de los ríos Cocolí y Grande (Brazo Sur)

El desvío del río Cocolí, que actualmente drena sus aguas hacia el lago Miraflores, se realizará mediante la excavación de un cauce artificial hasta su descarga en el océano Pacífico. El movimiento de tierras requerido podría afectar la calidad del agua del cuerpo receptor, ya que durante la excavación y el depósito del material excedente, los sólidos podrían ser transportados a consecuencia de los procesos de precipitación y escorrentía, especialmente durante la época de lluvias en los sectores de mayores pendientes del terreno. La magnitud del impacto se considera como moderada y se estima que podrá ser controlada fácilmente con las medidas de conservación de suelos sugeridas en el Plan de Manejo Ambiental,

En lo concerniente al río Grande (Brazo Sur), éste actualmente recibe agua del río Sierpe, la quebrada Conga y tributarios sin nombre, que drenan al lago Miraflores. La ampliación del sitio de depósito T6 causará la pérdida del cauce natural del río (brazo Sur) y sus afluentes. La cuenca de este río es menor que la del río Cocolí. El movimiento de tierras requerido podría afectar la calidad del agua del cuerpo receptor, ya que durante el depósito de materiales dragados y excavados en el sitio de depósito T6, los sólidos podrían ser transportados a consecuencia de

los procesos de precipitación y escorrentía, especialmente durante la época de lluvias en los sectores de mayores pendientes del terreno. Sin embargo, se considera que el manejo de la terracería puede controlar los efectos erosivos para no afectar los cauces. Para esto, se requiere la preparación de planos adecuados por ACP. La magnitud del impacto se considera como moderada y se estima que podrá ser controlada fácilmente con las medidas de conservación de suelos sugeridas en el Plan de Manejo Ambiental.

- 8) Construcción de las obras hidráulicas, operación de las oficinas, talleres e instalaciones de campo, explotación de los bancos de préstamo y operación de las plantas de trituración de agregados y de concreto.

Los impactos de las actividades incluidas en este apartado sobre los recursos hídricos, se describen a continuación:

- ✓ La construcción de las obras hidráulicas (esclusas y tinas de reutilización de aguas) se hará en tierra, por lo que podría afectar la calidad del agua del cuerpo receptor si no se aplican medidas de control durante lluvias intensas. La magnitud del impacto potencial se estima como media, su efecto en la calidad del agua se considera temporal.
- ✓ Las aguas residuales de las oficinas, talleres, instalaciones de campo (6,000 trabajadores durante el año pico y algo menos durante el resto de los siete años de construcción), al menos uno en el lado del Pacífico y otro del Atlántico, y en los frentes de trabajo, si no se tratan, deteriorarán la calidad del agua de los cuerpos receptores. La magnitud del impacto potencial se estima como baja y su efecto en la calidad del agua será de carácter temporal.
- ✓ Los derrames de residuos de hidrocarburos en los talleres y frentes de trabajo, si no se previenen y controlan, deteriorarán también la calidad del agua de los cuerpos receptores. La magnitud del impacto potencial se estima baja, su efecto en la calidad del agua se considera temporal, durará los siete años de la construcción y ocurrirá en los talleres y frentes de trabajo.
- ✓ De acuerdo a las previsiones de ACP, los requerimientos de agregados del Proyecto para la elaboración de concreto y otros usos, como rellenos seleccionados, serán cubiertos a partir de los propios materiales excavados, principalmente en el sector Pacífico. Sin

embargo, no se descarta que los contratistas consideren más conveniente utilizar agregados provistos por terceros o explotados en canteras autorizadas. La magnitud del impacto potencial sobre la calidad del agua se considera media, su efecto temporal, con una duración eventual de siete años, aunque será en distintos sitios.

- ✓ Los finos producidos en el proceso de trituración para producir agregados, así como el lavado del equipo de las plantas de concreto, de no tratarse, afectarán la calidad del agua del cuerpo receptor. La magnitud del impacto potencial se estima baja, su efecto en la calidad del agua se considera temporal, durará los siete años de la construcción y será en distintos sitios.

En resumen, la magnitud del impacto potencial se estima que será alta, debido al volumen de material a dragar, su efecto en la calidad del agua se considera temporal, ya que los sólidos sedimentarán, y aunque el dragado y el depósito de material al agua durarán varios años, éste será a lo largo del canal de navegación (lineal). Además, el dragado y el depósito de material al agua, como parte del mantenimiento del canal de navegación, ha sido una actividad periódica, y el registro de datos de calidad del agua evidencia que no ha habido un aumento sostenido en la concentración de sólidos debido a estas y otras actividades.

En síntesis, por lo anotado arriba para la turbidez (evaluada conforme a los sólidos en suspensión) y metales trazas, como indicadores utilizados para valorar el cambio en la calidad del agua, se concluye que el impacto sobre ésta será negativo, de efecto directo, con alta probabilidad de ocurrencia. El tiempo que tardará el efecto en alcanzar la máxima perturbación será muy rápido, con una magnitud muy alta, aunque su efecto tendrá una duración larga (periodo de construcción). Por otro lado, se considera que sus efectos acumulativos y sinérgico serán muy bajos, por lo que el índice de significación será moderado (-5.54).

Fase de Operación

Las actividades del Proyecto generadoras de impactos sobre la calidad del agua durante la etapa de operación, serán casi las mismas que durante la etapa de construcción, pero de bastante menor magnitud debido a que serán de mantenimiento, y a que los volúmenes a dragar o excavar serán

bastante menores. Además, serán actividades que se han venido llevando a cabo desde que el Canal está operando. Adicionalmente, cuando empiece a operar el tercer juego de esclusas, aumentará el rango de fluctuación del nivel del lago Gatún. Entre las principales actividades potencialmente generadoras de impactos durante la operación se tienen:

- 1) dragado de mantenimiento;
- 2) excavación (prevención de deslizamientos y mantenimiento de taludes);
- 3) depósito del material dragado en agua (marina, estuarina y lacustre);
- 4) depósito del material dragado en tierra;
- 5) depósito del material excavado en agua (estuarina y lacustre);
- 6) depósito del material excavado en tierra;
- 7) fluctuación del nivel del lago Gatún y,
- 8) operación del Canal, que significará los esclusajes, el tránsito de buques y las actividades en los muelles.

De las actividades listadas arriba, las seis primeras son similares, pero de menor magnitud, que las que se realizarán durante la fase de construcción y cuyo efecto sobre la calidad del agua ya fue analizado anteriormente. Por ello, a continuación se describe únicamente el efecto sobre la calidad del agua debido al cambio en la fluctuación del nivel del agua en el lago Gatún y por la operación del tercer juego de esclusas.

a. Fluctuación del nivel del agua del lago Gatún

La operación del Canal con el tercer juego de esclusas y el aumento del nivel actual del Lago hará que se incremente el rango actual de fluctuación, lo cual a su vez podrá causar que ocurran aportes de sólidos provenientes de las orillas del Lago. El nivel operativo del lago Gatún oscila entre 24.8 metros (81.5') y 26.7 m (87.5') PLD; el nivel superior concuerda con el pico de la estación lluviosa y el inferior con la estación seca; los extremos históricos registrados en el período 1914 a 1996 han sido 24.55 msnm (metros sobre nivel del mar) y 26.80 msnm respectivamente, aunque el nivel mínimo del año 1998 fue inferior al mínimo indicado. Estos valores extremos fueron 25 cm menor y 10 cm mayor al nivel operativo.

b. Operación del tercer juego de esclusas

La calidad del agua podría ser afectada por las actividades típicas que ocurren en puertos y canales de navegación y por el posible incremento de iones de cloruro en áreas aledañas a las nuevas esclusas del lago Gatún. El tránsito de buques involucra el riesgo de posibles derrames de residuos de hidrocarburos que podrían ser arrastrados al Canal en los procesos de precipitación escorrentía, así como re-suspensión de sedimentos del fondo del cauce de navegación. El número de buques no aumentará significativamente, ya que lo que sucederá es que los nuevos buques que transitarán por el Canal, transportarán más carga (más del doble que los actuales). También, las aguas residuales, de no tratarse adecuadamente, afectarían la calidad del cuerpo de agua receptor, en este caso del Canal. Los riesgos descritos anteriormente son potenciales, ya que hasta la fecha se han manejado adecuadamente las aguas pluviales y residuales de las instalaciones de la ACP, así como controlado y prevenido los derrames de los buques durante el tránsito por el Canal, y se seguirá haciendo en el futuro.

Otros aspectos relativos a la calidad del agua en el lago Gatún durante la fase de operación, están relacionados con las concentraciones de cloruros en el agua.

Los estudios que se han realizado (ACP, 2006; URS, 2005; Delft Hydraulics 2005, indican que, aunque variable en su composición físico-química dependiendo del lugar de evaluación, la calidad de agua del lago Gatún, como lago artificial, es buena a excelente. De acuerdo a los reportes de Delft, las mayores concentraciones de cloruros en el Lago han sido medidas en las áreas adyacentes a las esclusas (niveles de salinidad < 0.1 ppt a través del año y 0.2 ppt en el área inmediatamente adyacente a las esclusas de Gatún-estación seca), los cuales se encuentran muy por debajo del estándar de la OMS, para agua potable y de los estándares para vida acuática reportado por URS (2005).

El posible incremento de iones de cloruro en áreas aledañas a las nuevas esclusas, provenientes de su operación es un tema de suma importancia. Los diversos estudios realizados por la ACP sobre el potencial incremento del contenido de cloruros de las aguas del lago Gatún a

consecuencia de la operación del Tercer Juego de Esclusas²², muestran que éste no se incrementará de manera importante. No obstante, los últimos estudios realizados, han establecido una serie de recomendaciones para el diseño de un programa de monitoreo de las concentraciones de iones de cloruro en el Lago, que asegure y preserve la calidad de las aguas dentro de los niveles requeridos para su uso como fuente de agua potable de la ciudad de Panamá, Colón y poblaciones alrededor del Lago.

Como parte de los estudios contratados por la ACP, Delft WL Hydraulics, realizó mediciones de salinidad y sus variaciones en las entradas de las esclusas en los extremos marinos, aguas arriba a través de las esclusas y en el lago Gatún, para establecer las condiciones existentes. Delft desarrolló un modelo numérico y lo calibró con los registros de campo obtenidos. Este modelo fue luego extendido para incluir el uso de las nuevas esclusas propuestas y simular diferentes escenarios de tráfico de buques. Delft también investigó la aplicación de diferentes medidas para minimizar la posible intromisión de iones de cloruro y evaluó su efectividad individual y su costo, y efectuó recomendaciones a la ACP para su inclusión en los modelos numéricos. Las medidas de mitigación preferidas fueron incorporadas a los modelos numéricos y se realizaron corridas con el propósito de obtener indicaciones de la posibilidad de aumento de iones de cloruro hacia los lagos Gatún y Miraflores, a través de las esclusas propuestas y existentes. Los resultados de estas investigaciones están contenidos en una serie de reportes preparados por Delft que fueron presentados a la ACP.

Los análisis realizados indican que los valores de salinidad reportados por Delft, para el Proyecto de Ampliación, están por debajo de los límites establecidos por organismos internacionales con relación a los cloruros y parámetros relacionados. Estos valores se obtuvieron para la capacidad máxima de 12 esclusajes por día, para buques de 150,000 toneladas. Con base a lo expuesto se concluye que el Proyecto de Ampliación del Tercer Juego de Esclusas, en el horizonte de

²² URS Holdings Inc., January 2005. Technical Memorandum No. 8. Tropical Lake Ecology Assessment with Emphasis on Changes in Salinity of Lakes, en el cuál se hace una revisión exhaustiva de, entre otros, los siguientes estudios: "Salt Water Intrusion Analysis, Panama Canal Locks, Report F", del WL Delft Hydraulics, en el que se realizó una simulación de la operación actual y futura de las esclusas y se intentó predecir el nivel de salinidad en diferentes puntos del lago; Seattle District Corps of Engineers Lake Washington Salinity Control Measures – 1982; U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Mixing of Salinity- Stratified Water by Pneumatic Barriers; y U.S. Army Corps of Engineers, Engineer Research and Development Center (ERDC), Salinity Intrusion in the Panama Canal, February 2000.

estudio, y aún más allá con el Canal ampliado operando a su máxima capacidad, no afectará la calidad de agua del lago Gatún .

El lago Gatún conservará su condición de agua dulce tropical con ecosistemas estables, y el agua se mantendrá dentro de los niveles de calidad y estándares apropiados para ser potabilizada y consumida por la población.

En resumen, la significación del impacto potencial se estima que será baja debido a que serán actividades que actualmente se llevan a cabo y han demostrado que no han causado un efecto relevante sobre la calidad del agua, aunque habrá que monitorear la concentración de cloruros por la operación de las nuevas esclusas y tinas de reutilización de agua .

Por todo lo anotado, el impacto será negativo, directo, con alta probabilidad de ocurrencia, el tiempo que tardará el efecto en alcanzar la máxima perturbación será muy lento, la magnitud será media y la duración permanente, en tanto que la acumulación y sinergia serán muy bajas, por lo que el índice de significación será bajo (-2.72).

7.3.14 Alteración del Régimen de Flujo de las Aguas

Fase de Construcción

Las actividades durante la fase de construcción que podrían potencialmente alterar el régimen de flujo de las aguas superficiales y/o subterráneas (afectar la tasa de infiltración y/o escurrimiento) son: el depósito del material de excavación y dragado en tierra, desvío de los ríos Cocolí y Grande (brazo Sur), construcción de las obras hidráulicas, operación de oficinas, talleres e instalaciones de campo y la explotación de canteras.

a. Depósito del material dragado en tierra

Al depositar el material dragado en tierra, la tasa de infiltración del agua de lluvia se reducirá debido a la compactación del suelo, aumentando la escorrentía proporcionalmente a la reducción

de la recarga del acuífero; durante el proceso de depósito, parte del agua que contiene el material dragado se filtrará en el subsuelo.

Las actividades de movilización de equipos pesados durante la preparación y movimiento de las tuberías que se utilizarán para el depósito de material en los sitios en tierra producirían una leve compactación de los suelos. Además, los suelos de los sitios de depósito se verán modificados al verter el material de dragado y alterar algunas de sus características físicas, ya que los mismos podrían, compactarse, fragmentarse y deteriorarse. La erosión potencial del suelo que pudiera esperarse durante las actividades de descarga de material de dragado en sitios de depósitos sería debida a que la nueva superficie de suelo queda desprotegida y disgregada, de forma que es más fácilmente erosionable por efectos de viento y las lluvias. El nivel freático de estos sitios podría dejar de oscilar y aflorar a la superficie después del depósito de material.

El desarrollo del impacto será medio, la reducción de la tasa de infiltración será permanente y su magnitud dependerá de la altura y el área que ocupará el material a depositarse.

b. Depósito del material excavado en tierra

Al igual que la actividad anterior, el disponer el material de desperdicio reducirá la infiltración y en consecuencia aumentará la escorrentía. A diferencia del material dragado que se deposita en tierra, el material excavado no contiene agua, por lo que no se filtrará agua durante el proceso de disposición.

El desarrollo del impacto será medio, la duración permanente y la magnitud dependerá de la altura y el área que ocupará el material a depositarse. Como se indicó anteriormente, los sitios de botaderos han sido o están siendo utilizados, por lo que será mínimo el efecto en el cambio de la tasa de infiltración y/o escurrimiento.

c. Desvío de los ríos Cocolí y Grande (brazo Sur)

El desvío del río Cocolí significará un cambio en el patrón de drenaje y en consecuencia en la escorrentía. El desarrollo del impacto será rápido, la duración permanente y la magnitud media.

El desvío del río Grande (brazo Sur) significará un cambio en el patrón de drenaje y en consecuencia en la escurrentía. El desarrollo del impacto será rápido, la duración permanente y la magnitud media.

d. Construcción de las obras hidráulicas, oficinas, talleres e instalaciones de campo y la explotación de canteras

Los impactos de las actividades incluidas en este apartado se describen a continuación:

- La impermeabilización del subsuelo por la construcción de las obras hidráulicas (esclusas y tinas) disminuirá la infiltración y afectará el escurrimiento. El desarrollo del impacto será lento, la duración permanente y la magnitud media.
- La impermeabilización del subsuelo por la instalación y operación de las oficinas, talleres e instalaciones de campo disminuirá la infiltración. El desarrollo del impacto será lento, la duración temporal y la magnitud baja.
- La explotación de materiales en canteras, si no se toman las medidas de rehabilitación de las mismas, afectará la infiltración. El desarrollo del impacto será lento, la duración permanente y la magnitud baja.

En síntesis el impacto será negativo, directo, con probabilidad de ocurrencia baja, el tiempo que tardará el efecto en alcanzar la máxima perturbación será medio, del mismo modo, la magnitud será media, aunque la duración permanente, y la acumulación y sinergia serán muy bajas, por lo que el índice de significación será bajo (-1.20).

Fase de Operación

La tasa de infiltración y/o escurrimiento será afectada principalmente por las siguientes dos actividades durante la operación del Proyecto: el depósito del material dragado en tierra y agua, y la fluctuación del nuevo nivel de agua del lago Gatún. Anteriormente ya se describió cómo la disposición del material tanto dragado como excavado durante la fase de construcción afectará

las tasas de infiltración y/o escurrimiento. En la fase de operación los volúmenes a disponer serán considerablemente menores y, en consecuencia, lo serán sus efectos.

a. Depósito del material dragado en tierra

Al disponer el material dragado en tierra, aunque en volúmenes menores que durante la etapa de construcción, la tasa de infiltración del agua de lluvia se reducirá, aumentando la escorrentía proporcionalmente a la reducción de la recarga del acuífero. Durante el proceso de depósito, parte del agua que contiene el material dragado se filtrará en el subsuelo. El desarrollo del impacto será rápido, la reducción de la tasa de infiltración será permanente, aunque posiblemente se haga en un sitio existente de depósito y su magnitud será baja.

b. Fluctuación del nivel del lago Gatún

El nuevo nivel máximo que alcanzará el lago Gatún significará que inundará estacionalmente nuevas áreas. Actualmente el espejo máximo de agua cubre una superficie de alrededor de 45,000 hectáreas, y esta superficie aumentará por lo que se aumentará la tasa de infiltración en las márgenes del Lago. El desarrollo del impacto será medio y la duración temporal por las fluctuaciones estacionales del nivel del Lago y en general la magnitud será baja.

En síntesis, la significación de los impactos en la tasa de infiltración y/o escurrimiento por efecto de las actividades del Proyecto en la etapa de operación será muy baja. El impacto será negativo, directo, con probabilidad de ocurrencia baja, el tiempo que tardará el efecto en alcanzar la máxima perturbación será medio, la magnitud será baja, aunque la duración permanente, y la acumulación y sinergia serán muy bajas, por lo que el índice de significación será bajo (-0.98).

7.3.15 Alteración del Patrón de Drenaje

Fase de Construcción

En la fase de construcción, las actividades que potencialmente podrían afectar al patrón de drenaje serán: el depósito del material dragado en tierra, disposición del material excavado en

tierra, desvío de los ríos Cocolí y Grande (brazo Sur), y construcción de las obras hidráulicas, operación de las áreas del Contratista y la explotación de canteras.

a. Depósito del material dragado en tierra

Al depositar el material dragado en tierra, se cambia la morfometría del sitio de depósito y dependiendo del volumen depositado se afecta el patrón de drenaje de la microcuenca y en consecuencia la escorrentía. Como se indicó anteriormente, siete de los quince sitios que se utilizarán para depositar el material dragado y excavado en el suelo están siendo o han sido utilizados como sitios de depósito. Por lo tanto, el patrón de drenaje en estos sitios ya ha sido alterado.

Por lo que se refiere a los sitios de depósito terrestres, si se asume que el material a depositar en el suelo se distribuye por igual en todo el sitio, se puede calcular en cuánto se elevará su altura actual. En la Tabla 7-19 se muestra el aumento en la elevación en los sitios Victoria (17), Velásquez (19) y Farfán (20). Los muros de retención deberán ser de una altura mayor tal, que contengan todo el material, y sólo dejen salir en un punto establecido el excedente de agua.

Tabla 7-19

Estimaciones de la Subida de Elevaciones de los Sitios de Depósito Terrestres

Sitio de depósito	Volumen (Loose/Suelto)	Area	Elevación (Volumen/Area)
Victoria	0.65 Mm ³	0.24 Km ²	2.75 m
Velásquez	2.012 Mm ³	0.85 Km ²	2.35 m
Farfán	1.309 Mm ³	1.45 Km ²	0.9 m

Fuente: Tabla 9-9 del EsIA Categoría II – Ensanche y Profundización del Cauce de la Entrada Pacífica del Canal de Panamá, PB Consult 2007.

En los sitios de depósito, la colocación de sedimentos en las zonas del Pacífico no va a suponer un cambio drástico en las condiciones existentes de las aguas superficiales ya que los ríos Farfán, Velásquez y la quebrada Victoria han sido descritos por otros estudios como de aguas salobres y de pobre calidad debido a su pasado histórico (PB Consult 2007).

b. Depósito del material excavado en tierra

Al igual que la actividad anterior, colocar el material de excavación afectará la forma del terreno y en consecuencia el patrón de drenaje. El desarrollo del impacto será rápido, la duración permanente y la magnitud baja.

c. Desvío de los ríos Cocolí y Grande (brazo Sur)

El desvío del río Cocolí significará un cambio en el patrón de drenaje. En la Figura 3-14 se muestra el nuevo trazo que tendrá el río, el cual pasará entre dos sitios de depósito de material (Victoria y Rosseau), antes de descargar al océano Pacífico. Este desvío incluye la pérdida de aproximadamente 1,300 m del cauce original y la construcción de un nuevo cauce de aproximadamente 3,500 m. El desarrollo del impacto será rápido, la duración permanente y la magnitud media. Se considera de magnitud media porque la porción afectada del río Cocolí será remplazada con un cauce nuevo.

El desvío del brazo Sur del río Grande y sus afluentes significará un cambio en el patrón de drenaje. La ampliación del sitio de depósito T6 tendrá como consecuencia la modificación de la cuenca del río Grande. Durante el uso del sitio de depósito T6, será necesario un control cuidadoso de la terracería para controlar los efectos de la escorrentía. Se efectuarán canalizaciones del río Grande y sus afluentes para desviarlo hacia el Corte Culebra. El desarrollo del impacto será rápido, la duración permanente y la magnitud media. Se considera de magnitud media porque las porciones afectadas del río Grande y sus afluentes serán remplazadas con cauces nuevos y porque el curso del río ha sido previamente afectado en un mayor grado (incluso parte de este río ha sido canalizado). Consecuentemente, la pérdida de este hábitat es de magnitud media, ya que los nuevos cauces permitirán el restablecimiento del hábitat y a que permanezcan extensiones ribereñas similares dentro de la cuenca hidrográfica.

d. Construcción de las obras hidráulicas

En la construcción del canal de navegación y las esclusas del Pacífico será necesario desviar el río Cocolí una vez más, lo cual afectará el patrón de drenaje de su cuenca baja. Es decir, se hará un trasvase de agua, la cual actualmente descarga al lago Miraflores, hacia el Sur (océano Pacífico). El desarrollo del impacto será rápido, la duración permanente y la magnitud media.

En resumen, la magnitud del impacto potencial se estima baja debido a que se utilizarán los mismos sitios para depositar el material dragado y excavado en tierra por lo que el patrón de drenaje será afectado en forma mínima.

Por lo anotado arriba, el impacto en el patrón de drenaje por efecto de las actividades del Proyecto en la etapa de construcción será negativo, directo, con probabilidad de ocurrencia medio, el tiempo que tardará el efecto en alcanzar la máxima perturbación será medio, la magnitud será media, aunque la duración permanente, y la acumulación y sinergia serán muy bajas, por lo que el índice de significación será bajo (-2.40).

Fase de Operación

El patrón de drenaje será afectado por las actividades del depósito de material dragado o excavado en actividades de mantenimiento y mejoras a cauces. En la sección anterior se describió cómo el depósito del material tanto dragado como excavado afectará el patrón de drenaje, por lo que durante la etapa de operación los volúmenes a disponer y los efectos de los mismos serán menores. Además, los sitios de depósito del material dragado y excavado serán los mismos que se están utilizando actualmente. Únicamente se aumentará el área y altura. A continuación se hace una descripción de los efectos esperados en el patrón de drenaje durante la fase de operación.

a. Depósito del material dragado en tierra

Al disponer el material dragado en tierra, cambiará la morfometría del sitio de depósito y dependiendo del volumen depositado, se afectará el patrón de drenaje de la microcuenca y en consecuencia la escorrentía. El desarrollo del impacto será rápido, la duración permanente y la magnitud baja.

b. Depósito del material excavado en tierra

Al igual que la actividad anterior, el disponer el material de desperdicio afectará la forma del terreno. El desarrollo del impacto será rápido, la duración permanente y la magnitud baja.

En síntesis, en virtud a que se utilizarán los mismos sitios para depositar el material excavado en tierra, el impacto en el patrón de drenaje por efecto de las actividades del Proyecto en la etapa de operación será negativo, directo, con probabilidad de ocurrencia medio, el tiempo que tardará el efecto en alcanzar la máxima perturbación será medio, la magnitud será baja, aunque la duración permanente, y la acumulación y sinergia serán muy bajas, por lo que el índice de significación será bajo (-2.08).

7.4 Impactos al Medio Biológico

Se identificaron un total de doce (12) tipos de potenciales impactos que pudieran incidir sobre el medio biológico (flora, fauna, áreas protegidas y ecosistemas frágiles), todos de carácter negativo. De estos impactos, todos, salvo la pérdida de potencial forestal, se presentan en ambas fases del Proyecto (construcción y operación). Los impactos durante la construcción serían en su mayoría impactos potenciales de carácter negativo, localizados sobre el área de influencia directa, pero de baja intensidad y temporales, dado que una vez concluida la fase de construcción revertirán a su condición original.

Los impactos están determinados por las actividades que serán ejecutadas para la construcción y operación del Proyecto y de las condiciones existentes en el Área de Impacto Directo. Algunos de los impactos podrán presentarse en las áreas marinas, otros en los sitios de construcción de las obras civiles, mientras que otros en los ríos y lagos. A continuación se presentan los componentes de las áreas afectadas según las zonas identificadas donde se dan estos impactos, y el desglose de los impactos durante las fases de construcción y operación.

7.4.1 Pérdida de Cobertura Vegetal

Para efectos de dimensionar los posibles cambios y pérdidas de cobertura vegetal, se estimó la proporción de los diferentes tipos de cobertura vegetal en el Área de Impacto Directa y la huella del Proyecto. En este análisis se considera que en el área de la huella del Proyecto, la cobertura vegetal será completamente removida para hacer espacio para las esclusas, cauces, sitios de depósito de materiales excavados o dragados y áreas de trabajo necesarias para el Contratista y

posteriormente para la operación del Proyecto por la ACP. Aunque se espera que las áreas de depósito de materiales tengan posteriormente un crecimiento de vegetación secundario y una sucesión ecológica, en el corto plazo se puede decir que serán también desprovistas de su cobertura vegetal.

Fase de Construcción

a. Limpieza y Desbroce

Por el tipo específico de impacto, la pérdida de cobertura vegetal, ocurre, principalmente durante la fase de construcción, cuando se hace necesario hacer espacio para las estructuras asociadas con el Proyecto. En general la pérdida de vegetación está asociada con la vegetación existente y la superficie requerida por las estructuras temporales y permanentes del Proyecto.

Como puede notarse en la Tabla 7-20, la superficie en tierra del Área de Impacto Directo comprende un total de 3,202.8 hectáreas, las cuales están cubiertas principalmente por pastizales y herbazales (54%), bosques secundarios (26.9%), matorrales y rastrojos (10.9%) y uso urbano (5.1%).

Tabla 7-20
Superficie según el Tipo de Cobertura en el Área de Impacto Directo (Has)

CATEGORÍA	ZONA 1		ZONA 2		ZONA 3		ZONA 4		ZONA 5		ZONA 6		TOTAL	
	Has	%	Has	%	Has	%	Has	%	Has	%	Has	%	Has	%
Áreas de uso urbano	1.6	0.64	28.10	5.95	1.3	10.74	26.2	3.07	51.6	4.54	55.9	11.76	164.7	5.1
Bosques Secundarios Maduros					4.1	33.88	7.7	0.90	15.2	1.34		0.00	27.0	0.8
Bosques Secundario Intermedio	76	30.19	190.30	40.32			159.4	18.66	250.7	22.05	161.1	33.88	837.5	26.1
Mangle									13.3	1.17	24.8	5.22	38.1	1.2
Matorrales y Rastrojos	50.8	20.18	7.50	1.59	0.8	6.61	86.8	10.16	93.4	8.21	111	23.34	350.3	10.9
Pastizales y Herbazales	122.3	48.59	242.20	51.31	4.3	35.54	524.3	61.36	712.7	62.68	122.7	25.80	1728.5	54.0
Suelo sin Vegetación	1	0.40	3.90	0.83	1.6	13.22	50	5.85	0.2	0.02		0.00	56.7	1.8
TOTAL	251.7	100	472.00	100	12.1	100	854.4	100	1137.1	100	475.5	100.00	3202.8	100.0

Fuente: URS Holdings, Inc. a partir de datos de la Unidad de Sensores Remotos de la ACP. 2005

De esas 3,202.8 hectáreas en tierra, la superficie ocupada por la huella del Proyecto propiamente dicha, en tierra, corresponde a 1,957.65 hectáreas, las cuales están mayormente cubiertas por pastizales y herbazales (58.11%), bosque secundario intermedio (23.33%) y matorrales y rastrojos (12.16%). El resto son áreas de uso urbano (3.59%), suelo sin vegetación (1.08%) y solamente 0.71% de bosque secundario maduro (Tabla 7-21).

Tabla 7-21
Áreas por Categoría de Cobertura Directamente Afectadas por la
Huella del Proyecto (Has)

Huella Total	Zona 1		Zona 2		Zona 3		Zona 4		Zona 5		Zona 6		Total	
	Has	%	Has	%	Has	%	Has	%	Has	%	Has	%	Has	%
Áreas de uso Urbano	0.00	0.00	4.28	1.62	1.21	20.35	3.72	0.99	60.99	6.43	0.00	0.00	70.21	3.59
Bosques Secundarios Maduros	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.09	13.55	1.43	0.00	0.00	13.88	0.71
Bosques Secundarios Intermedio	52.02	25.40	81.93	30.89	4.12	69.02	81.83	21.74	192.24	20.25	44.56	28.54	456.69	23.33
Mangle	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.32	1.40	6.67	4.27	19.99	1.02
Matorrales y Rastrojos	48.40	23.64	4.82	1.82	0.28	4.71	54.57	14.49	76.56	8.07	53.40	34.20	238.03	12.16
Pastizales y Herbazales	104.34	50.96	174.11	65.65	0.35	5.92	214.86	57.07	592.47	62.42	51.48	32.98	1137.62	58.11
Suelo sin Vegetación	0.00	0.00	0.07	0.03	0.00	0.00	21.16	5.62	0.00	0.00	0.00	0.00	21.23	1.08
TOTAL	204.76	100.0	265.22	100.0	5.96	100.0	376.46	100.0	949.14	100.0	156.11	100.0	1957.65	100.0

Fuente: URS Holdings, Inc. a partir de datos de la Unidad de Sensores Remotos de la ACP. 2005

De este cuadro se deduce que en total se perderán 13.88 ha de bosques secundarios maduros, 456.69 ha de bosque secundario intermedio, 19.99 ha de mangle, 238.03 ha de matorrales y rastrojo y 1,137.62 ha de pastizales y herbazales, haciendo un área total de 1,866.21 ha en las que se perderá la cobertura vegetal.

En la Zona de la Costa Atlántica (Zona 1), la totalidad de áreas terrestres cuya cobertura vegetal se verá afectada (204.76 hectáreas) corresponde a los sitios de depósito de Mindi y Tanque Negro (Norte y Sur) y sus caminos de acceso. Esa área está cubierta mayormente por pastizales y herbazales, bosque secundario del tipo siempreverde ombrófilo tropical latifoliado de tierras bajas, bastante intervenido y rastrojos.

En la Zona de las Esclusas de Gatún (Zona 2), las 265.22 hectáreas (ver tabla 7-19) asociadas a la huella del Proyecto corresponden, principalmente a las esclusas, tinas de reutilización de agua, cauces y áreas de trabajo del Contratista e instalaciones de la ACP. Solamente 27.5 hectáreas corresponden a depósitos de material en el área de Mindi. En esta zona, la vegetación que será removida corresponde mayormente a pastizales y herbazales, bosque siempreverde ombrófilo tropical latifoliado de tierras bajas secundario, y matorrales y rastrojos.

La huella en la Zona del Lago Gatún (Zona 3) tiene muy poca superficie en tierra, solamente 5.96 hectáreas, de las cuales 4.12 son bosques secundarios intermedios. El resto está distribuido entre áreas urbanas, pastizales y herbazales y matorrales y rastrojos.

En la Zona 4, debido a las obras que se han desarrollado en el área del Corte Culebra, existe muy poca vegetación natural y el paisaje está dominado por paja blanca y algunas zonas de bosque secundario muy intervenido, matorrales y rastrojos. En esta zona la huella del Proyecto (376.46 hectáreas) está asociada casi en un 100% con los sitios de depósito de material (sitios T2, T3, T4, T5 y una parte pequeña del T6), algunos de los cuales tienen municiones no detonadas. Los sitios T2, T3, T4 y T5 son sitios en uso y no representan áreas nuevas. El 57% de dicha área está cubierta por herbazales, principalmente paja blanca, y los otros tipos de cobertura en orden decreciente son bosques secundarios, matorrales y rastrojos. Un poco menos del 6.0% es suelo desnudo.

El sector del Pacífico (Zonas 5 y 6) se encuentra dentro de una zona de bosque secundario intermedio del tipo semidecidual tropical de tierras bajas que ha sido fuertemente intervenido con anterioridad. El área terrestre del AID en estas dos zonas suma a 1,612.6 hectáreas, que en la actualidad están mayormente cubiertas por pastizales y herbazales dominados por paja blanca (51.8%), seguidos de un bosque secundario joven muy intervenido (25.5%) y matorrales y rastrojos (12.7%). El resto corresponde a áreas urbanizadas (6.7%) y pequeñas áreas de manglar (19.99 hectáreas) y bosque secundario maduro (13.55 hectáreas), el cual representa menos del 2%. Sin embargo, solamente 1,105.25 hectáreas serán directamente afectadas por la huella del Proyecto de las cuales la mayor parte corresponde a sitios de depósito de material excavado/dragado (662 hectáreas) y el resto está dividido entre la superficie que ocuparán las esclusas y canales (167 hectáreas) y las instalaciones en el área de trabajo del Contratista, carreteras y caminos (198 hectáreas). Del área directamente afectada por la huella del Proyecto la mayor parte corresponde a herbazales dominados por paja blanca (58.3%), seguida por los bosques secundarios jóvenes (21.4%) y matorrales y rastrojos (11.7%). El resto corresponde a áreas urbanizadas (5.5%) y solamente 1.4% de bosque secundario maduro.

En resumen, la ejecución del Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá-Tercer Juego de Esclusas tiene un costo ecológico desde el punto de vista de vegetación, ya que conlleva a la pérdida de esta. Por lo tanto, este impacto, se considera adverso, directo, con una probabilidad de ocurrencia inevitable y de desarrollo rápido. Además, presenta una magnitud media y la duración del impacto será larga dado que las áreas verdes en la zona donde será removida la vegetación no se recuperarán por mucho tiempo. Al ponderar todos estos atributos se obtiene una significación media o moderada (-4.20).

Fase de Operación

Como se indicó anteriormente, la pérdida de cobertura vegetal es un impacto que se genera mayormente durante la etapa de construcción. Sin embargo, durante la etapa de operación, se darán actividades sobre la cobertura vegetal asociadas al mantenimiento de los sitios de depósito, los cuales podrían afectar su regeneración natural.

La elevación del nivel operativo máximo (NOM) del lago Gatún resultará en la subida temporal de las aguas hasta la cota de 27.13 m, un incremento de 45 cm sobre el NOM actual de 26.67 m. El impacto sobre la vegetación dependerá, principalmente de la duración de la elevación del nivel, las fluctuaciones estacionales del nivel del agua y el tipo de vegetación existente. En general, la vegetación actual de las orillas del lago Gatún está compuesta de especies adaptadas a condiciones de niveles fluctuantes de agua con alguna tolerancia a inundación o anegamiento temporal. Aunque algunas especies de plantas herbáceas y leñosas se pueden perder en las zonas que estarán sujetas al aumento del nivel de las aguas, estas serán reemplazadas por especies tolerantes.

Este impacto se considera como de carácter negativo y directo, debido a que va a incidir sobre la cobertura vegetal existente. El impacto es de ocurrencia cierta, y desarrollo lento, de magnitud baja y temporal porque siempre habrá una continua recuperación de la vegetación por medio del proceso de sucesión ecológica y adaptación. La ponderación de estos atributos da como resultado un nivel de significación bajo (-2.06).

7.4.2 Pérdida del Potencial Forestal

Fase de Construcción

Cuando la cobertura vegetal que se elimina para la ejecución de un Proyecto incluye la remoción de especies de árboles maderables con diámetros que pueden producir trozas comerciales, ocurre además de la pérdida de la cobertura vegetal como tal, una disminución del recurso forestal. La significación de este recurso está determinada mayormente por el volumen de madera y la proporción del recurso forestal disponible.

Considerando que no existen plantaciones forestales ni bosques naturales de uso forestal dentro del AID del Proyecto, se realizó un análisis de la cobertura boscosa en la huella del Proyecto, de acuerdo a los datos de CEREB-UP (2005).

La densidad y número total estimado de las principales especies forestales de valor comercial en la huella del Proyecto se presentaron en la Tabla 5-24 (Capítulo 5 – Línea Base Biológica). De dicha Tabla se observa que el número total de árboles, de valor comercial, en la huella del Proyecto es de 9,343 individuos, siendo las especies forestales de mayor representación el Jobo, con 2917 árboles, el Espavé, con 2,128 árboles y el Tachuelo con 1,089 árboles.

El impacto se determina de carácter adverso con un grado de significación baja (-3.24). El carácter adverso se basa en que al remover áreas de cobertura boscosa, se perderá una parte del potencial forestal local. El impacto es directo ya que está asociado a las actividades de limpieza y desbroce del área de construcciones; su ocurrencia se considera inevitable; la máxima perturbación se alcanza en un tiempo no mayor de seis meses, por lo que el desarrollo fue evaluado como rápido. La pérdida de cobertura boscosa en la huella del Proyecto representa una proporción mínima del área de cobertura boscosa en el conjunto de las áreas de Estudio Específico e Impacto Directo; en consecuencia la dimensión del impacto fue evaluada de magnitud baja; la duración de este impacto es permanente ya que las áreas construidas no volverán a tener un potencial forestal.

Fase de Operación

No se anticipa que se afectarán plantaciones forestales por el aumento del nivel del lago Gatún durante la fase de operación; por ende, este impacto se considera neutro. Sin embargo, se recomienda elaborar un estudio más profundo para evaluar los impactos que la elevación del nivel operativo máximo (NOM) del lago Gatún podrían tener sobre la vegetación, principalmente, de la duración de la elevación del nivel, las fluctuaciones estacionales del nivel del agua y el tipo de vegetación existente, y medidas de mitigación que pudiesen ser necesarias.

7.4.3 Pérdida de Hábitat Terrestre

La pérdida de hábitat está directamente asociada no solamente con la pérdida de la cobertura vegetal, si no también con el tipo de vegetación que se elimina y su utilización por especies de vida silvestre, especialmente por aquellas que se encuentran en alguna categoría de manejo

especial. Este impacto no se espera que ocurra en la fase de operación pues no se anticipan condiciones que justifiquen la remoción adicional de vegetación que es uno de los requisitos para la pérdida de hábitat.

Para evaluar este impacto se debe considerar que la cuenca del Canal de Panamá es considerada una zona de gran diversidad biológica. Su posición geográfica y ecología, permite que haya una variedad de recursos biológicos, de los cuales los más conspicuos corresponden a los bosques y a la fauna macroscópica.

Fase de Construcción

Aunque las áreas a ser afectadas por el Proyecto ya presentan un grado importante de alteración y perturbación debido a las actividades rutinarias del Canal, este impacto es considerado de importancia debido en parte a su carácter acumulativo ya que supone la ocurrencia de impactos directos e indirectos sobre flora y fauna a ocasionarse durante la etapa de construcción de las obras. La pérdida de la cobertura vegetal, principalmente en las áreas de bosque secundario, así como del rastrojo ocasionará que la fauna del área vea reducido su hábitat en proporción directa al área eliminada de cada tipo. Estas actividades también resultarán en efectos directos e indirectos sobre especies de flora y fauna, algunas de las cuales están listadas bajo la categoría de protegidas o de interés especial y endémicas, en el ámbito nacional e internacional. Sin embargo se considera que la disponibilidad de hábitat en áreas adyacentes no afecta de manera significativa a sus poblaciones.

Este impacto ha sido evaluado como de carácter adverso y de efecto directo durante la fase de construcción. Su ocurrencia será inevitable, la máxima perturbación se alcanzará de manera rápida, con una magnitud baja y de duración permanente. El nivel de significación ambiental de este impacto se considera moderado (-3.87).

Fase Operación

La elevación del nivel operativo máximo (NOM) del lago Gatún resultará en la subida temporal de las aguas hasta la cota de 27.13 m, un incremento de 46 cm sobre el NOM actual de 26.67 m. Por lo general, se puede anticipar que los vertebrados terrestres se desplazarán hacia zonas más altas con la subida del nivel estacional del agua.

La subida del agua podría causar la formación de nuevos hábitats temporales y de muy corta duración (uno o dos meses) de aguas someras en las zonas de bajo relieve, por ejemplo en la zona del río Gatún, que puede favorecer algunas especies de vertebrados como los caimanes (babillos), capibaras (ponchos) y muchas especies de aves acuáticas.

No se anticipa la pérdida significativa de áreas de islas en el lago Gatún que pudiera afectar a poblaciones de fauna sensible. Durante la fase de operación, el impacto de pérdida de hábitat de fauna terrestre será inevitable durante algunos meses, es de desarrollo lento, magnitud muy baja duración permanente, resultando en un nivel de significación bajo (-2.24).

7.4.4 Afectación Directa de la Fauna

La afectación directa de especies de fauna, especialmente de aquellas especies menos móviles es posible durante la fase de construcción del Proyecto y en menor escala durante la fase de operación. En esta última, el impacto estaría potencialmente asociado con las actividades de mantenimiento de canales y cauces que requieren de la excavación, dragado y depósito de material de una forma periódica.

Fase de Construcción

Durante la etapa de construcción, las actividades como limpieza y desmonte, movimiento de tierra, voladuras, instalación de capa base, pavimentación, instalación de obras transitorias (talleres, oficinas, etc.) y el movimiento de equipo pesado, podrán resultar en la eliminación directa de ejemplares de fauna silvestre. Aunque la mayoría de las especies superiores de aves, mamíferos y reptiles de gran tamaño podrán huir del área de trabajo, las especies menores y

menos móviles como anfibios y reptiles pequeños, probablemente no lo lograrán en su gran mayoría.

La fauna que, principalmente se afectarían por la alteración y destrucción de su hábitat comprende los animales arbóreos, tanto diurnos como nocturnos, como lo son los monos, ardillas, zarigüeyas, aves en nidos e iguanas, por efecto del derribo de los árboles. También los animales fosorios (subterráneos), semifosorios y los de la hojarasca (habitan en la superficie del suelo), entre ellos los conejos pintados, serpientes y ranas, serán afectados por la caída de los árboles y/o por el movimiento de tierra y el paso de los vehículos pesados. Además en el caso de algunos de los reptiles (cocodrilos y caimanes que existen en las lagunas que van a ser drenadas y rellenadas con material excavado o dragado), es probable que se afecten temporalmente.

Por lo tanto, el impacto ha sido calificado como negativo, directo, de ocurrencia inevitable, muy rápido en manifestar su efecto, con moderada magnitud pero de duración corta. El nivel de significación obtenido para este impacto es bajo (-2.56).

Fase de Operación

En la etapa de operación, una vez que cesen las actividades de construcción, los ejemplares de la fauna silvestre que fueron alejados de su hábitat podrían retornar al mismo. En las áreas construidas no habrá condiciones para su recolonización, sin embargo, en las áreas de depósito de materiales de excavación éstas irán mejorando a medida que avanza el proceso de sucesión ecológica. En la medida en que estos sitios sean nuevamente utilizados para el depósito de los materiales excavados y dragados durante las labores de mantenimiento podrían verse afectados aquellas especies que retornen, aunque el impacto será menor que en la fase de construcción. Este impacto indudablemente será de una magnitud mucho menor, pues el mismo se limitará a los sitios de depósito que se utilicen periódicamente.

Dicho impacto ha sido valorado como adverso, directo, de ocurrencia segura, efecto de perturbación rápido, con magnitud baja y duración media. El nivel de significación de este impacto resultó bajo (-1.16).

7.4.5 Perturbación a la Fauna Silvestre

Además de los impactos directos sobre el hábitat y la fauna en sí, especialmente para las especies menos móviles, que ya han sido señaladas, el incremento de la actividad humana como resultado de la construcción puede tener efectos sobre la fauna silvestre tales como la cacería furtiva por parte de trabajadores, y el incremento de ruido y la luz en horarios nocturnos. Sin embargo, las especies existentes en las áreas afectadas por el Proyecto tienen una amplia distribución en sectores aledaños, al igual que en el resto del territorio nacional. Aunque algunas de las especies que serán afectadas han sido listadas bajo la categoría de interés especial, endémicas o protegidas a nivel nacional e internacional (CITES, UICN y protegidas por legislación panameña), el Proyecto no pondrá en peligro de extinción ninguna de las especies de flora y fauna identificadas en los estudios ambientales.

Entre las especies de interés especial reportadas en los inventarios (Louis Berger, 2004; CEREB-UP, 2005) se encuentran el mono aullador, el mono tití, el yaguarundí, el venado de cola blanca, el capibara y el gato solo, el águila pescadora, la paisana, la paloma colorada y el pato silbador aliblanco, la iguana verde, el cocodrilo, el caimán y la tortuga jicotea, entre otros.

Fase de Construcción

La actividad de máquinas, equipos y personal durante la fase de construcción ocasionará un aumento en los niveles sonoros y cambios en el régimen de iluminación; también puede ocurrir la contaminación del aire por partículas aerotransportadas y gases emanados de la circulación vehicular, así como contaminación del suelo por derrames accidentales de sustancias químicas como el combustible, aceite, asfalto, pintura, y hasta por desechos y basura orgánica. Dichas perturbaciones se reflejarán principalmente en el alejamiento de los animales del área de construcción. Las mismas, interferirán en actividades diarias de las distintas especies; ya sea alimentación, descanso, apareamiento, relación depredador-presa, anidamiento, etc. Esto interrumpirá el desarrollo normal del comportamiento de las especies, ahuyentándolas hacia sitios alejados en busca de un nuevo hábitat.

Este impacto sería negativo, directo, de muy probable ocurrencia, alcanzando su máximo efecto muy rápido pero de magnitud baja, debido a la poca riqueza de especies y de densidad de población de las mismas, además será de duración media. Este impacto se presentará con mayor incidencia a la altura de las zonas 2, 4 y 5, donde se encuentra un fragmento de bosque más conservado en el AID y se mantiene, de acuerdo a los muestreos de fauna realizados, una mayor riqueza de especies que en el resto de las áreas con otros tipos de cobertura vegetal. El nivel de significación de este impacto es bajo (-1.50).

Fase de Operación

Durante esta fase, el impacto sería generado directamente por la actividad alrededor de la obra y el mantenimiento. Entre las más importantes se deben mencionar el ruido y la iluminación en las horas de la noche. El canal ampliado funcionará de manera continua las 24 horas, el ruido asociado con las actividades conexas al tránsito de buques, los equipos de apoyo a los mismos y la iluminación artificial podría generar perturbaciones sobre aquellas especies de animales de hábitos nocturnos, las cuales efectúan sus actividades de búsqueda de alimento, pareja, entre otros, en horas de la noche.

Bajo estas condiciones, es probable que este impacto ocurra después de terminada la obra, con desarrollo del efecto en el mediano plazo, con magnitud baja y duración permanente. De ocurrir dicho impacto, el mismo podría alcanzar nivel de significación bajo (-1.30).

7.4.6 Riesgo de Atropello de Fauna Silvestre

El aspecto ambiental que más afecta a la fauna es la pérdida y degradación de hábitat que altera la distribución y comportamiento de las especies. Sin embargo, es posible que tanto durante la fase de construcción como la fase de operación existan impactos directos (mortalidad) por el atropello de especies silvestres por el tráfico asociado con las actividades del Proyecto.

Fase de Construcción

Este impacto podría ocurrir por el aumento en cierta medida en la circulación de camiones y vehículos para el transporte de personal, materiales y equipos, así como para el traslado de desechos y basura hacia el sitio de depósito. La altura de estos vehículos dificulta en gran medida la visibilidad de animales pequeños en las vías pudiendo ocasionar la muerte de algunos ejemplares de la fauna silvestre de anfibios, reptiles y hasta aves y mamíferos.

El acceso principal al sitio de las esclusas del Pacífico se presupone desde la Carretera Interamericana a través de la carretera Bruja-Borinquen hacia el área de Cocolí, o como alternativa de acceso, pero con ciertas restricciones, sería desde el nuevo puente Centenario en el lado Oeste del canal de alineamiento o cruzando el puente Miraflores existente hacia el lado Este de la nueva esclusa. La segunda es una vía de alto tráfico vehicular, lo que supone que en cierto modo se ha limitado previamente el cruce de animales por esas vías. Por lo tanto, el impacto sería de mayor consideración en las rutas temporales que se habiliten dentro de las áreas del Proyecto, principalmente para el paso de camiones, maquinaria de equipo pesado y vehículos para el transporte de materiales, equipo y personal, así como por el traslado de los desechos y basuras hacia los sitios de depósito. Esto intensificará las probabilidades de atropello sobre los animales, afectando las densidades de población o el número de individuos por especies.

El impacto será negativo y directo. Dicho impacto ocurrirá a lo largo del alineamiento y en las áreas de acceso dentro del área de influencia directa, principalmente, en las zonas 2, 4 y 5, que deben contener una fauna mixta, típica de herbazales-matorrales-bosque secundario, y que tendrán la mayor concentración de actividades riesgosas para la vida silvestre. El impacto muestra mucha probabilidad de ocurrencia, su efecto sobre la fauna será rápido y su magnitud moderada con una duración mediana. El nivel de significación ambiental de este impacto se considera bajo (-2.64).

Fase de Operación

Durante la etapa de operación, este impacto pudiera ocurrir con menor intensidad, por las razones expuestas durante la etapa de construcción. En este sentido, el impacto se clasifica de igual forma que durante la construcción, con la excepción que será permanente mientras duren las operaciones en el Proyecto y con mayor incidencia en horas de la noche (horario de actividad de la mayoría de los animales) y cerca de las áreas con vegetación natural. El atropello de la fauna podrá ocurrir, principalmente en aquellos tramos cercanos a las áreas de depósito; sin embargo, normalmente no se realizan trabajos de descarga en la noche en los sitios de depósito.

Este impacto es negativo y directo. Su ocurrencia es muy probable, con efectos muy rápidos, de baja magnitud y con duración permanente. El nivel de significación de este impacto resultó bajo (-2.90).

7.4.7 Aumento de Cacería Furtiva

Como se ha mencionado previamente, la cuenca del Canal de Panamá es considerada una zona de gran diversidad biológica. Cabe reiterar en esta sección los datos más importantes ya expuestos. La posición geográfica de la Cuenca y su ecología, permite que haya una proliferación de recursos biológicos, de los cuales los más conspicuos corresponden a los bosques y a la fauna macroscópica. Existe una gran cantidad de información base del medio biótico terrestre del área de influencia del Proyecto de Ampliación.

Varias especies de mamíferos de interés especial (nacional y/o internacional) fueron identificadas por los estudios realizados en el año 2004 y 2005 en las áreas que se afectarán durante la propuesta ampliación del Canal. Especies de interés identificadas en estas áreas incluyen al mono aullador, el mono tití, el yaguarundí, el venado de cola blanca, el capibara y el gato solo, entre otros (Louis Berger, 2004). Con respecto al estatus de conservación de las especies, varias especies de interés se observaron durante los estudios realizados en el 2003, 2004 y 2005. Entre las aves de interés especial se encuentran el águila pescadora, la paisana, la paloma colorada y el pato silbador aliblanco, entre otros. Se registraron 79 especies amenazadas,

y 10 de ellas en peligro (CEREB – UP, 2003). En cuanto a anfibios, varias especies de rana y sapo de especial interés se identificaron en las zonas de los nuevos alineamientos en el sector Atlántico y el Pacífico. Especies de reptiles de interés incluye la iguana verde, el cocodrilo, el caimán, la tortuga jicotea, y la boa común entre otros.

Fase de Construcción

En este período, se necesitará de la participación en el área de cierta cantidad de trabajadores, que laborarán tanto de día como de noche, lo que podría promover la cacería ilegal. La Ley 24 de fauna silvestre prohíbe esta actividad; adicionalmente la Res. Dir. 002-80 considera a algunas de las especies presentes en el área como en peligro de extinción y prohíbe su caza. Entre las especies de fauna más susceptibles al impacto por la cacería ilegal se encuentran el armadillo, ñeque, venado de cola blanca, conejo pintado, mocangue (rata espinosa), conejo muleto, las palomas, el pato güichichi, la paisana y la iguana verde.

Si ocurriera la caza ilegal por parte de los trabajadores, el impacto sería negativo y directo. Su ocurrencia es muy probable, con efectos muy rápidos, de magnitud media y duración corta, resultando en un nivel de significación bajo (**-1.74**)

Fase de Operación

Durante esta etapa el impacto no sería generado por la obra. Se espera que este Proyecto, por no disponer de acceso libre al público general y disponer de un alto grado de seguridad, actúe como una barrera e impida o limite en gran medida el paso de los cazadores furtivos. Sin embargo, el crecimiento poblacional regional ocasionado como impacto indirecto del Proyecto probablemente conllevará un incremento leve en la cacería furtiva en comparación con los niveles existentes. Por lo tanto, el nivel de significación de este impacto es evaluado durante la fase de operación como muy bajo (**-0.48**).

7.4.8 Alteración de los Recursos Acuáticos en Ríos y Quebradas

El efecto sobre los organismos vivos en ríos y quebradas del Área de Impacto Directo está determinado, mayormente por los cambios en el patrón de drenaje y el transporte de sedimentos asociado. Los cambios en el patrón de drenaje afectan a los ríos y quebradas en la margen occidental del lago Miraflores incluyendo al río Cocolí, el río Grande y sus tributarios, como se indicó anteriormente (Sección 7.3.15), lo que depende a su vez del aumento en la erosión durante la fase de construcción. Ambos efectos se esperan que ocurran mayormente durante la fase de construcción.

Fase de Construcción

a. Canalización y Desvío

Como se indica en la descripción del Proyecto y sus actividades, el desvío de los ríos Cocolí y Grande (brazo Sur) es necesario para poder construir las cámaras y tinajas de reutilización de agua de la esclusa del Pacífico y sus canales de acceso, sin riesgo de inundaciones. En el caso del Cocolí el desvío se propone hacia el océano Pacífico, mientras que para el río Grande el desvío será hacia el Corte Culebra. La canalización de los segmentos desviados transformará el hábitat de las comunidades biológicas asociadas con los segmentos de los ríos que serán alterados, pues el cauce natural de los mismos será reemplazado por un cauce de concreto (ver Figura 7-2). Considerando la extensión de la red de drenaje en la cuenca del Canal y la longitud de los cauces naturales de los ríos que serán desviados, el impacto se considera de magnitud muy baja. Además, los sitios de depósito (propuestos) T6 y Cocolí ocuparían áreas considerables de las cuencas del río Grande y el valle del río Cocolí.

b. Sedimentos

En relación con la cantidad de sedimento que llega a la red hidrográfica y su posible efecto sobre las comunidades acuáticas de los ríos y quebradas que lo reciben, el impacto es fuerte en las secciones de las corrientes que están más cercanas a las áreas que se erosionan. El efecto del transporte de cantidades altas de sedimento por el sistema hidrográfico se traduce en un aumento de la turbidez que reduce la penetración de la luz y la fotosíntesis. Además, el depósito del

material cambia el perfil del cauce y la distribución de pozas y cañones modificando el hábitat y la disponibilidad de alimento o sitios de anidación de las especies de peces y otros organismos acuáticos. Sin embargo, con la excepción de los sitios de depósito T6 y Cocolí, las actividades del Proyecto no afectan las cuencas de los ríos y quebradas. La canalización de los tramos inferiores de los ríos Grande y Cocolí no afectará las cargas de sedimentos de estos ríos.

c. Valoración del Impacto

Ninguna de las especies en estos ríos y quebradas se considera en peligro de extinción y existe amplia disponibilidad de hábitat para su existencia en sitios aledaños. Por lo tanto, en el contexto general de la red hidrográfica de la cuenca del Canal y de las áreas adyacentes a estas que drenan hacia ambos océanos, el efecto es de magnitud baja.

Basado en este análisis el nivel de significación sería bajo (-3.08). Este valor se obtiene de la conjugación de un efecto que es de ocurrencia cierta, desarrollo rápido, magnitud baja y duración permanente.

Fase de Operación

a. Descargas de la Represa del lago Gatún hacia el río Chagres Inferior

El río Chagres desemboca en el Atlántico a unos 12 km río abajo de la represa del lago Gatún. A lo largo del curso inferior del Chagres, existen bosques inundables de cativo (*Prioria copaifera*) que son de interés especial por su distribución geográfica restringida en el País (ANCON-TNC, 1996 b). La mayor capacidad operativa del lago Gatún y la profundización del cauce de navegación permitirá la operación continua del canal y el tercer juego de esclusas bajo un rango mayor de condiciones climatológicas, hecho que ha de permitir la descarga de caudales adecuados para mantener el ecosistema del río Chagres inferior.

b. Sedimentos Suspendidos

En la fase de operación se espera que el efecto del sedimento que llega al sistema hidrográfico y se transporta por este vuelva a su valor previo a la construcción del Proyecto, por lo tanto, el efecto se concentra en el desvío de los ríos antes mencionados.

c. Valoración del Impacto

El efecto sobre las comunidades biológicas del ecosistema fluvial durante la fase de operación se considera de ocurrencia cierta, desarrollo rápido, magnitud muy baja y duración permanente, para un nivel de significación bajo (-2.54).

7.4.9 Alteración de los Recursos Acuáticos en el Lago Gatún

El lago Gatún es un lago artificial, que con casi un siglo de existencia, ha desarrollado su propia ecología y biodiversidad acuática comparable a lagos naturales. El Lago provee hábitat adecuado a muchas especies de la fauna panameña; dentro del grupo de los mamíferos se puede mencionar a las nutrias o gatos de agua y manatíes (especie introducida en el lago Gatún, para el control de la vegetación acuática). En el caso de las aves, el Lago les provee de alimento y hábitat, tanto a las especies que habitan permanentemente en el área, como a las especies migratorias; en los reptiles se destacan los cocodrilos, caimanes y tortugas de agua dulce. El Lago también contiene una buena variedad de especies de fitoplancton, zooplancton, peces (nativos e introducidos) y organismos bentónicos, principalmente, el grupo de los macro-invertebrados (moluscos y crustáceos). Existe una diversidad de insectos acuáticos (más de 50 especies), algunos de importancia médica.

Las actividades del Proyecto con mayor potencial para incidir sobre la condición ambiental del lago Gatún son la ampliación de los cauces de navegación, el depósito de material excavado y dragado, el aumento en su nivel máximo de operación y el incremento del tráfico de carga por el Canal ampliado.

Fase de Construcción

a. Dragado y excavación

Durante la etapa de construcción, la alteración de los recursos lacustres presentes en el Área de Impacto Directo del Proyecto se generarán, principalmente por el depósito de los materiales de excavación y dragado. Con la misma, se requerirá la labor de limpieza y desbroce, y movimiento de tierra. Todo esto traerá consigo el incremento de sedimentos o sólidos suspendidos en la columna de agua.

El efecto más importante para los niveles de turbidez o incremento de los sólidos suspendidos en la columna de agua se espera que provenga de la disposición del material dragado o excavado y para estimar su efecto potencial se procedió a simular el efecto de esta disposición en la columna de agua utilizando el modelo Hydrotrack, descrito en la sección 7.3.14, Deterioro de la Calidad de las Aguas. Este modelo acopió y analizó la información existente, estableciéndose que los sitios de depósito que se encuentran dentro del lago Gatún (Monte Lirio, Peña Blanca Este, Peña Blanca Oeste y Frijoles) presentan condiciones hidrodinámicas que se caracterizan por velocidades del agua relativamente bajas (Riada Engineering, Inc., 2007).

En general el incremento de la cantidad de sedimento en la columna de agua genera altos niveles de turbidez, que limitan la penetración de luz y alteran la velocidad del intercambio de gases de la comunidad biótica con el agua misma. Si esta condición ocurre por períodos largos de tiempo puede tener efectos negativos sobre: 1) la flora acuática, micro y macroscópica, al alterarse los procesos fotosintéticos; 2) la fauna bentónica, ya que los sedimentos pueden afectar los sistemas de filtración para la respiración o alimentación de los diversos organismos, especialmente los de poca o nula movilidad; y 3) la biota, al reducirse la cantidad de oxígeno en el perfil de la columna de agua como resultado de una menor fotosíntesis.

Debido a lo antes mencionado, es importante considerar el efecto de la cantidad de sedimento que se deposita sobre la comunidad bentónica del fondo del Lago. Para ello se estableció el límite de 1 mm por día como el área crítica. Este límite se estableció en función de la biología

de organismos bentónicos, para los cuales el efecto de 1 mm o más de deposición por día tiene un costo metabólico considerable (McClanahan y Obura, 1997; Rogers, 1983).

Mediante las simulaciones realizadas con el modelo, se estableció la distribución de espesores de material sedimentado después de 24 horas, tomando como parámetro de control este espesor crítico de 1 mm. Posteriormente, este patrón de sedimentación inducido por cada día de trabajo se Proyecto a todos los puntos dentro de los límites del polígono que define cada sitio de disposición. Para Monte Lirio, se estimó que un área de aproximadamente 530 hectáreas estaría recibiendo en algún momento un flujo de sedimentos superior a 1 mm por día. Para Peña Blanca Este, se estimó que un área de aproximadamente 1015 hectáreas estaría recibiendo en algún momento un flujo de sedimentos superior a 1 mm por día. Se determinó que para Peña Blanca Oeste, un área de aproximadamente 579 hectáreas estaría recibiendo en algún momento un flujo de sedimentos superior a 1 mm por día y finalmente, para Frijoles, se estimó que un área de aproximadamente 468 hectáreas estaría recibiendo en algún momento un flujo de sedimentos superior a 1 mm por día. Estos datos representan áreas en el Lago que son ligeramente superior al 1 o 2% de la superficie total del lago Gatún (URS Holdings, Inc. - Riada Engineering, Inc., 2007).

Un efecto adicional del incremento del sedimento en suspensión es la liberación de nutrientes solubles a la columna de agua y el riesgo de eutrofización, que pudiera alterar la calidad del agua al favorecer el crecimiento o proliferación de malezas flotantes, como el jacinto de agua (*Eichhornia*) y la lechuga de agua (*Pistia*) debido a que estas plantas utilizarán eficientemente aquellos nutrientes liberados. En los sitios de depósito en los que se reduzca considerablemente la profundidad existe también la posibilidad de favorecer el crecimiento de la planta acuática sumergida (*Hydrilla*). Esta planta que está presente en el Lago está limitada por efectos de la penetración de luz y la presión a áreas con menos de 10 metros de profundidad.

b. Voladuras

Se estima que 10% del cauce del lago Gatún requerirá perforación y voladura antes del ensanche y profundización del mismo. Los volúmenes de perforación y voladura en el lago Gatún se estiman en 3.35 Mm³. Sin embargo, las evaluaciones ambientales y la experiencia de la ACP en

el Corte Culebra y las entradas del Canal, demuestran que estos impactos no son significativos en términos de la mortalidad causada. Además, aunque existe un detallado catálogo de las especies acuáticas encontradas en las aguas del Canal, no se ha encontrado ninguna especie en peligro de extinción, que merezca atención especial en esta valoración.

c. Valoración del Impacto durante la Fase de Construcción

Para tener una idea más clara de la magnitud de este impacto se procedió a simular por medio de computadoras la suspensión y dispersión de sedimento como resultado de las actividades de dragado y depósito de material dragado y excavado en los sitios de Monte Lirio, Frijoles, Peña Blanca Este y Peña Blanca Oeste. En la sección 7.3.14, Deterioro de la Calidad de las Aguas, se encuentra la descripción del modelo utilizado y los resultados obtenidos para la suspensión y dispersión de sedimento.

Al evaluar el impacto de las distintas afectaciones en fase de construcción, se puede decir que será negativo, directo e indirecto, con probabilidad de ocurrencia cierta, de desarrollo rápido, de magnitud moderada y de duración corta sobre la fauna y flora dulceacuícola, ya que resultará principalmente debido a la afectación de la calidad del agua. En esta etapa la significación es media o moderada (-3.50).

Fase de Operación

a. Dragado

Durante la etapa de operación, la importancia del sedimento suspendido en la columna de agua disminuye pues la intensidad de todas las actividades que los producen se reduce drásticamente al finalizar la construcción.

b. Elevación del Nivel Operativo Máximo

En general el efecto de elevar el nivel máximo de operación del lago Gatún se manifiesta en una mayor área anegada durante algunas semanas, cuando el embalse está a su máxima capacidad y en una mayor fluctuación del espejo de agua durante el año. El impacto de estos dos cambios no se espera que tenga una gran magnitud sobre las comunidades biológicas por las siguientes

razones. El área adicional que sería inundada es un área que esporádicamente se anega durante algunas semanas de la época de mayor precipitación. Es posible que esto aumente ligeramente la carga de nutrientes hacia el lago durante los primeros años, a medida que las propiedades químicas de los suelos del área llegan a un equilibrio con el proceso de inundación. Sin embargo, este no se considera como un impacto considerable que sea capaz de afectar la estructura y función de la comunidad biótica en el embalse.

El efecto sobre la variación del nivel del agua está determinado no solamente por el incremento del nivel máximo de operación sino también por la profundización del cauce de navegación (ver Figura 7-3). En la situación actual el nivel del lago Gatún puede fluctuar entre 24.69 m PLD (81.0') y 26.67 m PLD (87.5') y continuar operando con 14 m de calado. En la nueva condición después de que se ejecute el Proyecto, la fluctuación del nivel podrá ser de hasta 2.44 m (8.0') debido a que el nivel podrá fluctuar entre 27.13 m PLD (89.0') y 24.69 m PLD (81.0'). En general el efecto de una mayor fluctuación del nivel reduce tanto las poblaciones de plantas enraizadas sumergidas, tipo hidrila, como los organismos bentónicos (Wetzel, 2001).

Aunque esto pudiera ser beneficioso desde el punto de vista del control de las poblaciones de hidrila, también pudiera facilitar el crecimiento de algunos grupos de organismos como las larvas de moscas quironómidas (*Antillocladius* sp.) dado que al subir nuevamente el nivel del agua habría una gran cantidad de materia orgánica disponible para ellos en un ambiente de poco oxígeno que favorece su desarrollo.

c. Aumento del Volumen de Esclusajes

Finalmente, el riesgo tal vez más importante derivado del aumento del tráfico de carga con el Canal ampliado es el incremento de iones de cloruros provenientes de la operación de las nuevas esclusas y las existentes. Sin embargo, los estudios y simulaciones de modelos matemáticos realizados durante la fase de diseño conceptual indican que con el esquema propuesto de tres cámaras por esclusa y tres tinas de reutilización de agua asociadas a cada cámara no existe el riesgo de incremento significativo para cambiar la condición de agua dulce del lago Gatún, asociado con la operación de ambos juegos de esclusas.

d. Valoración del Impacto durante la Fase de Operación

En resumen podemos decir que durante la fase de operación del Proyecto los efectos sobre la comunidad biológica del lago Gatún son poco probables, de desarrollo muy lento de magnitud media y de duración también media. Esto nos permite estimar que durante la etapa de operación, el impacto sobre los recursos biológicos del lago Gatún tiene un nivel de significación muy bajo (-0.48).

7.4.10 Alteración de los Recursos Acuáticos del Lago Miraflores

La construcción del canal de acceso al Norte de la esclusa del Pacífico requiere de la construcción de cuatro diques (diques Borinquen) que reducen el área del lago Miraflores en la margen occidental del mismo (ver Figura 3-14 de la Descripción del Proyecto). Además, el tiempo de residencia del agua en el embalse cambiará drásticamente con la ejecución del Proyecto. El primero de estos efectos ocurre en la fase de construcción mientras que el segundo se manifiesta una vez que el Proyecto inicie su operación. Ambos efectos se describen en los párrafos a continuación.

Fase de Construcción

Durante la construcción será necesario en primer lugar instalar una tabla estaca de acero para aislar la parte occidental del lago Miraflores y excavar para remover el lodo y material suave que existe. Esto es necesario para rellenar con material de buena calidad que sirva de soporte a los diques Borinquen. La reducción total de la superficie del lago Miraflores es de aproximadamente un 12.7% (36 hectáreas) de su área actual. Una parte es directamente ocupada por los diques Borinquen mientras que otra que queda aislada del cuerpo principal del embalse será utilizada como sitio de depósito de material excavado o dragado.

Esta modificación elimina toda la comunidad biológica de tipo sésil que existe en la zona litoral del Lago en su margen occidental, ya que la zona litoral entera se elimina. Con el tiempo esta zona será restablecida al lado de los diques borinquen.

Por otra parte, aunque la construcción también reduce la cantidad de agua que fluye hacia el mismo, esta reducción es mínima comparado con el aporte proveniente de los esclusajes de Pedro Miguel. El cambio en el tiempo promedio de residencia no es muy grande porque la mayor cantidad de agua que circula por el lago Miraflores en realidad proviene de la esclusa de Pedro Miguel a medida que esta opera para el tránsito de buques por el Canal (1,250MMC por año en promedio)²³ y no de su propia cuenca de drenaje (65 MMC por año en promedio)²⁴.

Por lo tanto, el efecto sobre los recursos biológicos del lago Miraflores, durante la fase de construcción del Proyecto, se consideran de carácter adverso porque se elimina una parte de la zona litoral del mismo, de ocurrencia inevitable, de desarrollo muy rápido, de magnitud alta porque se afecta una parte del ecosistema de manera total y de duración permanente. Esta valoración permite establecer un nivel de significación medio (-5.78).

Fase de Operación

Una vez que el Proyecto comience a operar los cambios que se anticipan en el flujo del agua a través del lago Miraflores son aún mayores. Esto se debe a que una parte del tráfico de buques por Canal ya no pasará por el lago Miraflores. Por lo tanto, el volumen de agua que ya no fluirá a través de este embalse es directamente proporcional a la fracción del tráfico que se canalice hacia la nueva esclusa del Pacífico. Las ventajas del ahorro de agua, por el uso de las tinajas de reutilización, y del mayor calado disponible para los buques sugieren que durante la operación la prioridad será usar las nuevas esclusas aún para muchos de los buques que hoy transitan por el Canal.

Dado que no existe información precisa sobre la proporción de agua que será descargada en el futuro a través de las esclusas existentes de Pedro Miguel es conveniente ilustrar como disminuye el flujo de agua a través del lago de Miraflores bajo varios esquemas posibles de operación.

²³ En el período de 10 años analizados en el Plan Maestro la cantidad promedio de agua utilizada para el tránsito de buques fue de 2500 MMC/año. Se supone que la mitad de este caudal pasó por las esclusas de Pedro Miguel hacia el lago Miraflores y finalmente hasta el océano Pacífico a través de las esclusas de Miraflores.

²⁴ Plan Regional (Nathan-Intercarib y asociados) preparado en 1997.

Tabla 7-22

Efecto de la Proporción de Tráfico de Buques por la Nueva Esclusa del Pacífico sobre los Aportes de Agua al Lago de Miraflores

Fuente del Agua	Condición Actual	Condición Futura ²⁵ :			
		% de descarga por tránsito en la nueva esclusa del Pacífico			
		25%	50%	75%	100%
Cuenca (MMC/año)	65.0	32.5 ²⁶	32.5	32.5	32.5
Tránsitos (MMC/año)	1250.0	937.5	625.0	312.5	0.0
Flujo Total (MMC/año)	1315.0	970.0	657.5	345.0	32.5
Reducción de Aportes (%)	---	26.2	53.7	73.8	97.5

Fuente: URS Holdings, Inc.

La reducción de los aportes de agua provenientes del lago Gatún, aumentará el tiempo de residencia promedio del agua en el lago Miraflores y asumiendo que un 75% del tráfico se canaliza hacia las nuevas esclusas el cambio en la cantidad total de agua que fluye a través del agua se reduce significativamente (de 1315 MMC a 345 MMC por año) y el tiempo de renovación de agua en el mismo aumenta de aproximadamente 2 meses a casi 11. Esto puede aumentar el riesgo de eutrofización del lago Miraflores, dado que se reduce el efecto de dilución de las aguas provenientes de Gatún. En general los niveles de nutrientes son mayores en la escorrentía de áreas con menor precipitación y mayor grado de urbanización (Wetzel, 2001), como es el caso de la cuenca del lago Miraflores en relación con toda la cuenca del Canal de Panamá. Datos colectados por la ACP en el año 2004 (ACP, Agosto 2006²⁷) indican que el agua del lago Gatún es de mejor calidad que la de Miraflores. Una comparación de la concentración de fosfatos (PO₄), que es el mejor indicativo del riesgo de eutrofización, indica que en el año 2004 la concentración promedio de fosfatos en el agua superficial del lago Miraflores (16 µg/l) fue un 78% superior a la concentración de fosfatos en el agua superficial a la altura de la toma de agua de Paraíso (9 µg/l), que es la estación representativa del agua que fluye desde el sistema del lago Gatún hacia Miraflores (ACP, Agosto 2006²⁸). Estos datos confirman la expectativa de que los niveles de nutrientes en la escorrentía de la cuenca de Miraflores son mayores que en la cuenca del Canal. Lo que esto quiere decir es que por unidad de área la cuenca aportante de

²⁵ Asume que la cantidad de agua utilizada para el tránsito de buques permanece constante. Aunque esto no es correcto en el largo plazo, sirve para ilustrar el efecto de reducción de entradas de agua al Lago Miraflores.

²⁶ Se asume que el desvío de los ríos Grande y Cocolí reduce el escurrimiento proveniente de la cuenca aproximadamente a la mitad.

²⁷ Informe de Calidad de Agua. Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá. Años 2003-2005

²⁸ Informe de Calidad de Agua. Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá. Años 2003-2005

Miraflores genera una mayor carga de nutrientes que la de Gatún y que al reducir el flujo de agua de Gatún hacia Miraflores la concentración de nutrientes en este aumentará.

En cuanto a la salinidad, no se considera que esta aumentará significativamente en el lago Miraflores. Ese fue el resultado de la simulación de un modelo detallado del riesgo de intromisión de agua salada realizado por consultores especializados de ACP. La intromisión de sal en el lago Miraflores fue documentada desde muy temprano en la operación del Canal y se ha mantenido más o menos en los mismos niveles. Al haber menos tráfico habrá menos agua para diluir el agua de mar que sube por las esclusas, pero también habrá menos intrusión de esta porque hay menos tráfico. Por lo tanto, se espera que los niveles de salinidad se mantengan en niveles similares a los actuales.

Después de este análisis, se considera que el verdadero riesgo es que el grado de eutrofización del lago Miraflores aumente. Este es un impacto que se considera de carácter adverso, de ocurrencia probable de desarrollo lento, de magnitud alta y de duración permanente. Con esta valoración se obtiene un nivel de significación baja (-2.35).

7.4.11 Alteración de los Ecosistemas Marino Costeros

En las entradas de mar de los océanos Atlántico y Pacífico y en los sitios directamente adyacentes a estas las actividades del Proyecto que pueden tener un efecto sobre los ecosistemas marino costeros incluyen, principalmente el dragado para ampliar los canales de navegación y el depósito de material dragado en sitios oceánicos. Además, el incremento en el tráfico de buques es también una fuente de posibles efectos sobre los ecosistemas marinos.

Como se mencionó en la sección 7.3.13, Deterioro de la Calidad de las Aguas, el destino de los sedimentos que se disponen en cuerpos de agua costeros, depende principalmente de las corrientes geostróficas, corrientes generadas por viento y marea, de los patrones de operación de las descargas y de las propiedades de los sedimentos. Las condiciones oceanográficas de la zona juegan un papel determinante en el destino de las descargas. Factores tales como la turbulencia, los gradientes de densidad y las diferencias de las velocidades en la columna de agua influyen en

la dispersión inicial, el subsiguiente transporte de los materiales en la columna de agua y su deposición en el fondo marino.

Fase de Construcción

a. Dragado y depósito de material

Durante la fase de construcción, el principal riesgo para los ecosistemas marino costeros proviene del sedimento que entra en suspensión como resultado de las operaciones de dragado y depósito de material. La generación de altos niveles de turbidez puede tener efectos adversos sobre la comunidad marino-costera al restringir la penetración de luz y reducir la fotosíntesis. Este impacto sobre los organismos asociados al fondo, tiene algún significado cuando se utilizan áreas nuevas no alteradas, especialmente en sitios submarinos, que no es el caso.

En el Atlántico estas actividades están localizadas en la Zona 1 donde se encuentra tanto los canales a ser dragados como el sitio de depósito conocido como Rompeolas Oeste. En el Pacífico, estas actividades están localizadas en la Zona 6 donde se encuentra tanto los canales a ser dragados como los sitios de depósito conocidos como Palo Seco, Tortolita y Tortolita Sur.

Durante la etapa de construcción, otro riesgo puede ser la afectación de los ecosistemas marino costeros proveniente del incremento de la sedimentación submarina, la cual puede tener impactos adversos sobre los corales y pastos marinos que merecen una alta consideración.

b. Voladuras Submarinas

En esta actividad se considera el efecto sobre los peces y otros animales acuáticos de los trabajos de voladura en la entrada del Pacífico. Sin embargo, las evaluaciones ambientales y la experiencia de la ACP en las entradas del canal, demuestran que estos impactos no son significativos en términos de la mortalidad causada o afectación a recursos pesqueros de importancia. Además, aunque existe un detallado catálogo de las especies acuáticas encontradas en las aguas del Canal, no se ha encontrado ninguna especie en peligro de extinción, que merezca atención especial en esta valoración.

En la entrada del Atlántico, no se considera necesario la utilización de explosivos. En el Pacífico, las actividades de detonaciones se ubican, principalmente en la Zona 6 donde se encuentran tanto los canales de navegación y acceso al Sur.

c. Derrames de Contaminantes

Un riesgo adicional durante la fase de construcción está asociado con la posible ocurrencia de derrames accidentales de materiales contaminantes, que puedan tener impactos adversos sobre la fauna y flora marina costera. El riesgo de escorrentías, por derivados del petróleo u otras sustancias contaminantes, está presente en toda obra de infraestructura y puede afectar la biota, dependiendo de la magnitud y el tipo de sustancia derramada.. Este riesgo se presentaría en la fase de construcción debido a la presencia de buques y dragas en el Canal y el riesgo de accidentes en la maquinaria de dragado. Este riesgo se reduce considerablemente con la existencia del Plan de Contingencia de la ACP elaborado según las especificaciones de MARPOL y específico para el Canal de Panamá: el Panama Canal Ship Oil Pollution Emergency Plan (PCSOPEP) o Plan de Emergencia de Prevención de la Contaminación de Hidrocarburos de Buques del Canal de Panamá.

d. Valoración de los Impactos

De acuerdo a la información disponible, la mayoría de los materiales que van a ser dragados son inertes. Para dimensionar el posible impacto de la suspensión, dispersión y sedimentación de material particulado sobre los ecosistemas marino costeros se procedió a simular, por medio de un modelo numérico asistido por computadora el posible comportamiento de este material y su efecto sobre la turbidez y sedimentación. Previo a la corrida del modelo se identificaron las posibles áreas que pueden ser más sensitivas al proceso de dispersión y sedimentación.

Entre estas se identificó en el área del Atlántico el arrecife coralino de tipo barrera que existe al norte del Rompeolas Este en Punta Margarita, el cual se localiza a más de 5 km de distancia del sitio rompeolas lado Oeste. Esta zona de corales se extiende al margen de la costa hasta bahía Las Minas. Por su parte, en la Zona 6 – en la Costa Pacífica, los tres sitios de depósito marinos han sido utilizados en el pasado. El sitio Palo Seco se encuentra entre la costa y la isla Changamé; Tortolita se encuentra al Sur- de la isla Changamé, y al Oeste-Noroeste de la isla Tortolita; y el

sitio Tortolita Sur se encuentra al Sudeste de la isla Tortolita. Como consecuencia de la ausencia de hábitat sensitivo cerca de los sitios Palo Seco y Tortolita Sur, no se espera que haya impactos significativos.

De acuerdo a los resultados del proceso de simulación, para el caso de estudio correspondiente a la disposición de material de dragado en el sector de Rompeolas en el océano Atlántico, las concentraciones máximas en el área después de 5 días de descarga continua oscilan alrededor de 90 mg/l, los espesores de sedimentación máximos son de 750 mm y las tasas medias de deposición son de 150 mm/d. El área de sedimentación es de 1.20 km² y en su mayoría presenta espesores de sedimentación de unos pocos milímetros.

En el océano Atlántico la pluma de sólidos suspendidos se transporta hacia el Este debido a la acción de las corrientes alcanzando con concentraciones bajas la costa que se encuentra al Este de la salida del Canal de Panamá. La sedimentación de más de 1 mm/día una vez que el sistema alcanza un equilibrio dinámico entre las descargas de sólidos y el proceso de sedimentación alcanza una superficie de aproximadamente 112 hectáreas (Figura 30 del anexo 5). El área fuera del polígono del sitio de disposición no incluye áreas sensibles de comunidades coralinas y bentónicas.

Para el caso de estudio correspondiente al depósito de material dragado en el sector de Palo Seco del océano Pacífico, las concentraciones máximas en el área obtenidas después de 5 días de descarga continua oscilan alrededor de 2100 mg/l con espesores de sedimentación máximos de 1000 mm y tasas medias de deposición de 200 mm/d. El área de sedimentación es de 1.20 km² y en su mayoría presenta espesores de sedimentación muy pequeños en el orden de unos pocos milímetros. En este sitio las profundidades son bastante bajas, lo cual obstaculiza la dispersión del sedimento y en consecuencia las concentraciones son superiores a las de los otros sitios de depósito.

Al evaluar el impacto para los recursos marino costeros encontrados en el área de influencia directa durante la fase de construcción, podemos decir que será de carácter adverso, directo e indirecto, de ocurrencia cierta, de desarrollo rápido, de magnitud media y de duración media

sobre la fauna y flora acuáticas, ya que afectará, primeramente, la calidad del agua y una vez reestablecida la misma, las poblaciones de peces y macro-invertebrados volverán a su estado normal. En la fase de construcción el nivel de significación es medio o moderado (-5.60).

Fase de Operación

Cuando termine el Proyecto de Ampliación los riesgos de impactos adversos sobre las comunidades marino-costeras son similares a los que se presentan actualmente con un incremento debido al aumento del tráfico a través del Canal. Es decir, que las tareas asociadas con el mantenimiento de los canales de navegación y riesgo asociado con el tráfico de buques aumentan ligeramente en la medida en que un mayor número de barco y buques de mayores dimensiones transitan por el Canal. Durante la fase de operación, el aumento en el tránsito de buques conlleva mayor riesgo de derrames de contaminantes²⁹. Sin embargo, este riesgo se reduce considerablemente con la existencia del Plan de Contingencia de la ACP elaborado según las especificaciones de MARPOL y específico para el Canal de Panamá: el Panama Canal Ship Oil Pollution Emergency Plan (PCSOPEP) o Plan de Emergencia de Prevención de la Contaminación de Hidrocarburos de Buques del Canal de Panamá. Además dentro de la ACP existe la Unidad de Control de la Contaminación, preparada para responder ante situaciones de emergencia causadas por el derrame de hidrocarburos (PB Consult, 2006).

En este sentido, podemos decir que el impacto sobre el recurso acuático en la fase de operación es de carácter adverso, directo e indirecto, de ocurrencia cierta, de desarrollo medio, de magnitud moderada y duración permanente. Basado en esto, se puede indicar que este impacto tiene un nivel de significación medio o moderado (-4.16).

²⁹ De acuerdo a información facilitada por la ACP, el historial de incidentes de derrames se asocia sobre todo al choque de embarcaciones en la entrada de las esclusas, lo cual ha disminuido en los últimos años, además de existir exigencias en MARPOL de modo que los buques sean equipados con cascos dobles.

7.4.12 Afectación a Áreas Protegidas

Fase de Construcción

Las superficies terrestres de las Áreas Protegidas incluidas en el Área de Impacto Directo del Proyecto quedan fuera de la huella de las áreas sujetas a actividades de construcción; asimismo, no habrá impactos directos sobre Áreas Protegidas durante la fase de construcción. No se anticipan impactos significativos en las Área Protegidas por ruido, emisiones o generación de polvo durante la fase de construcción.

El Monumento Natural Isla Barro Colorado incluye áreas del espejo de agua del lago Gatún, incluyendo la ruta existente del cauce principal de navegación del Canal. Esta área acuática será sujeta a los impactos al lago Gatún presentados anteriormente en la Sección 7.4.9.

El impacto sobre las Área Protegidas en la fase de construcción es de carácter adverso, indirecto, ocurrencia cierta, desarrollo medio, magnitud muy baja y duración larga. Basado en esto, se puede indicar que este impacto tiene un nivel de significación bajo (**-2.04**).

Fase de Operación

Las Áreas Protegidas no colindan directamente con el espejo de agua del lago Gatún, ya que el patrimonio de ACP ocupa el área hasta la cota de los 100 pies. El área sujeta a inundación temporal solamente llegará a la cota de 89 pies. Las actividades de la operación del Canal no afectarán directamente ni indirectamente a las Áreas Protegidas de manera distinta a las condiciones actuales. Un posible incremento general en la población humana de la región debido al crecimiento económico esperado con la Ampliación del Canal podría, sin embargo, aumentar la presión de la cacería furtiva en las Áreas Protegidas. El impacto sobre las Áreas Protegidas en la fase de operación es de carácter adverso, indirecto, ocurrencia muy probable, desarrollo medio, magnitud muy baja y duración larga. Por lo tanto, el nivel de significación de este impacto es evaluado durante la fase de operación como bajo (**-1.12**).

7.5 Impactos al Medio Socioeconómico

En cuanto al medio socioeconómico, se identificó un total de dieciséis (16) impactos potenciales. Para la fase de construcción once (11) de ellos son considerados impactos directos y los cinco (5) restantes indirectos, mientras que para la fase de operación el número de impactos potenciales directos disminuye a cinco (5) y el de indirectos se incrementa a nueve (9).

7.5.1 Estímulo a la Economía Nacional

Fase de Construcción

El principal efecto de la aprobación del Proyecto es el estímulo a nuevas inversiones en los sectores complementarios del Canal. Es decir, el principal efecto del Proyecto sobre la demanda interna se dará como consecuencia de los impactos indirectos, inducidos y paralelos que genere el canal, especialmente en el llamado “conglomerado del Canal”³⁰. La inversión calculada de B/.5,250 millones durante esta fase tendrá un impacto en el Producto Interno Bruto (PIB) similar al impacto actual de las exportaciones del Conglomerado y se verá reflejado principalmente en un incremento considerable de la demanda de bienes del sector proveedor de materiales para la construcción (piedra, arena, cemento, acero, entre otros), así como de forma indirecta en el multiplicador del gasto en salario (incremento en la liquidez o mayor circulante), sobre la demanda de insumos y servicios en los hogares; la activación de los sectores comerciales de ventas de alimentos, prestación de servicios al personal de diversas empresas constructoras, tales como servicios de telecomunicaciones, transporte privado, seguridad privada, ropa y equipo industrial, entre otros. El impacto durante esta fase se considera como positivo, indirecto, de magnitud muy alta, acumulación y sinergia altas, y con un nivel medio de significación (+**4.80**).

³⁰ Impacto del Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá sobre la Inflación Interna y los Mercados de Algunos Insumos. INDESA – 2007.

Fase de Operación

Durante esta fase se estima que la contribución del Canal a las exportaciones totales de Panamá sea, para el año 2025, un 19.5% por encima de la alternativa de No Expansión. Adicionalmente, para ese mismo año los ingresos fiscales serían 31.8% mayores con la expansión que sin ella. A pesar de la magnitud de esos aportes, los mismos se consideran secundarios al compararlos con el movimiento económico adicional a ser generado por el conglomerado de servicios y actividades interrelacionadas del Canal, que a nivel agregado lograría un crecimiento anual adicional del PIB en un 26%³¹. Aunque la mayoría de los efectos iniciales del SEC en la economía se reflejan en el sector terciario de la economía, como el comercio y servicios, también repercuten en sectores como la industria y la agricultura.

Adicionalmente a los beneficios macroeconómicos mencionados, el resultado de una simulación de la distribución del ingreso efectuada por INTRACORP (2006), pronosticó que como resultado de la ampliación del Canal la cantidad de pobres del país se reduciría en más de cien mil personas para el año 2025. De manera complementaria, se estima un crecimiento adicional en el empleo del orden de 0.5% a 0.75% a partir del año 2015, generando aproximadamente 200,000 fuentes de trabajo adicionales hasta el año 2025. En consecuencia, se considera que durante esa fase el impacto del Proyecto sobre la economía panameña será positivo, indirecto, de magnitud muy alta, duración permanente, acumulación y sinergia muy altas y con una significación alta (+6.40).

7.5.2 Incremento en los Ingresos del Tesoro Nacional

Fase de Construcción

Durante esta fase no se generarán ingresos adicionales al Tesoro Nacional³², dentro de los directos previstos, como resultado de las actividades de construcción del Proyecto, pero sí se

³¹ INTRACORP ESTRATEGIAS EMPRESARIALES, S.A. 2006. Estudio del Impacto Económico del Canal en el Ámbito Nacional.

³² INTRACORP ESTRATEGIAS EMPRESARIALES, S.A. 2006. Estudio del Impacto Económico del Canal en el Ámbito Nacional.

darán por la operación del Canal y por otros conceptos, como el incremento de recaudaciones aduaneras, impuestos por utilidades a empresas, entre otros. Por consiguiente, se considera este impacto como indirecto, positivo, de magnitud muy alta, acumulación y sinergia muy altas, lo cual se refleja en un nivel de significación Alto (+6.80).

Fase de Operación

De acuerdo a cálculos realizados por ACP 2006a, para el año 2025 el Canal ampliado podrá aportar al Tesoro Nacional recursos totales de hasta B/. 4,190 millones, por concepto de derecho por tonelada neta y tasa por servicios públicos, así como por excedentes. Adicionalmente, se afirma que durante los primeros 11 años de operación el aporte total al Estado será de B/.8,500 millones más de los que aportaría si no se ampliase.

Por lo anterior, este impacto se considera indirecto, positivo, con magnitud, acumulación y sinergia muy alta y un nivel de significación alto (+7.42).

7.5.3 Generación de Empleos

Fase de Construcción

Se estima que el auge económico que se experimentará durante los años pico de construcción generará entre 6,500 y 7,000 nuevos puestos de trabajo directos (mecánicos, técnicos, especialistas, operadores de equipamiento pesado y profesionales de disciplinas tales como gestión de proyectos, supervisión de obra, diseño, inspección, encuestas, finanzas, contaduría, adquisiciones, logística, seguridad, mantenimiento, planeamiento e informática, entre otros), además de aproximadamente 28,500 a 33,000 ³³ fuentes de empleo indirectas. Esto permitiría que la tasa de desempleo alcance un 3.4% en el 2025³⁴, lo cual representa cuatro puntos por debajo del nivel actual. En consecuencia, el impacto de este Proyecto sobre el empleo nacional

³³ Plan Maestro del Canal de Panamá. ACP, 2006.

³⁴ INTRACORP ESTRATEGIAS EMPRESARIALES, S.A. 2006. Estudio del Impacto Económico del Canal en el Ámbito Nacional.

se considera positivo, directo, con una magnitud media, acumulación y sinergia muy altas, con una significación media (+4.71).

Fase de Operación

Durante esta fase el requerimiento de personal adicional registrado durante los años picos de construcción disminuirá a niveles cercanos a los actuales, exceptuando el requerimiento adicional de empleo para la operación de las nuevas esclusas y actividades de mantenimiento rutinario. En consecuencia, el mayor impacto sobre el empleo será causado principalmente por la expansión de las actividades del conglomerado de servicios y actividades complementarias por el incremento de tránsitos en el Canal, un ejemplo de ello lo son las actividades portuarias que requerirán más personal debido a que se podrán atender buques más grandes que por las limitaciones actuales no se podrían atender. Tal cómo se mencionó previamente, se estima un crecimiento adicional en el empleo del orden de 0.5% a 0.75% a partir del año 2015, generando aproximadamente 200,000 fuentes de trabajo adicionales hasta el año 2025.

En consecuencia, se considera al impacto del Proyecto sobre el empleo como positivo, indirecto, con una magnitud, acumulación y sinergia muy altas y un nivel de significación alto (+6.40).

7.5.4 Incremento de la Población y Flujos Migratorios

Las proyecciones de crecimiento demográfico en el AES que se presentan no están dadas únicamente por el Proyecto de Ampliación del Canal, sino también por el crecimiento de la economía en general y del sector inmobiliario en particular. Lo que implica que la mano de obra que participará directamente en la construcción no será la causa de un movimiento migratorio significativo.

Fases de Construcción

De acuerdo con el estudio de migración efectuado por la firma INTRACORP en marzo de 2007, la proyección realizada para el período 2000-2025 arroja una tasa anual de crecimiento promedio de 3.3% para las áreas metropolitanas del Pacífico y Atlántico, en comparación con un 2.5% experimentado en la década de los noventa. En consecuencia, para el año 2025 la población metropolitana será de casi 4 millones de personas, un 67% del total de la población de Panamá. Esta proyección es un 30% mayor a la presentada en el Plan Metropolitano, que fue realizado en 1997.

La Zona Urbana del Pacífico Este es la que presenta una mayor densidad. Se estima que duplique su población, a 600,000 personas, especialmente haciendo uso del área del Canal y aumentando su densidad, pues sólo dispone de algo más de un tercio de las 3,000 hectáreas requeridas para la población. El manejo adecuado de la relación área urbana-áreas protegidas (Parques Camino de Cruces y Metropolitano) y las inversiones en infraestructura, permitirán mantener un equilibrio con el resto del Conjunto Urbano Central. Esta zona es la única que posee tierra en abundancia, por encima de sus necesidades de expansión. Estas tierras se encuentran en varias formas: accesible, urbanizada y próxima al centro, en Juan Díaz, Cerro Viento y Pedregal-Gonzalillo. Hay mas terrenos disponibles a más distancia y menos servida, pero siempre accesible por la Carretera Interamericana hacia el oriente (INTRACORP, 2007).

El Distrito de Arraiján, en la Zona Urbana del Pacífico Oeste, es el que presenta el mayor crecimiento en la actualidad y está destinado a mantenerlo e incluso a aumentarlo. Esto se debe a una serie de factores entre los que se destacan su ubicación entre La Chorrera y Panamá, el reciente acceso al puente Centenario (que puede habilitar nuevas tierras de expansión), el desarrollo en Howard y la proximidad a los sitios de obra del canal. La demanda de espacio es mayor que la disponibilidad de tierra. En este caso es el doble: 9,000 hectáreas nuevas, contra 4,500 disponibles (INTRACORP, 2007). La ciudad de Arraiján tiene el potencial de seguir convirtiéndose en una ciudad satélite de Panamá, con cerca de 600,000 habitantes para el año 2025. La Chorrera también puede experimentar un crecimiento importante como apoyo al conjunto de lo que se proyecta en Panamá Oeste, donde Arraiján está dinamizando la expansión.

Esta zona tiene la ventaja de que dispone de abundantes áreas adecuadas fuera de la cuenca del Canal, crece sobre la Carretera Interamericana (como Chilibre sobre la Transístmica) y puede, eventualmente, conectarse a través de Puerto Caimito con Vacamonte, Veracruz y Howard. Con esto, la población de La Chorrera alcanzaría las 400,000 personas en 2025.

En la Zona Urbana del Atlántico, la Ciudad de Colón ha experimentado una disminución sostenida como ciudad, orientando su leve crecimiento hacia la carretera Transístmica. Sin embargo, se anticipa que esta tendencia sea revertida alrededor del inicio de las obras de ampliación, ya que posee tierras para soportar un crecimiento sostenido. Por otra parte, las áreas dedicadas a desarrollo urbano están rodeadas de bosques que llegan a las riberas del lago Gatún, lo que puede definir un crecimiento de mayor densidad al proyectado y que, seguramente, se desbordará por el Oeste hacia Sherman y a Portobelo por el Norte (INTRACORP, 2007).

El crecimiento en la Zona del Corredor Transístmico se encuentra también dentro de la cuenca del Canal y tiene un patrón de asentamientos lineal, a lo largo de la principal vía de comunicación entre las ciudades de Panamá y Colón (INTRACORP, 2007). Debido a que la Ley 259 permite usos urbanos de baja densidad en esta zona, se espera un incremento de la población de la zona por encima de los 200,000 habitantes en áreas vecinas a la carretera, adicionando unas 6,000 hectáreas de uso urbano para el año 2025.

La Zona del Lago Gatún es una de las zonas que cuenta con menor densidad poblacional del AES, ya que 14 de los 19 corregimientos que la componen tienen una densidad menor a 25 hab/km². Se espera que alcance una población de 35,000 personas en el año 2025 y que su superficie ocupada aumente a 1,200 hectáreas, principalmente en función de actividades turísticas y recreativas en las riberas del Lago y no de asentamientos humanos permanentes. La construcción en Colón de un puente sobre el Canal, puede cambiar el panorama en la ribera Norte del Lago (INTRACORP, 2007).

Por consiguiente, dadas las estimaciones de crecimiento y requerimiento de espacio, se considera el impacto sobre la población y flujos migratorios durante las fases de construcción y de

operación tendrán un carácter negativo e indirecto, con una magnitud, acumulación, sinergia media y nivel de significación bajo para la fase de construcción (-2.76).

Fases de Operación

Durante la fase de operación, se espera que se mantenga las mismas condiciones que durante la etapa de construcción. Sin embargo, considerando la información contenida en la fase de construcción, donde se reflejan los aumentos esperados en la población, tenemos que los requerimientos de espacio resultarán más evidentes. Por tal razón, este impacto durante esta fase se considera de carácter negativo e indirecto, con una magnitud, acumulación, sinergia media y nivel de significación medio (-3.63).

7.5.5 Cambios en el Uso del Suelo

Fase de Construcción

Es muy probable que la demanda de espacio para nuevos asentamientos en algunas zonas del AES a consecuencia de esta fase ocasione una presión directa sobre los recursos naturales existentes en ellas, al competir por espacios de usos que actualmente proveen servicios productivos y ambientales, incluso al propio Canal de Panamá. De igual forma, se espera que el auge económico producto del Proyecto y su conglomerado demande nuevos espacios en la región metropolitana.

Por consiguiente, dadas las estimaciones de demanda laboral directa e indirecta y de requerimiento de espacio, se considera el impacto durante esta fase como carácter negativo, directo, con una magnitud, acumulación y sinergia bajas y un nivel de significación bajo (-2.86).

Fase de Operación

A partir del año 2015 el impacto del Proyecto sobre la dinámica de uso de la tierra no dependerá tanto de sus operaciones como del desempeño de actividades complementarias y/o adicionales a la operación del Canal, tales como el Conglomerado del Canal, el auge residencial y el desempeño de la economía en general, las cuales como se mencionó anteriormente registrarían un crecimiento importante. De igual forma, otro cambio en el uso del suelo se puede dar en el área del lago Gatún, ya que con el aumento del nivel del Lago algunas zonas de uso agrícola o forestal pueden ser ocupadas por el agua, situación que podría afectar las actividades económicas de algunos de los residentes o propietarios que se dediquen a este tipo de actividades. No obstante, no se debe dejar de lado que este cambio en el uso de suelo también puede resultar beneficioso para aquellos residentes que se dedican a las actividades pesqueras ya que el aumento en el nivel de Lago para ellos implicaría menos restricciones en el transporte y mayores oportunidades de pesca.

En consecuencia, se considera al impacto durante esta fase como negativo, indirecto, una magnitud, acumulación y sinergia medias y un nivel de significación medio (-3.51).

7.5.6 Afectación al Tráfico Vehicular por Incremento en la Demanda de Transporte

Como parte de este estudio se realizaron estimaciones sobre la demanda de transporte terrestre y sobre el impacto vial del Proyecto en el sistema de transporte existente. Los principales aspectos evaluados fueron magnitud, división modal y distribución espacial. Este aspecto está determinado por el acelerado crecimiento de las actividades económicas, incluidos desarrollo inmobiliario, turístico y la ampliación del Canal.

Se excluyó del análisis al transporte de carga, ya que según información disponible la movilización de los materiales provenientes de las excavaciones y dragados no utilizará la red vial de las zonas Urbana Pacífico Oeste, Urbana Pacífico Este y Urbana del Atlántico debido a que las áreas de depósito de materiales, tanto terrestres, como acuáticas, están localizadas en el

entorno inmediato del Proyecto y se utilizará vialidad interna, así como rutas acuáticas para este fin³⁵.

Se consideró como período de análisis de las diferentes rutas el horario matutino de 06:00 – 08:00 a.m., considerado horario pico y que además coincidirá con la hora de entrada de uno de los turnos de trabajo del Proyecto. Para los viajes en automóvil particular se utiliza una tasa de ocupación de 1,6 personas por vehículo, que corresponde a un promedio razonable según las tendencias conocidas para la Ciudad de Panamá. En el caso de los viajes en Transporte Público se utiliza una ocupación de 50 personas por vehículo. Para cada unidad de transporte público se utilizó un factor equivalente de 2. Esto significa que un bus tiene el doble del efecto sobre la red vial que un auto, debido a que ocupa más espacio y no es tan eficiente en aceleración y freno³⁶.

Adicionalmente se consideró que cada empleado contratado tiene asociada una población dependiente de 3 personas, cuyos viajes mantienen un comportamiento similar a los del resto de la población, en cuanto a magnitud y división modal. Los viajes de los empleados se calculan asumiendo un viaje período pico por empleado, lo que significa que todos los trabajadores del turno llegan en ese intervalo. El modo de transporte variará en función de su nivel de ingreso, que en este caso subyace a la hipótesis sobre el lugar de residencia, ya que se cuenta con los indicadores de división modal típica para cada sector considerado.

Fase de Construcción

La demanda adicional de transporte terrestre para esta fase ocurrirá entre los años 2007 a 2014. Se consideran dos frentes de trabajo simultáneos; uno en el sector Atlántico y otro en el sector Pacífico, con un total de 6.000 trabajadores divididos en dos turnos.

El frente de obra del Atlántico ocasionaría el traslado diario de 1,500 personas en el período pico de la mañana, es decir 480 viajes en auto particular (300 vehículos) y 1,020 viajes en transporte

³⁵ Análisis realizado para el tema de transporte del EsIA para la Ampliación del Canal - Grupo Contrans (2007).

³⁶ Highway Capacity Manual. Transportation Research Board, Washington , D.C. , U.S. 2000.

público (20 buses), en tanto que la población asociada produciría 289 viajes en auto particular (181 vehículos) y 616 viajes en transporte público (12 buses).

Por su parte, el frente de obra del Pacífico generaría el mismo número de traslados diarios que en el frente Atlántico durante el período pico de la mañana, agrupados en 487 viajes en auto particular (304 vehículos) y 1,013 viajes en transporte público (20 buses), mientras que la población asociada produciría 644 viajes en auto particular (403 vehículos) y 767 viajes en transporte público (15 buses).

La demanda de transporte global de la Ciudad de Panamá (Zona Urbana del Pacífico Este) en las horas pico, se maneja en una condición prácticamente de saturación total del sistema vial principal, con excepciones como el puente Centenario y sus carreteras de acceso, la Autopista Panamá Colón y la Carretera Madden después del puente Centenario. Según los análisis que se han realizado de las simulaciones con el modelo para la Ciudad de Panamá. Por otro lado, extrapolando los volúmenes de los flujos vehiculares para el periodo 2009-2010 se han estimado los siguientes indicadores que dan cuenta de la situación actual: Recorrido medio por viaje de 16 km, tiempo promedio de más de 70 minutos y velocidad promedio de viaje de 13 km/h. (Anexo II - Transporte)

En la **Zona Urbana del Atlántico**, la carretera Transístmica, en el período pico de la mañana presenta el flujo mayor hacia Colón, con volúmenes cercanos a la capacidad en los tramos más cercanos a la Ciudad. El resto presenta un nivel de servicio mejorado por las ampliaciones de que ha sido objeto y que facilitan el tráfico de carga. No obstante la operación de la vía no es fluida debido al alto porcentaje de vehículos pesados. Se estima que la situación a futuro mejorará significativamente luego de la conclusión de las ampliaciones y mantenimiento mayor que están programadas, así como por el efecto de la culminación de la Autopista Panamá – Colón.

La vía de acceso al área de los trabajos desde Colón, carretera Bolívar, tiene un carril por sentido, sin hombros y pavimento irregular, lo que se traducen en una limitada capacidad vial. No obstante, opera fluidamente dada la baja intensidad del tránsito actual. La carretera Bolívar constituye el acceso previsto al frente de obras del Atlántico. Se estima que alcanzará más de

600 vehículos por sentido, por el efecto conjugado del desarrollo urbano y del Proyecto de ampliación. Esto se traduce en relaciones volumen/capacidad de más de 0.40, que significan un grado de compromiso muy manejable. Para la ruta que conecta los pueblos en el lado Oeste del Canal con la Ciudad de Colón, que atraviesa el puente de las esclusas de Gatún, estará probablemente afectado por las actividades de construcción. Se está en proceso de implementar un servicio de transbordador (ferry), que atravesará el Canal, el cual podría resolver el problema de tránsito al Oeste de las esclusas. Con la debida planificación, las interferencias que puedan ocasionarse con el transporte marítimo serán bajas.

Sobre la base de las estimaciones de demanda realizadas³⁷, el tráfico entre Colón y Panamá estaría en el orden de los 4 mil vehículos equivalentes³⁸ (06:00-08:00 a.m.) hacia Panamá y 12 mil vehículos equivalentes hacia Colón, que se repartirían entre la carretera Transistmica y la futura Autopista. Lo máximo que podría manejar la carretera Transistmica en dos horas, serían 6 mil vehículos equivalentes por sentido. Por lo tanto, en el sentido hacia Colón el resto lo manejaría la Autopista (6 mil en dos horas), lo cual ya representa también un grado de compromiso importante para la futura autopista. La carretera Madden en dirección a Panamá a la altura de Pedro Miguel llega también a nivel de capacidad. El tráfico del Oeste se repartiría casi equitativamente entre la carretera Panamericana y el puente Centenario, ya que la primera no puede manejar el crecimiento de los volúmenes. En este contexto el eje Centenario alcanzaría relaciones volumen – capacidad superior al 0.80.

En resumen, el número total de viajes diarios a ser realizados por los trabajadores empleados en la obras de ampliación y por la población asociada a ellos será de 5,316, de los cuales 1,900 (36%) serían efectuados en auto particular y 3,416 (64%) utilizando el transporte público. Estos viajes significarían el 1.1% de los viajes totales del sistema para el año 2015, 0.9% de los viajes en auto particular y 1.3% de los viajes en transporte público, representando 1,188 autos particulares y 68 unidades de transporte público.

³⁷ Análisis realizado para el tema de transporte del EsIA para la Ampliación del Canal - Grupo Contrans (2007).

³⁸ Vehículos equivalentes se refiere a la suma de autos pasajeros más los vehículos pesados (buses y camiones) con su respectivo factor de equivalencia.

Otro aspecto importante a considerar durante esta fase es que se prevé que los Contratistas implementen un servicio de bus colectivo especial que los trabajadores pueden utilizar para llegar a los sitios de trabajo. Durante los años picos de construcción, este servicio movilizará un estimado de 6,000 trabajadores diarios. Sin embargo, cantidades similares han accedido a estas áreas durante el funcionamiento de las bases militares.

En consecuencia, la estimación de la demanda de transporte permite suponer que durante esta fase el Proyecto generará un impacto negativo, directo, con una magnitud y acumulación baja, sinergia moderada, y con un nivel bajo de significación (-3.14).

Fase de Operación

En lo que respecta a la situación futura, las estimaciones de demanda correspondientes al año 2015, a pesar de no depender directamente de la operación del Proyecto, se traducen en general en un mayor compromiso de la red vial.

Se considera que la mayor demanda de transporte durante los años posteriores a la construcción estará igualada también con una mayor capacidad financiera para el mejoramiento de la infraestructura vial. En este sentido, a pesar del incremento pronosticado en la demanda para el uso de la infraestructura vial, se tiene considerado mejoras importantes en este aspecto en un mediano plazo, como la construcción de un puente elevado que reemplace el cruce actual por las esclusas de Gatún, con lo cual mejorará notablemente el flujo vehicular hacia y desde las comunidades localizadas en la ribera occidental del lago Gatún. Lo anterior permite suponer que durante esta fase del Proyecto también se generará un impacto negativo, indirecto, localizado, con una magnitud, acumulación y sinergia medias y un nivel de significación bajo (-2.21).

7.5.7 Afectación a Infraestructura Pública

Fase de Construcción

El área donde se efectuarán los trabajos de construcción se encuentra dentro de las áreas bajo administración privativa de la Autoridad del Canal de Panamá y por consiguiente la infraestructura pública a ser reubicada o modificada es principalmente suya. La misma incluye tuberías principales y de distribución de agua potable que abastecen al Área Económica Especial Panamá-Pacífico (AEEPP), Farfán, Palo Seco, Veracruz, antigua base naval de Rodman, Cocolí, Horoko y áreas de Arraiján, así como alcantarillado sanitario, torres y líneas de alta tensión de la ACP provenientes de la planta termoeléctrica de Miraflores, algunas torres de la línea de conducción eléctrica de ETESA proveniente de la subestación de La Chorrera (líneas 230-3A, 230-4B) y parte de la carretera Borinquen, drenajes, edificaciones menores, cercas y postes de tendido eléctrico .

En el Atlántico, específicamente en el poblado José Dominador Bazán, 8 edificaciones pertenecientes al Ministerio de Economía y Finanzas, de las cuales 4 se encuentran ocupadas por el Ministerio de Vivienda, serán traspasadas a la ACP para uso del Contratista.

Adicionalmente, durante la construcción del Proyecto pueden ocurrir limitaciones al uso del paso terrestre a través de las esclusas de Gatún, situación que puede resultar en la afectación de las actividades diarias a las comunidades de Costa Abajo de Colón.

Considerando lo anterior, se evalúa a este impacto como negativo, directo, con una magnitud y acumulación baja y sinergia inexistente, y un nivel de significación bajo (-1.12).

Fase de Operación

Durante esta fase no se tiene planificado realizar obras que ocasionen impactos adicionales en la infraestructura pública existente, por lo que no se tiene anticipado realizar nuevas afectaciones a la infraestructura pública.

7.5.8 Afectación a Estructuras

Fase de Construcción

A pesar de que todas las áreas aledañas al Canal son por precepto constitucional de uso privativo de la ACP, existen comunidades asentadas alrededor del lago Gatún, por debajo de la cota de nivel 30.48 m (100´) PLD, cuyas orillas constituyen uno de los límites del Área de Impacto Directo del Proyecto. Algunas estructuras en estas comunidades se encuentran ubicadas por debajo de la cota de nivel 27.1 m (89´) PLD, en nivel máximo operativo propuesto, por lo que podrían verse afectadas al final de cada temporada lluviosa cuando el Lago llegase a su nuevo máximo nivel operativo³⁹. Cabe destacar que durante la etapa de operación, no se prevén aumentos superiores en el nivel del Lago, a los obtenidos durante la construcción; es por ello que a pesar que la fluctuación ocurrirá a lo largo de la operación del Proyecto, el impacto se analiza para la etapa de construcción que sería cuando se presentaría la afectación inicial.

La ACP en Marzo de 2006, llevó a cabo un levantamiento topográfico para validar la información preliminar suministrada por Moffatt & Nichol / Golder, 2005. En este reconocimiento realizado en 47 comunidades localizadas en las riberas del lago Gatún, se identificó un total de nueve (9) viviendas y 57 estructuras de otro tipo (muelles o embarcaderos públicos y privados, tomas de agua, entre otros), que podrían verse afectadas con la elevación del nivel máximo operativo del Lago (ver Tabla 7-23).

Tabla 7-23
Impacto Potencial a Estructuras del Lago Gatún

Comunidad	Estructura	Elevación	Coordenadas
Ciricito	Muelle	26.8	601097 997628
Cuipo	Vivienda	27.08	604164 1003833

³⁹ Plan Maestro del Canal

Comunidad	Estructura	Elevación	Coordenadas
	Baño 1, Iglesia Cuadrangular (4 cubículos)	27.1	604290 1003686
	Baño 2, Iglesia Cuadrangular (4 cubículos)	26.9	604261 1003691
	Muelle	27.04	604262 1003709
	Toma de agua	26.6	604233 1001718
	Muelle	27.1	604493 1003495
	Toma de agua	26.5	604364 1003395
La Arenosa	Vivienda	26.6	615438 999610
	Vivienda	27.1	615283 999612
	Vivienda	27.1	614611 999014
	Vivienda	26.9	615395 999289
	Vivienda	26.8	615505 999494
	Junta Comunal (Terraza)	27.0	615428 999587
	Muelle	26.6	615438 999610
	Muelle del Instituto de Marina Mercante Ocupacional de Panamá	26..5	614843 998909
	Muelle del Muelle del Instituto de Marina Mercante Ocupacional de Panamá. Tierra firme	26..9	614815 998836
	Muelle de casa	26.8	615428 999390
	Toma de agua	27.0	615573 999301

Comunidad	Estructura	Elevación	Coordenadas
La Leona	Muelle de casa particular	26.9	615835 998352
	Muelle de casa particular	27.1	616003 998304
Coca Cola	Muelle de casa particular (parte del lago cerrado con boyas)	26.8	
	Muelle de casa	27.1	615195 996866
	Muelle de casa	27.0	616398 997145
Campo Alegre	Vivienda	27.0	608887 1002963
	Rancho	26.0	608882 1002377
Lagarterita	Muelle	26.6	619215 1003920
	Depósito	26.6	619215 1003920
	Muelle	26.3	618977 1003700
	Muelle	27.0	619143 1003879
Escobal	Muelle	26.7	614086 1011033
	Puente peatonal	26.7	613855 1010929
Los Cedros	Muelle	27	602861 1000039
Arrecifal	Muelle	26.7	603887 999468
Los Laguitos	Muelle	26.8	605487 9943112
	Depósito	26.7	605248 994814

Comunidad	Estructura	Elevación	Coordenadas
La Represa (La Laguna)	Muelle	26.9	627892 999808
	Muelle	27.0	627881 999728
	Cerca con base de cemento y ciclón	27.1	627881 999728
	Muelle en construcción	26.8	627881 999728
	Muelle	27.0	627708 999845
	Garaje para bote (estructura de cemento)	27.0	627767 999859
	Muelle y toma de agua	27.1	628045 999468
	Muelle de ecoforest	26.7	628900 1001942
Pueblo Nuevo	Escaleras de cemento	26.8	628175 998856
	Muelle	27.1	628298 998875
	Muelle	26.8	628394 998847
Isla del sonido del silencio	Rancho	27.1	633158 1006650
	Ranchos	27.0	633158 1006650
Limón	Cerca de ciclón con base de concreto.	26.8	629974 1023337
	Cerca de ciclón con base de concreto (Parte de atrás de la casa)	26.2	629898 1023307
	Muelle (Comunal)	27.1	629991 1023490
Nueva Providencia	Muelle (privado)	26.5	629787 1023584

Comunidad	Estructura	Elevación	Coordenadas
	Muelle (privado)	26.8	629685 1023652
	Muelles (privado)	26.8	629626 1024413
	Caseta Muelle	26.3	629441 1023900
Santa Rosa	Parada Comunal	26.7	647918 1015381
La Represa (Atlántico)	Rancho	26.9	627904 1031530
Isla Barro Colorado (STRI)	Muelle	27.1	627786 1013020
	Taller de motores y despacho de gasolina	27.1	627730 101304
	Taller de Carpintería	27.1	627760 1012997
	Oficina de Guardabosques	27.1	
Península Gigante (STRI)	Muelle	26.8	625739 1009043
	Caseta de generador	26.7	
Caña Brava	Vivienda	27.1	603890 1002936
Lagartera	Vivienda	27.1	619471 1007942
Total	66		

Fuente: ACP - Inventario de Infraestructuras ubicadas en la cota 27.1 metros (89pies) en el lago Gatún

Posteriormente, en mayo de 2007, URS realizó una validación de la información existente por considerar este impacto de alta sensibilidad social. Los resultados obtenidos demostraron la necesidad de realizar un inventario completo de todas las estructuras existentes a orillas del Lago, que permita identificar con total certeza cuántas estructuras y viviendas podrían verse afectadas con el aumento del nivel del Lago.

En cuanto a afectaciones a estructuras durante la construcción de esclusas y tinajas de reutilización de agua, en el antiguo poblado de Gatún (Atlántico) se identificaron 4 viviendas adosadas, actualmente ocupadas por personas ajenas a ACP. . En el área de Cocolí (Pacífico), se identificaron 6 edificaciones, utilizadas como centro de retiro espiritual que se verán afectadas con la desviación del río Cocolí. Actualmente, los propietarios de las estructuras afectadas se encuentran en conocimiento de esta información. El Proyecto incluye recursos para modificar o reubicar las estructuras que se pudiesen afectar e indemnizará o compensará apropiadamente a los propietarios de las mismas.

Por lo anterior, para la ponderación de impactos se considera que el impacto de las obras de ampliación durante esta fase tendrán un efecto limitado y puntual sobre la infraestructura privadas existente en algunas áreas del AES, por lo que su impacto se considera negativo, directo, de magnitud moderada, acumulación y sinergia inexistentes y con un nivel de significación bajo (-2.72).

Fase de Operación

Por otro lado, durante la operación no se tiene planificado realizar incrementos adicionales en el nivel operativo del lago Gatún, por lo que no existirán afectaciones adicionales a estructuras.

7.5.9 Revalorización de Propiedades

Este impacto se refiere al cambio, bien sea en aumento o en disminución, en el valor de las propiedades como consecuencia de las obras del Proyecto.

Fase de Construcción

Durante la fase de construcción, producto de las actividades que se realizarán, próximas a sitios o comunidades pobladas, se podría producir un aumento del valor de las propiedades, debido al aumento de personal en el área y al incremento de la demanda de bienes y servicios, por parte del

personal que participará en la construcción de la obra, como por ejemplo en José Dominador Bazán y Gamboa.

En virtud de lo anterior, el impacto se califica como positivo, indirecto, de ocurrencia probable, con un desarrollo lento, de magnitud media, acumulación baja y no sinérgico, por lo que el mismo posee una significación baja (+1.30).

Fase de Operación

Durante esta fase, el desarrollo del Proyecto producirá impactos positivos como la revalorización de terrenos en zonas como José Dominador Bazán, El cambio de paisaje con vistas a la nueva esclusas que ocurrirá en esta zona, donde serán visibles las actividades de tránsito por el canal ampliado, son factores que añadirán atractivo a los terrenos de la zona para el establecimiento de nuevas actividades.

Por consiguiente, este impacto se clasifica como positivo, de ocurrencia probable, indirecto, de magnitud media, duración permanente, acumulación baja y sinergia nulas, con un nivel de significación bajo (+1.40).

7.5.10 Riesgo de Incremento de Enfermedades Laborales

Fase de Construcción

Durante esta fase se podrían presentar los siguientes problemas a la salud de los trabajadores: afecciones respiratorias debido a períodos prolongados de exposición a gases contaminantes, provenientes de equipo de combustión interna y/o de partículas de polvo (menos de 10 micras), así como enfermedades gastrointestinales por la ingestión de aguas de mala calidad y/o alimentos contaminados. Adicionalmente, la generación de cuerpos estáticos de agua debidos a la acumulación de lluvia puede ocasionar la aparición de mosquitos, potenciales vectores de transmisión de enfermedades contagiosas como el dengue y paludismo (malaria). Sin embargo,

no se anticipa que las obras de construcción ocasionen un impacto significativo sobre la salud de los trabajadores.

Por lo anterior, la aplicación de reglamentos de salud y seguridad ocupacional, sanidad y prevención de enfermedades contagiosas utilizados por ACP y exigidos a sus Contratistas, permite suponer un impacto negativo, directo, con una ocurrencia probable, de desarrollo y magnitud media, de larga duración ya que se podría presentar mientras duren las actividades de construcción, de acumulación muy baja y sinergia inexistente, lo que supone un nivel de significación bajo para el riesgo de incremento de enfermedades (-1.42).

Fase de Operación

En esta fase el requerimiento a gran escala de personal adicional habrá cesado y por lo tanto el riesgo de un incremento de enfermedades debidas al Proyecto será prácticamente inexistente.

Por este motivo se considera que el impacto del Proyecto sobre el incremento de enfermedades es negativo, directo, probable, de magnitud baja, de acumulación muy baja y sinergia inexistente, con un nivel de significación bajo (-1.12).

7.5.11 Incremento en el Riesgo de Accidentes Laborales

Fase de Construcción

A pesar que en el Canal se han realizado trabajos de mantenimiento rutinario y de ampliación del Corte Culebra, profundización de los canales de navegación de las entradas del Canal (Atlántico y Pacífico), al igual que en el lago Gatún, durante los últimos años el registro de accidentes fatales es muy bajo. Durante las fases de construcción del Proyecto existe el riesgo latente de ocurrencia de accidentes por el uso de maquinaria pesada y equipo, así como por el manejo y transporte de materiales y sustancias peligrosas y/o inflamables por parte de empresas Contratistas; este riesgo se incrementa en función de la cantidad de trabajadores que participarán en el Proyecto, así como de la magnitud y duración de las obras. Por consiguiente, se anticipa

algún incremento en atenciones médicas durante la construcción y un incremento en la necesidad de atención médica para los trabajadores del Proyecto en las ciudades de Panamá y Colón.

Esto requerirá que el Contratista mantenga un servicio de primeros auxilios y un eficiente servicio de ambulancias para el traslado de las urgencias, así como personal paramédico para la atención rápida de los casos de urgencia.

Este impacto se considera de carácter negativo, directo, con una ocurrencia muy probable, de magnitud alta, larga duración dado que el riesgo existirá mientras se realicen los trabajos de construcción, pero no acumulativos ni sinérgico. En virtud de lo anterior, se obtiene un nivel de significación medio (-5.33).

Fase de Operación

Debido a los estrictos estándares de seguridad vigentes en ACP, la cantidad adicional de nuevos empleos que generarán las operaciones del Canal ampliado no se espera un incremento en el riesgo de accidentes con respecto a la operación existente.

Por esta razón el impacto potencial del Proyecto sobre un incremento en el riesgo de accidentes laborales durante esta fase se considera como negativo, directo, de ocurrencia probable, de magnitud baja, duración permanente, con acumulación y sinergia inexistentes, con un nivel de significación bajo (-1.45).

7.5.12 Cambios en los Niveles de Criminalidad

Fase de Construcción

Debido a que el impacto de la migración es bajo y dado que el aumento del nivel de empleo directo e indirecto, incide en el aumento de una mejor calidad de vida y en la disminución de la criminalidad, se considera que será poco probable que durante la construcción del Proyecto de ampliación, se puedan generar actividades delictivas adicionales,

Dadas estas presunciones, se estima al impacto en la seguridad ciudadana como negativo e indirecto, de magnitud, acumulación y sinergia muy bajas, con un nivel de significación muy bajo (-0.40).

Fase de Operación

Durante esta fase un incremento potencial de los niveles de criminalidad no sería directamente atribuible al Proyecto, sino más bien por el desarrollo de actividades conexas, considerándose al impacto del mismo como negativo, indirecto, de magnitud, acumulación y sinergia muy bajas, con un nivel de significación muy bajo de (-0.09).

7.5.13 Sobrecarga de Servicios Públicos

Fase de Construcción

Las obras de construcción requerirán de un mayor uso de los servicios públicos disponibles en el área por parte del personal de las empresas Contratistas y de sus dependientes, como agua, electricidad, telefonía y seguridad, así como otros servicios gubernamentales como tramitaciones en aduanas, permisos de trabajo, entre otros. Lo anterior, se fundamenta en que en la actualidad varias de las edificaciones presentes en la zona asignada para el uso de los Contratistas se encuentran desocupadas, y al iniciar la construcción serán habilitadas para lo cual deberán contar con los servicios básicos, situación que genera demanda sobre los mismos. Por otro lado, las empresas contratistas pueden requerir de la utilización de mano de obra extranjera la cual tendrá que cumplir con servicios gubernamentales contribuyendo al aumento en las solicitudes de permisos de trabajo y aduaneros.

Con respecto a la infraestructura de salud, no se anticipa que las obras de construcción ejerzan una presión significativa sobre la capacidad instalada de los mismos, ya que la mayor parte de la mano de obra será de origen local (País), por tanto adaptada a las condiciones climatológicas. Por otro lado, se establece en el PMA una serie de normas que van a garantizar la seguridad y

salud de los trabajadores durante sus actividades, razones por las cuales no se espera presión sobre las infraestructura de salud existentes.

Por consiguiente, el impacto de esta fase sobre los servicios públicos tendrá un carácter negativo, indirecto, una magnitud, acumulación y sinergia bajas y una significación baja (-3.24).

Fase de Operación

En la fase de operación, los ingresos generados por el Proyecto de ampliación comenzarán a estimular el crecimiento de otros sectores económicos, para lo cual el estado deberá brindar mayor y mejor cobertura de los servicios públicos, como ejemplo de ello podemos citar que históricamente, la demanda por energía generada en el país ha crecido paralelamente al desempeño económico (INDESA, 2007).

En cuanto al requerimiento adicional de energía eléctrica para la operación del tercer juego de esclusas, la cantidad adicional de energía será provista por la misma ACP que cuenta con suficiente capacidad instalada para este fin, por lo que no se generará una presión adicional sobre este recurso.

En ese sentido, este impacto ha sido valorado como negativo, indirecto, de magnitud, acumulación y sinergia medias, con un nivel de significación medio (-3.45).

7. 5.14 Incremento en la Generación de Desechos

Fase de Construcción

El incremento significativo en el número de empleados requeridos para esta fase puede generar una mayor cantidad de desechos en las obras de construcción y en áreas aledañas, lo cual ejercerá presión sobre el sistema de disposición de residuos existente. Igualmente, el uso en esta fase de una gran cantidad de equipo pesado y maquinaria también generará desechos no orgánicos, incluso peligrosos, que será preciso disponer adecuadamente.

Por lo anterior se considera a este impacto como negativo, directo, con una magnitud y acumulación moderadas, una sinergia baja y un nivel de significación medio (-3.98).

Fase de Operación

Una vez concluida la fase de construcción, la operación del Canal ampliado ocasionará un nivel de desechos superior al registrado en la actualidad, debido a un leve aumento en la cantidad de trabajadores en el área y mayor cantidad de turistas), así como también el uso de una mayor cantidad de equipo en las actividades de esclusaje y mantenimiento rutinario, con la consiguiente generación de desechos.

Siempre y cuando las políticas instauradas por ACP con respecto a la generación y tratamiento de residuos sea cumplida, se considera que este impacto será negativo, directo, de magnitud, acumulación y sinergia bajas, con un nivel de significación bajo (-0.93).

7.5.15 Incremento de Flujos Turísticos

Fase de Construcción

El turismo es una de las actividades económicas de más crecimiento dinámico en los últimos años. Las obras de ampliación no solamente no interrumpirán el tráfico actual de carga y de turistas, sino que generará un interés adicional en estos últimos, tanto nacionales como extranjeros, por visitar el Canal y ser testigos de la magnitud de las obras de ampliación.

Por tanto, se considera que este impacto tiene un carácter positivo, directo, con una magnitud media, una acumulación y sinergias bajas y un nivel de significación bajo (+2.48).

Fase de Operación

Una vez concluidas las obras relacionadas con la ampliación del Canal de Panamá y levantadas las restricciones de seguridad impuestas durante la fase de construcción, se estima que el interés

por visitar esta obra sea aún mayor, motivo por el cual se considera a este impacto como directo y positivo, con una magnitud media, una acumulación y sinergia bajas y un nivel de significación medio (+3.64).

7.5.16 Cambios al Paisaje

Como se indicó en el capítulo de línea base Socioeconómica, en las zonas que comprenden el AES, se destacan los paisajes de tipo industrial, natural y urbano, siendo el paisaje industrial el que predomina dentro del AID. Es importante destacar que lo que se pretende evaluar en esta sección es la “afectación visual por la alteración del paisaje”, por lo tanto para que ocurra dicha afectación, la misma tiene que ser observable o perceptible por un receptor. Desde este punto de vista, afectaciones al paisaje que no son perceptibles por un receptor no son consideradas como una afectación visual. Por lo tanto, se puede dar el caso que exista una afectación al paisaje, pero no necesariamente una afectación visual por tratarse de áreas alejadas de posibles “observadores” o receptores.

Fase de Construcción

Sobre la base de lo explicado previamente, la afectación visual durante la fase de construcción será principalmente observada en el paisaje industrial colindante con el área del Proyecto. Si bien se dará una alteración en este paisaje por nuevos elementos físicos (esclusas, diques, canales), el paisaje o apreciación visual resultante es consistente/compatible con el paisaje existente. Los cambios que se producirán al paisaje natural, principalmente por la conformación del terreno y construcción del dique de Borinquen se apreciarán principalmente desde algunos puntos localizados en las zonas: Urbana del Este y Urbana del Oeste. Dichos cambios estarán asociados a las excavaciones requeridas en el sector Pacífico de la obra, incluyendo la nivelación del cerro Cartagena.

Dentro de las seis zonas analizadas como parte de este esfuerzo, se puede afirmar que el paisaje urbano no será afectado o interrumpido por los elementos físicos del Proyecto. La única excepción a esto, es el área de viviendas que conforman el antiguo poblado de Gatún las cuáles o

bien serán eliminadas para la construcción de las obras del Proyecto, o bien formarán parte de las instalaciones para los Contratistas; no obstante, dada su condición actual donde la mayoría se encuentra en estado de abandono, se considera que no es un paisaje hoy día aprovechado o de valor particular.

Aún cuando las actividades de construcción generarán interés en el público en general y pudiera ser un atractivo a turistas, desde el punto de vista del paisaje se considera como de carácter negativo y directo, debido a que va a interrumpir / alterar la armonía paisajística en el área del Proyecto. Este impacto se desarrollará muy lento, de magnitud baja y de duración media. No se considera que este impacto tenga un efecto acumulativo o sinérgico. La ponderación de estos atributos dan como resultado un nivel de significación bajo (-1.18).

Fase de Operación

Durante la fase de operación, habrá afectación visual por la alteración del paisaje debido a la actividad de tránsito de buques de mayor tamaño. Esto podrá ser percibido en las zonas del AES adyacentes al área del Proyecto. Los paisajes urbanos no serían alterados durante la operación del Proyecto.

Como parte del análisis llevado a cabo se determinaron cuatro puntos muy importantes desde donde se aprecia el paisaje en el área del Proyecto, siendo estos el puente de las Américas, el poblado de José Dominador Bazán (Antiguo Fuerte Davis), el Centro de Visitantes de Miraflores y el puente Centenario. Los factores utilizados para determinar su importancia fueron su cercanía a elementos preponderantes de la obra y el número de personas que en un momento dado apreciarían las alteraciones al paisaje desde estos puntos.

Por este motivo y para ilustrar de manera visual la perspectiva del receptor, se procedió a realizar una simulación fotográfica de cómo se vería el paisaje desde estos sitios una vez terminada la obra. Dicho análisis se presenta como Figuras 7-4, 7-5 y 7-6 en donde se puede apreciar la condición antes y después de realizada la obra.

Para el caso del puente de las Américas, no se realizó una simulación visual debido a la distancia a la cual se encontrarán las infraestructuras, lo cuál limitaría considerablemente la visión de los observadores en tránsito por este sitio. Sin embargo, se considera necesario su análisis debido a su función como símbolo turístico del País. Su ubicación a la entrada del Canal, permitirá obtener una vista aérea del paso de los buques pospanamax que anteriormente no podían transitar en el área, de igual forma permitirá observar los nuevos desarrollos portuarios como parte de los beneficios asociados con el Proyecto de Ampliación del Canal. Estas condiciones pueden suponer que existirá mayor interés en las personas para transitar por el Puente, con lo cual aumentará el valor turístico con el que cuenta esta infraestructura.

En el área de José Dominador Bazán, se observa como los herbazales existentes serán sustituidos por un paisaje de tipo industrial, debido a que esta zona será parte de la ruta que deben utilizar los buques durante su paso a través del Canal. A pesar de que estos cambios constituyen alteraciones a la vegetación existente, se considera que el mismo tiene un efecto positivo en los pobladores del lugar ya que sus residencias van adquirir más valor por el atractivo turístico que el Proyecto genera, además de que se disminuirá la afectación que sufrían con los constantes incendios en los herbazales. (Figura 7-4)

En el Centro de Visitantes de Miraflores se puede apreciar que el paisaje natural de fondo sería interrumpido por un paisaje industrial, dominado por la presencia del dique de Borinquen y el nuevo canal de navegación donde transitarían los buques pospanamax. Aun cuando el paisaje de fondo será interrumpido por los elementos de la obra, se considera que el paisaje preponderante en el área que constituye el atractivo de dicho Centro de Visitantes es precisamente el Canal de Panamá, por lo que este nuevo elemento del paisaje será compatible con la situación actual. Adicionalmente, se considera que este elemento adicional al paisaje será un atractivo para los visitantes y que traerá beneficios económicos para el Canal y el país en general (Figura 7-5).

En la simulación fotográfica realizada para la perspectiva desde el puente Centenario se aprecia claramente la transformación del paisaje natural, como resultado de la nivelación del cerro Cartagena. Asimismo se aprecia que el paisaje resultante es parecido al anterior ya que todavía ofrece elementos paisajísticos naturales e industriales. Como resultado de la transformación del

paisaje natural, se podrá apreciar el horizonte de manera más continua, lo que dará como resultado una sensación de apertura y espacio (Figura 7-6).

El análisis de este impacto se considera como de carácter positivo y directo por las razones explicadas anteriormente para la fase de construcción. Su ocurrencia es cierta, su efecto será muy rápido, de magnitud media y de duración permanente. Por otro lado, debido al atractivo para los visitantes y los beneficios económicos que esto conlleva, se considera que este impacto tendrá un efecto sinérgico moderado, no acumulativo. La ponderación de estos atributos dan como resultado un nivel de significación medio (+5.50).

7.6 Impactos al Medio Histórico – Cultural

En cuatro de las seis zonas del AES existen reportes de yacimientos arqueológicos y/o sitios históricos que sufrirán impactos negativos por las obras de ampliación, debido a la construcción de caminos de acceso temporales y permanentes, excavaciones y rellenos, disposición de materiales excavados y dragados, la construcción de esclusas y tinas y la demolición de estructuras.

7.6.1 Afectación a sitios Históricos y Arqueológicos Conocidos

Etapa de Construcción

En la Zona del Lago Gatún se producirá un impacto sobre algunos tramos del antiguo Panamá Railroad por la construcción de caminos de acceso y excavación y ubicación de las tinas de reutilización de aguas, así como por la disposición de materiales de los sitios de depósito T2 y T3. La situación de los antiguos poblados de Culebra, Río Grande y Emperador ha variado desde la época de la construcción y por efecto de las labores de mantenimiento y ensanche de y en el Corte Culebra, de manera que los poblados fueron desmantelados y no existen en la actualidad. La orilla original se ha corrido más de 200 metros, lo que implica que esos poblados no serán afectados porque no se encuentran ya en esos sitios.

En la Zona Urbana del Pacífico Oeste específicamente en la sección que corresponde al área del Proyecto habrá un impacto por la excavación del canal de aproximación del tercer juego de esclusas del Pacífico (yacimiento de Cocolí) y en la excavación del nuevo trazado de la carretera Borinquen. La magnitud del impacto es definitiva, sin embargo es importante destacar que ya se han realizado prospecciones y rescates arqueológicos en estas zonas. Un impacto de igual magnitud y definitivo se producirá sobre el yacimiento de sitio El Faro, a causa de las futuras excavaciones para reubicar el cauce del río Cocolí y por el depósito en este punto de material de excavación (Sitio de Depósito Cocoli Sur 2). También se producirá un impacto sobre la excavación del Proyecto de Ampliación del 39 (estructura histórica), por la colocación sobre ella de las tinajas de reutilización de agua del tercer juego de esclusas del sector Pacífico (Miraflores) así como sobre los restos de maquinarias históricas del área de la excavación del 39 por la construcción de las tinajas de almacenamiento, excavación y depósito de materiales. Esta maquinaria es visible todavía hoy en día en el área próxima a la excavación del 39 del sector Pacífico

En la Zona Urbana del Pacífico Este, no se realizarán actividades de construcción en la margen Este del Canal y no se producirán impactos sobre los poblados históricos de Paraíso, Pedro Miguel, Gamboa y los restos arqueológicos del poblado de Cruces y el camino de Cruces de fundación colonial.

En la Zona Urbana del Pacífico Oeste asociada al área del Proyecto no se espera afectar sitios arqueológicos, ya que los restos del yacimiento precolombino de playa Farfán están lejos del sitio de depósito de Farfán.

Por tanto, se concluye que el Proyecto de Ampliación durante su fase de construcción tendrá un impacto sobre los sitios arqueológicos conocidos de carácter negativo y directo, de una magnitud alta, acumulación y sinergia bajas y un nivel de significación moderado (-3.80).

Etapa de Operación

No se prevé la afectación de sitios arqueológicos conocidos durante la etapa de operación, dado que la realización de obras que pudiesen crear este impacto finalizan una vez acaban las labores de construcción.

7.6.2 Afectación a Sitios Arqueológicos Desconocidos

Etapa de Construcción

Este impacto se evaluó utilizando las siguientes fuentes:

- La descripción de lugares descrito en las crónicas coloniales;
- Los mapas históricos y coloniales (desde el siglo XV hasta el siglo XX);
- Datos de campo de otras investigaciones realizadas en zonas de características fisiográficas y climáticas similares a la canalera y en las que se hayan podido detectar “patrones;” y
- Datos de patrones universales de poblamiento (abrigos rocosos, proximidad a ojos de agua, y cima de cerros, entre otros).

Existe un gran vacío de investigaciones para el área canalera y la región cultural Gran Darién a la que pertenece. Dadas las circunstancias se pueden extrapolar al área canalera algunos patrones identificados en lugares fuera del área de estudio, como el de poblamiento bien conocido a raíz de las investigaciones de Cooke y Griggs en Coclé del Norte (Cooke et al 2001), que parece estar estrechamente relacionado por la orografía y clima. Según este informe, en las cuencas de los ríos Toabré y Coclé del Norte, el poblamiento se caracterizaba por la existencia de pequeños caseríos diseminados y algunas aldeas (LP-16,LP-22,LP-29) que según Griggs⁴⁰ (1998) estaban relacionados con la explotación e intercambio de mercancías (hachoides, sal, mantas de algodón). La recopilación de datos de recursos ambientales y culturales en el área de Coclé del

⁴⁰ *Archaeology of Central Caribbean Panama*. Tesis Doctoral. Universidad de Texas

Norte (Cooke et al. 2001; Griggs 2005), señala además que el poblamiento prehispánico era más intenso en los puntos elevados, por su mayor ventilación y por presentar en general mejores condiciones de salubridad

Tras la consulta de las fuentes arriba señaladas y el análisis correspondiente, se concluye que los impactos potenciales del Proyecto de Ampliación sobre los recursos arqueológicos desconocidos tendrán durante la fase de construcción un carácter negativo y directo, de una magnitud media, acumulación y sinergia bajas y por consiguiente un nivel de significación bajo (-2.90).

Etapas de Operación

No se prevé la afectación de sitios arqueológicos conocidos durante la etapa de operación, dado que la realización de obras que pudiesen crear este impacto finalizan una vez acaban las labores de construcción.

7.6.3 Afectación a Pueblos Indígenas

La población total del AES identificada como perteneciente a algún grupo étnico nativo es muy pequeño, siendo prácticamente inexistente en los poblados de interés cercanos al Área de Impacto Directo. Dentro del AID no existen zonas protegidas o con disposiciones especiales para grupos humanos. Por consiguiente, se considera que este impacto no será de aplicación para el Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá – Tercer Juego de Esclusas.

7.7 Impactos Transfronterizos

De análisis realizado no se prevé la ocurrencia de impactos transfronterizos, es decir, más allá de las fronteras de Panamá. No obstante, en lo concerniente a la etapa de operación se han identificado una serie de impactos, los cuáles por su efecto a nivel regional / mundial se perfilan como impactos transfronterizos.

Los potenciales impactos identificados están relacionados principalmente con el incremento del tránsito marítimo por las rutas internacionales que buscarán su enlace con la ruta del Canal

ampliado, y la posibilidad de tránsito por el Canal de buques de mayor calado (pospanamax). Estos aspectos, pueden ocasionar los siguientes impactos potenciales:

- Incremento del riesgo de accidentes en las rutas internacionales
- Incremento de peajes para algunos países
- Mejoras en la confiabilidad de compañías navieras que usan la ruta del Canal
- Reducción del costo de transporte marítimo para el transporte mediante buques pospanamax
- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero

A continuación se realizan algunas consideraciones sobre cada uno de estos potenciales impactos.

7.7.1 Incremento en el Riesgo de Accidentes en las Rutas Internacionales

Debido al incremento en la frecuencia de uso de algunas rutas marítimas en aguas internacionales, que buscarán utilizar la ruta del Canal para pasar del océano Pacífico al Atlántico y/o viceversa, se podría incrementar el riesgo de accidentes de buques en dichas rutas, por desperfectos e incluso operaciones inadecuadas de cruce entre buques en alta mar. Al presente, no existen sin embargo estudios que permitan establecer conclusiones sobre este aspecto. De ocurrir tendría un carácter negativo y directo, cuya magnitud dependerá del tipo de accidente y sus potenciales consecuencias. Es claro sin embargo que, entre otros, debido a la existencia y observancia de lineamientos y buenas prácticas de navegación, dicho impacto tendrá una muy baja probabilidad de ocurrencia y desarrollo inmediato, sin efectos acumulativos o sinérgicos, por lo que su significación será también muy baja (- 0.24).

7.7.2 Efecto del Incremento de Peajes para Algunos Países

En el Informe de Viabilidad Ambiental del Programa de Ampliación del Canal (ACP, PB Consult, 2006), se indica que por encargo de la ACP se realizaron estudios para evaluar el impacto del aumento de peajes en varias economías regionales y globales, y concluyen que “un aumento en los costos de tránsito del Canal no tendrá alto impacto sobre el tránsito, si bien tendrá variaciones según el segmento de clientes del Canal”. En el Informe de Viabilidad se menciona también que se analizó el impacto en algunos países en particular, como Chile, Perú, Japón, Estados Unidos y otros, concluyendo que el efecto general será bajo.

Por otro lado, el impacto económico resultante del incremento de peajes fue analizado durante la reunión CIP – CEPAL el 18 de diciembre de 2006 en Santiago de Chile, donde representantes de países e instituciones realizaron presentaciones sobre el tema. Tras la consulta del reporte de la CEPAL sobre dicho evento⁴¹, queda claro que la expectativa de los actuales usuarios es que la ampliación del Canal se debería reflejar en una reducción del costo del transporte marítimo y no en un incremento, aunque los expositores manifestaron su comprensión y entendimiento de la necesidad del incremento de peajes.

Con base en el análisis de la información disponible sobre este tema, se concluye que el impacto potencial del incremento de peajes para algunos países sobre las economías regionales y globales tendrá un carácter negativo y directo, de ocurrencia probable y desarrollo lento, de una magnitud baja, duración permanente, acumulación y sinergia bajas y por consiguiente un nivel de significación bajo (-1.66).

7.7.3 Mejoras en la Confiabilidad de Compañías Navieras que usan la Ruta del Canal

La posibilidad de ofrecer transporte en buques más grandes (pospanamax) y la esperada reducción en tiempos de espera de buques que transitarán por el Canal, podrá permitir a las compañías navieras ampliar su cobertura de servicios y ofrecer menores tiempos de transporte de bienes entre determinados mercados. No existen al presente sin embargo estudios que permitan una cuantificación de los efectos potenciales, ni de los rubros de transporte potencialmente beneficiados. En todo caso, el impacto potencial será positivo e indirecto, de mediana probabilidad de ocurrencia, de desarrollo lento, duración permanente y baja magnitud. De ocurrir, tendría un efecto acumulativo y sinérgico mediano. Como resultado, la significación del impacto será baja (+1.77).

7.7.4 Reducción del Costo de Transporte Marítimo para el Transporte Mediante Buques Pospanamax

En el mismo contexto que fuera mencionado para el impacto anterior, la potencial reducción de las distancias de transporte, el incremento en los volúmenes que pueden ser transportados en

⁴¹ <http://www.eclac.cl/cgi-bin/getProd.asp?xml=/drni/noticias/noticias/8/27438/P27438.xml&xsl=/drni/tpl/p1f.xsl&base=/drni/tpl/top-bottom.xsl>

buques pospanamax y la potencial reducción en el tiempo de transporte de los bienes y productos involucrados, conllevan el potencial de una reducción en los costos de transporte.

Este impacto requiere sin embargo ser estudiado con más detalle. Se considera que dicho impacto tendrá un carácter positivo e indirecto, será de mediana probabilidad de ocurrencia, de duración permanente y mediana magnitud. De ocurrir, tendría un efecto acumulativo y sinérgico mediano. Como resultado, se estima que su significación será baja (+2.23).

7.7.5 Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Este impacto fue evaluado en la sección 7.2.1 de este capítulo.

7.8 Metodologías Usadas en Función de la Naturaleza de la Acción Emprendida, las Variables Ambientales Afectadas y las Características Ambientales del Área de Influencia Involucrada

7.8.1 Metodologías Usadas

Un propósito principal del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) es identificar en forma objetiva, los efectos y repercusiones ocasionadas sobre las condiciones socio-ambientales existentes en el sitio propuesto para el desarrollo del Proyecto y su área de influencia. En ese sentido, una tarea crítica de un EsIA consiste en determinar la clase e intensidad de los efectos del Proyecto, valorando sus repercusiones sobre la evolución de las condiciones biofísicas y socioeconómicas del entorno.

Las metodologías utilizadas tanto para la identificación como para el análisis y evaluación de los impactos fueron seleccionadas de acuerdo a lo establecido en el Decreto Ejecutivo 209, en función de: i) la naturaleza de las acciones requeridas para la construcción y operación del tercer juego de esclusas; ii) las variables ambientales que podrían ser mayormente afectadas considerando la naturaleza de esas acciones; y iii) las características ambientales del área de influencia involucrada. Estas metodologías se describen a continuación.

7.8.1.1 Identificación de Impactos

El proceso de identificación considera las posibles interacciones entre los elementos y receptores sensibles en el área de estudio, con la naturaleza de las actividades y procesos asociados a la construcción y operación del Proyecto. Las distintas interacciones del Proyecto con las variables ambientales que podrían ser afectadas por dichas actividades y procesos (componentes físico, biológico, socioeconómico e histórico-cultural del medio) y sus características ambientales, determinan la posibilidad de impactos positivos o negativos. La identificación y evaluación de impactos se lleva a cabo utilizando matrices, y en el proceso éstos son evaluados por su carácter (positivo o negativo), probabilidad de ocurrencia, duración, magnitud, y sus efectos acumulativos y sinérgicos.

Adicionalmente a lo requerido en el Decreto 209, a solicitud del promotor del Proyecto (ACP), se incluyó la evaluación de los impactos transfronterizos.

El procedimiento matricial que se utiliza está basado en la metodología tradicional para la elaboración de matrices de Leopold. Para su aplicación al EsIA, se plantea una modificación de la matriz de Leopold (Garmendia et al., 2005), en la cual se entrecruzan las actividades que serán desarrolladas como parte del Proyecto (columnas de la matriz) con los elementos biofísicos, socioeconómicos y culturales existentes en la misma (filas de la matriz).

La matriz de identificación de impactos agrupa las acciones o actividades del Proyecto en sus distintas fases. Estas acciones se definen en el capítulo de Descripción del Proyecto y comprenden las principales actividades con potencial para generar impactos. Por su parte, los elementos de interés (físicos, biológicos y socioeconómicos e histórico-culturales) o factores que podrían sufrir impactos derivados de la construcción, operación y/o abandono del Proyecto se definen en la Descripción de Línea Base. Para la identificación de los impactos potenciales, se utilizó una Matriz de Impactos (ver Matriz 1 adjunta).

7.8.1.2 Evaluación de Impactos

El proceso de selección de los métodos de evaluación de impactos considera como criterio principal y determinante el uso de una metodología aceptada por la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), optándose por tablas de interacción cualitativas y cuantitativas, matrices de proyectos lineales, análisis fotográfico e interpretación cartográfica de los mapas temáticos generados en la línea base. Todas estas técnicas fueron aplicadas según el caso por los especialistas. Durante la evaluación se contó con la participación de los especialistas, de tal manera de lograr un “juicio de expertos”.

Después del análisis y evaluación, los impactos ambientales se valorizan y jerarquizan según su condición de positivos o negativos y directos o indirectos. También, se considera su nivel de significación (desde Muy Alta a Muy Baja significación). La significación del impacto ambiental se determina sobre la base de la magnitud, duración, tiempo de desarrollo, los efectos acumulativos y sinérgicos del mismo, así como su probabilidad de ocurrencia.

Para la valorización cuantitativa de los impactos en base a su análisis, se calculó un Índice de Significación. Por su parte, la calificación y jerarquización de los impactos se basa en los resultados de la evaluación de impactos, la cual toma en cuenta las actividades del Proyecto, las condiciones existentes (línea de base) y las metodologías adecuadas para cada tema que se evalúa.

El método aplicado es una adaptación del Método de Criterios Relevantes (Buroz, 1994; SWECO-INGENSA-CALI, 1997; Walsh Perú, S.A. 2005; Garmendia et al., 2005), en el cual se calculan una serie de indicadores de impactos, que se globalizan a través de una función que proporciona un índice único denominado “Índice de Significación (S)”, de acuerdo a la siguiente expresión matemática:

$$S = CP\{a(De \times M/10) + b(Du) + c(A) + d(Si)\}$$

Donde:

- S: Calificación por nivel de significación, expresado entre 1 y 10
- C: Carácter del impacto: (+) positivo = beneficioso; o (-) negativo = adverso
- P: Presencia (probabilidad de ocurrencia)
- De: Desarrollo
- M: Magnitud
- Du: Duración
- A: Acumulación
- Si: Sinergia

a, b, c, d: Factores de ponderación (a = 0.6, b = 0.2, c = 0.10, d = 0.10)

A continuación se describen los criterios o parámetros que permiten estimar los índices o valores numéricos de significación:

Carácter (C): Este parámetro asigna un valor aritmético positivo o negativo a la significación del impacto de acuerdo al carácter del impacto, (beneficioso o adverso).

Presencia o Probabilidad de Ocurrencia (P): Este análisis permite diferenciar los impactos que ocurrirán inevitablemente y los que están asociados a ciertos niveles de probabilidad de ocurrencia. Un impacto puede ser de ocurrencia indefectible (o cierta), puede tener una muy moderada probabilidad de ocurrencia (no es seguro que se pueda presentar), posible probabilidad (su aparición es remota, aunque no se puede descartar) y poco probable.

Desarrollo (De): Evalúa el tiempo que tarda el efecto en alcanzar la máxima perturbación, estableciéndose una escala que va desde inmediato, muy rápido (<1 mes) hasta muy lento (>24 meses).

Magnitud (M): Este atributo valora el grado de alteración (dimensión o tamaño) de las condiciones o características iniciales del factor ambiental afectado (en la tabla de calificación se expresa en porcentajes). Es la dimensión del impacto; es decir, la medida del cambio

cuantitativo o cualitativo de un parámetro ambiental, provocada por una acción. La calificación varía de muy alta (90-100) a muy baja (0-19).

Duración (Du): Califica la temporalidad del efecto independientemente de toda acción de mitigación. El impacto puede ser de duración muy corta si es de pocos días o menor a un año (1) hasta permanente (>10 años) después de la ejecución del Proyecto.

Acumulación (A): Califica los efectos generados por las actividades del Proyecto y por las actividades de otros proyectos ejecutados (como el canal existente) o por ejecutarse. Los impactos acumulativos se definen como los efectos ambientales esperados de los impactos combinados de proyectos pasados, presentes y razonablemente esperados para el futuro, dentro del área del Proyecto.

Sinergia (Si): Este parámetro califica el efecto conjunto de la ocurrencia de varios agentes causantes de impactos, el cuál da como resultado un impacto mayor que la suma simple de los efectos individuales causados por cada uno.

En base al grado de incidencia de los referidos parámetros o criterios, la calificación numérica de los mismos variará dentro de los intervalos de ponderación incluidos en la Tabla 7-24. Con esos parámetros, los valores factibles para el índice de significación fluctúan entre diez (10) y menos diez (-10) con el signo indicando si los efectos son favorables o adversos. El valor absoluto del índice de significación dependerá de los resultados que se obtengan al evaluar los impactos. El rango de valores factibles permite agrupar los impactos tanto favorables como adversos en seis categorías de significación de acuerdo a los siguientes límites indicados en la Tabla 7-25. La Matriz 2 (adjunta) presenta los valores de la ponderación de cada parámetro de los impactos evaluados.

Tabla 7-24

Rango de Valores para los Parámetros Considerados en la Evaluación del Índice de Significación

Parámetros	Calificación	Ponderación
Carácter (C)	Beneficioso	1
	Adverso	-1
Presencia o probabilidad de ocurrencia (P)	Cierto o inevitable	1
	Muy probable	0.7 – 0.9
	Probable	0.4 – 0.6
	Poco probable	0.1 – 0.3
Desarrollo (De)	Muy rápido (< 1 mes)	0.9 – 1.0
	Rápido (1 a 6 meses)	0.7 – 0.8
	Medio (7 a 11 meses)	0.5 – 0.6
	Lento (12 a 24 meses)	0.3 – 0.4
	Muy lento (> 24 meses)	0.1 – 0.2
Magnitud (M)	Muy alta	90 – 100
	Alta	70 – 89
	Media	40 – 69
	Baja	20 – 39
	Muy Baja	0 – 19
Duración (Du)	Permanente (> 10 años)	10
	Larga (7 a 10 años)	7 – 9
	Media (4 a 7 años)	4 – 6
	Corta (1 a 4 años)	2 – 3
	Muy corta (< 1 año)	1
Acumulación (A) o Efecto Acumulativo	Muy Alto	9 – 10
	Alto	7 – 8
	Moderado	4 – 6
	Bajo	2 – 3
	Muy Bajo	0 – 1
	Muy Alta	9 – 10
	Alta	7 – 8

Parámetros	Calificación	Ponderación
Sinergia (Si)	Moderada	4 – 6
	Baja	2 – 3
	Muy Baja	0 – 1

Tabla 7-25

Categorías de Significación para los Impactos Beneficiosos o Adversos

Atributo	Calificación	Rango
Significación (S)*	Muy Baja	< 0.6
	Baja	0.6 – 3.3
	Media o Moderada	3.4 – 6.1
	Alta	6.2 – 8.5
	Muy Alta	> 8.5

(*) = Su valor es la resultante de la valoración asignada a los demás parámetros que intervienen en la calificación

7.8.2 Naturaleza de las Acciones Emprendidas

El Proyecto de Ampliación-Tercer Juego de Esclusas incluye tres grandes componentes:

- i) La construcción de dos complejos de esclusas de tres cámaras o niveles cada uno, que incluyen tres tinajas de reutilización de agua por cada cámara o nivel de esclusas. Las del océano Atlántico ubicadas en el lado Este de la esclusa existente de Gatún, y las del océano Pacífico, al Suroeste de la esclusa existente de Miraflores. La ubicación de ambas esclusas aprovecha una porción significativa de las excavaciones del proyecto de tercer juego de esclusas iniciado por el Gobierno de los Estados Unidos en 1939.
- ii) La construcción de nuevos cauces para acceso a las esclusas y la ampliación y profundización de los cauces de navegación existentes; y
- iii) La elevación del nivel máximo operativo del lago Gatún en aproximadamente 0.45 m (1.5') que incrementará el nivel actual de 26.7 m (87.5') PLD al nivel 27.1 m (89')

PLD. Este componente del Proyecto aumentará la capacidad de reserva utilizable del Lago.

Todas las obras del Proyecto y las instalaciones temporales requeridas para la construcción, así como las áreas de depósito de materiales excavados y dragados, se ubican dentro de tierras reservadas para el uso del Canal, según el Plan de Usos del Suelo elaborado por la Autoridad de la Región Interoceánica, Ley 21 de 1997. Estas tierras formaban parte de la antigua Zona del Canal, una franja que se había cedido al Gobierno de los Estados Unidos para actividades relacionadas con el funcionamiento del Canal y su protección.

El Proyecto de Ampliación del Canal con el Tercer Juego de Esclusas involucra el movimiento de aproximadamente 133 millones de metros cúbicos (Mm^3) (83 Mm^3 excavado, 50 Mm^3 dragado) de material. El Proyecto es, primordialmente, una obra de excavación a cielo abierto y de dragado en un área geológica estudiada y despejada. El Proyecto no involucra trabajos de construcción subterráneos o subacuáticos.

Las actividades principales del Proyecto durante la construcción serán las siguientes:

- Movilización y construcción de las instalaciones temporales para las obras, préstamos de materiales y fabricación de agregados.
- Construcción de caminos de acceso temporales y permanentes
- Limpieza, desmonte y desbroce
- Excavación y rellenos
- Voladuras
- Estabilización de taludes y cortes
- Dragado y profundización de canales y cauces
- Manejo de sitios de depósito de materiales excavados y dragados
- Construcción de esclusas y tinajas de reutilización de agua
- Construcción de los diques Borinquen
- Elevación del nivel del lago Gatún
- Instalaciones mecánicas y electromecánicas y sistemas de control y navegación.

Las instalaciones de apoyo a la construcción incluyen una serie diversa de estructuras y componentes para facilitar el acceso y transporte de materiales y equipos, así como el mantenimiento adecuado de los mismos y la fabricación de agregados y hormigón, entre otros. Entre las más importantes, se requiere la construcción de un muelle en el Pacífico y otro en el Atlántico, la instalación de una planta trituradora en el sector del Pacífico; al menos dos plantas de hormigón (Atlántico y Pacífico), cada una de las cuales tendrá que producir unos 2 millones de m³ de hormigón para la construcción de las esclusas, tinas de reutilización y edificaciones alrededor de la esclusa.

Entre los edificios temporales requeridos se encuentran las oficinas de campo, galeras, talleres, estaciones de primeros auxilios, comedores, estaciones de trasbordo de empleados, laboratorios de suelos y de concreto. No se consideró un campamento para los trabajadores, dada la ubicación del Proyecto próximo a los centros urbanos más importante del País, pero se consideró que a los trabajadores se les proveería servicio de transporte.

Los materiales para los rellenos, núcleos impermeables de los diques y fabricación de agregados serán obtenidos, principalmente de las mismas excavaciones y procesados en las plantas descritas anteriormente.

Para el depósito de los materiales excavados y dragados, se han escogido 23 sitios de los cuales 16 de estos se encuentran en el sector Pacífico y 7 en el sector Atlántico. Todos los sitios se encuentran dentro de las áreas operativas de la ACP.

Durante la fase de operación, las actividades principales del Proyecto comprenderán las siguientes:

- Operación de esclusas pospanamax con tinas de reutilización de agua
- Mantenimiento de esclusas con tinas de reutilización de agua;
- Manejo del nuevo nivel operativo del lago Gatún;
- Dragado de mantenimiento, en el canal de navegación y fondeaderos (marinos y lacustres);

y

- Manejo de los sitios de depósito de material de dragado

7.8.3 Variables Ambientales Afectadas

Las variables ambientales que serán afectadas durante la construcción y operación del Proyecto y las actividades que generarán dicha afectación, se muestran en la matriz de identificación de impactos (Matriz 1). Estas variables han sido agrupadas en los siguientes elementos:

- Físicos: clima, calidad del aire, agua y suelo
- Biológicos: flora y fauna terrestre, dulce acuícola y marina, recursos forestales y áreas protegidas
- Socioeconómicos: población, salud y educación, bienes y servicios, tenencia y uso del suelo, ingreso y empleo, producción y productividad, seguridad, economía nacional y paisaje
- Históricos y Culturales: sitios arqueológicos y sitios históricos

Los impactos identificados y evaluados al medio físico en este EsIA, son los siguientes:

- Entre los relacionados al clima se han considerado, el cambio microclimático y la pérdida del potencial de captura de carbono.
- Los relacionados al aire incluyen el deterioro de la calidad del aire, aumento en los niveles de ruido y vibraciones y el incremento en la percepción de olores.
- Los impactos relacionados al suelo y basamento (geología y geomorfología) incluyen el socavamiento – hundimiento, aumento en el riesgo de deslizamientos, incremento en la erosión de los suelos, aumento en la sedimentación, compactación del suelo, contaminación de suelos y disminución de la aptitud de uso del suelo.
- Entre los impactos al agua se han considerado el deterioro de la calidad de las aguas, la alteración del régimen de flujo de las aguas y la alteración del patrón de drenaje.

Los impactos identificados y evaluados al medio biológico, son los siguientes:

- Entre los relacionados a la flora y fauna terrestre se han considerado la pérdida de cobertura vegetal, pérdida del potencial forestal, pérdida de hábitat de fauna terrestre, eliminación directa de la fauna, perturbación a la fauna silvestre, aumento del riesgo de atropello de la fauna silvestre, y el incremento de la cacería furtiva.
- Entre los impactos a la flora y fauna dulce acuícola y marina, se han considerado como impactos la alteración de los recursos acuáticos en ríos y quebradas, en el lago Gatún, en el lago Miraflores y la alteración de los ecosistemas marino costeros.
- También se ha considerado el impacto resultante de la potencial afectación a áreas protegidas

Los impactos identificados y evaluados al medio socioeconómico, son los siguientes:

- Mayor estímulo a la economía nacional, incremento en los ingresos del tesoro nacional y generación de empleos.
- Incremento de la población y flujos migratorios
- Cambios en el uso del suelo
- Afectación al tráfico vehicular por incremento en la demanda de transporte
- Afectación a la infraestructura pública y privada
- Riesgo de incremento de enfermedades y accidentes laborales
- Incremento en los niveles de criminalidad
- Sobrecarga de servicios públicos
- Incremento en la generación de desechos
- Incremento de flujos turísticos
- Afectación al Paisaje

Los impactos identificados y evaluados al medio histórico – cultural, son los siguientes:

- Afectación a sitios históricos y arqueológicos conocidos
- Afectación a sitios arqueológicos desconocidos

Adicionalmente a lo requerido en el Decreto 209, a solicitud del promotor del Proyecto (ACP), se ha incluido la evaluación de los impactos transfronterizos, los cuáles incluyeron el análisis del incremento del riesgo de accidentes en las rutas internacionales, incremento de peajes para algunos países, mejoras en la confiabilidad de compañías navieras que usan la ruta del Canal, reducción del costo de transporte marítimo para el transporte mediante buques pospanamax y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero⁴².

7.8.4 Características Ambientales del Área de Influencia Involucrada

El área de estudio, concepto necesario para identificar los posibles efectos de un proyecto sobre el medio físico/biótico y social, se define como aquella área donde pudieran manifestarse los impactos generados por las actividades de construcción, operación y mantenimiento del Canal ampliado. En función a su cercanía y relación con las actividades mencionadas, se delimitó un Área de Estudio Ambiental (AEA) y un Área de Estudio Socioeconómico (AES).

El AEA abarca 421,868 ha y se dividió en tres categorías: un Área de Estudio General (AEG), que abarca los sectores Este y Oeste de la cuenca hidrográfica del Canal y comprende una superficie de 267,190 hectáreas; el Área de Estudio Específico (AEE) que abarca una región geográfica de 142,604 hectáreas; y el Área de Impacto Directo (AID) que se define como la suma de las áreas de trabajo, circulación, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto y cubre una superficie de 12,074 hectáreas, que se encuentran dentro de las áreas de patrimonio y bajo administración privativa de la ACP.

El AES agrupa las áreas que pudieran ser afectadas, tanto positiva como negativamente, en el contexto socioeconómico y comprende una región geográfica un poco más extensa que la utilizada en la estructura ambiental. El AES abarca una superficie de 454,050 hectáreas.

En las secciones 4, 5 y 6 del presente EsIA se presenta ampliamente las condiciones de línea base del área donde se desarrollará el Proyecto, lo cuál a su vez fue considerado para efectos de

⁴² Este impacto fue evaluado como parte de los impactos físicos.

ubicar el impacto generado en función de las características ambientales del área donde se desarrollará el Proyecto.

El Área de Impacto Directo del Proyecto se ubica, principalmente dentro del área de uso privativo de la ACP e incluye en su mayoría áreas sujetas a las actividades históricas de construcción, operación y mantenimiento del Canal.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES Y ELEMENTOS																											
Elementos de Interés		FASE DE CONSTRUCCIÓN																		FASE DE OPERACIÓN							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	TOTAL	1	2	3	4	5	6	TOTAL
		Movilización y construcción de instalaciones temporales y de apoyo	Fabricación de Agregados y Hormigón	Construcción de Caminos de Acceso Temporales y Permanentes	Limpieza, Desbroce y Desmonte	Manejo y desvío de aguas de escurrimiento	Transporte de Materiales, Equipos y Personal	Excavación y Rellenos	Voladuras	Estabilización de Taludes y Cortes	Dragado y Profundización de Canales y Cauces	Habilitación y manejo de sitios de disposición	Construcción de esclusas y líneas de ahorro de agua	Disposición de Material Excavado (Tierra y L. Gattún)	Disposición de Material Dragado (Tierra, Lago y Mar)	Construcción de Diques Borinquen	Elevación del nivel del Lago Gattún	Instalar Equipos Mecánicos y Electromecánicos	Desmoviliación y abandono de las áreas de construcción	TOTAL	Esclusajes Rutinarios	Manejo del nivel del lago	Mantenimiento de Esclusas	Mantenimiento de Cauces y Canales	Mantenimiento de Sitios de Disposición	Tránsito de barcos	TOTAL
Elementos Físicos	CLIMA	●		●	●			●					●	●						6		●			●	●	3
	CALIDAD DEL AIRE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					15	●		●	●	●	●	5
	AGUAS					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					7		●				●	2
	SUELO	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●		16	●			●			2
	PAISAJE				●			●	●	●		●	●		●					7	●					●	2
Elementos Biológicos	FLORA TERRESTRE	●		●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●					12					●		1
	RECURSOS FORESTALES	●			●								●	●						4		●					1
	FAUNA TERRESTRE	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●						13	●				●		2
	FLORA DULCEACUÍCOLA	●								●			●	●						4	●	●		●	●		4
	FAUNA DULCEACUÍCOLA	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●				●	14	●	●		●	●		4
	FLORA MARINA													●						1				●	●		2
	FAUNA MARINA													●						1				●	●		2
	AREAS PROTEGIDAS						●			●										2		●					1
Elementos del Componente Socioeconómico	POBLACION							●		●		●			●				4	●					●	2	
	SALUD Y EDUCACIÓN							●		●		●							4						●	1	
	BIENES Y SERVICIOS			●				●				●				●	●	●	6						●	1	
	TENENCIA Y USO DEL SUELO				●			●				●			●				4						●	1	
	INGRESO Y EMPLEO							●		●		●			●				4	●		●	●	●	●	5	
	PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD							●		●		●			●				4	●					●	2	
	SEGURIDAD	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	18	●		●	●	●	●	5
	ECONOMÍA NACIONAL							●				●			●				3						●	1	
Aspectos Históricos y Culturales	SITIOS ARQUEOLÓGICOS	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	18								
	SITIOS HISTÓRICOS	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					13								
TOTAL		11	7	9	12	9	6	17	11	10	13	8	16	12	14	12	3	4	4	13	10	6	3	8	10	12	

Símbolo:



