

Ampliación del Canal de Panamá
Proyecto del Tercer Juego de Esclusas
Task Order # 30

Estudios Complementarios para Estudio de Impacto Ambiental

Incluyen:

Descripción de la Fase de Construcción

Evaluación del Sistema Carretero Existente y Vías de Acceso

Evaluación de Emisiones Atmosféricas

Evaluación de Niveles de Ruido

Octubre 2006



Preparado para:
**La Autoridad del
Canal de Panamá (ACP)**

Preparado por :
PB Consult

En colaboración con la
División Ambiental de la ACP



Tabla de Contenido

RESUMEN EJECUTIVO.....	I
1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	1-1
1.1 INTRODUCCIÓN	1-1
1.2 PREMISAS PARA EL DESARROLLO DE LOS DISEÑOS CONCEPTUALES DE LAS ESCLUSAS POST-PANAMAX.....	1-2
1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS COMPONENTES DEL PROYECTO.....	1-4
1.3.1 Esclusas	1-4
1.3.2 Cauces de navegación	1-8
1.3.3 Elevación del nivel máximo de operación del lago Gatún	1-11
1.3.4 Cronograma para la construcción del Tercer Juego de Esclusas.....	1-11
1.4 MANO DE OBRA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TERCER JUEGO DE ESCLUSAS.....	1-13
1.5 COSTO DEL PROYECTO.....	1-15
2 DESCRIPCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN.....	2-1
2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CONSTRUCCIÓN	2-1
2.1.1 Trabajos necesarios previos al inicio de la construcción de las esclusas.....	2-4
2.1.2 Trabajos necesarios que podrían efectuarse al mismo tiempo que la construcción de las esclusas.....	2-4
2.1.3 Sitios de depósito.....	2-4
2.2 CONSTRUCCIÓN ESCLUSAS DEL SECTOR PACÍFICO	2-9
2.2.1 Introducción	2-9
2.2.2 Cronograma	2-11
2.2.3 Construcción de las esclusas del Sector Pacífico.....	2-13
2.3 CONSTRUCCIÓN ESCLUSAS DEL SECTOR ATLÁNTICO	2-33
2.3.1 Introducción	2-33
2.3.2 Cronograma	2-35
2.3.3 Construcción de las esclusas del Sector Atlántico.....	2-38
2.4 ACTIVIDADES DE DRAGADO Y EXCAVACIÓN EN LOS CAUCES DE NAVEGACIÓN	2-47
2.4.1 Introducción	2-47
2.4.2 Parámetros de diseño para los cauces de navegación	2-49
2.4.3 Caracterización geológica general del cauce de navegación del Canal.....	2-51
2.4.4 Volúmenes de excavación, perforación y voladuras, y dragado	2-52
2.4.5 Equipos Propuestos.....	2-56
2.4.6 Planificación de la Ejecución de los Trabajos en el Cauce de Navegación Post-Panamax	2-69
2.4.7 Mano de obra para los Trabajos en el Cauce de Navegación Post-Panamax	2-70
2.4.8 Limitaciones a los trabajos debido a la operación del Canal Existente.....	2-72
2.5 ELEVACIÓN DEL NIVEL MÁXIMO OPERATIVO DEL LAGO GATÚN.....	2-74
2.5.1 Introducción	2-74
2.5.2 Actividades de Construcción	2-74
2.6 MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS PARA LA FASE DE CONSTRUCCIÓN	2-76
2.6.1 Antecedentes.....	2-76
2.6.2 Medidas de Mitigación propuestas para la fase de Construcción.....	2-77
3 EVALUACIÓN DEL SISTEMA CARRETERO EXISTENTE Y VÍAS DE ACCESO.....	3-1
3.1 OBJETIVO Y ENFOQUE.....	3-1
3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS RUTAS DE ACCESO DENTRO DEL SISTEMA CARRETERO EXISTENTE	3-1
3.3 UTILIZACIÓN Y CAPACIDAD DEL SISTEMA CARRETERO EXISTENTE.....	3-3
3.3.1 Flujos de tránsito.....	3-3
3.3.2 Análisis de capacidad del sistema	3-12
3.4 CAPACIDAD DEL SISTEMA PARA ABSORBER LOS FLUJOS GENERADOS POR LA CONSTRUCCIÓN	3-13

3.4.1	<i>Generación de flujos de tránsito durante el año pico de construcción</i>	3-13
3.4.2	<i>Efectos del flujo generado en el sistema carretero existente</i>	3-14
3.5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA UN PROGRAMA DE MANEJO DE ACCESO	3-14
4	EVALUACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS	4-1
4.1	OBJETIVO Y ENFOQUE	4-1
4.2	NORMAS DE CALIDAD DE AIRE DE LA ACP	4-1
4.2.1	<i>Norma 2610ESM-109 - Norma de Calidad del Aire Ambiente Propuesta por la ACP</i>	4-2
4.2.2	<i>Norma 2610ESM-110 – Norma Ambiental Propuesta por la ACP para Emisiones de Fuentes</i>	4-3
4.2.3	<i>Normas Propuestas y Niveles Históricos Medidos</i>	4-4
4.3	PREMISAS Y MÉTODOS DE ESTIMACIÓN	4-4
4.3.1	<i>Contaminantes Principales</i>	4-5
4.3.2	<i>Fuentes de Emisiones Principales</i>	4-7
4.3.3	<i>Escenarios Usados para la Estimación de Emisiones</i>	4-7
4.3.4	<i>Fuentes de Información</i>	4-7
4.3.5	<i>Estimación de Emisiones</i>	4-8
4.4	EMISIONES EXISTENTES DE LA OPERACIÓN DEL CANAL	4-10
4.4.1	<i>Composición de las Fuentes Principales de Emisión</i>	4-10
4.4.2	<i>Estimación de Emisiones Existentes</i>	4-13
4.4.3	<i>Emisiones Totales de las Operaciones del Canal</i>	4-18
4.5	ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO	4-19
4.5.1	<i>Estimación de las Emisiones de Construcción</i>	4-19
4.5.2	<i>Emisiones Totales de la Construcción</i>	4-21
4.6	EVALUACIÓN DE LOS POSIBLES IMPACTOS DE LAS EMISIONES DE CONSTRUCCIÓN	4-21
4.6.1	<i>Niveles de Calidad de Aire pronosticados</i>	4-22
4.6.2	<i>Recomendaciones para la Fase de Construcción y Posibles Medidas de Mitigación</i>	4-24
4.7	EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES DURANTE LA FASE DE OPERACIÓN	4-26
5	EVALUACIÓN DE NIVELES DE RUIDO	5-1
5.1	OBJETIVO Y ENFOQUE	5-1
5.1.1	<i>Fundamentos del Sonido y del Ruido</i>	5-2
5.1.2	<i>Normas Para Ruido</i>	5-5
5.2	PROGRAMA DE MONITOREO DE NIVELES DE RUIDO	5-5
5.2.1	<i>Identificación de sitios críticos (sensibles) para Monitoreo</i>	5-5
5.2.2	<i>Equipo Utilizado</i>	5-6
5.2.3	<i>Tiempo y Ubicación de las Mediciones</i>	5-6
5.2.4	<i>Niveles Medidos durante la Operación del Canal existente</i>	5-8
5.2.5	<i>Niveles de ruido durante la Operación del Proyecto</i>	5-8
5.3	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO	5-10
5.3.1	<i>Proceso de Evaluación</i>	5-10
5.3.2	<i>Normas Establecidas para Límites de Ruido de Construcción</i>	5-11
5.3.3	<i>Fuentes Emisoras Consideradas</i>	5-11
5.3.4	<i>Esclusas del Pacífico</i>	5-12
5.3.5	<i>Esclusas del Atlántico</i>	5-12
5.3.6	<i>Canales de Acceso y Cauces Existentes</i>	5-14
5.3.7	<i>Proyecciones de Niveles de Ruido resultantes de la Construcción</i>	5-14
5.4	RECOMENDACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE POSIBLE MEDIDAS DE MITIGACIÓN DURANTE LA CONSTRUCCIÓN	5-17
5.5	VOLADURAS Y VIBRACIÓN	5-18
5.5.1	<i>Ruido de Voladuras</i>	5-18
5.5.2	<i>Vibración por Voladuras</i>	5-19
5.5.3	<i>Mitigación</i>	5-19

Figuras

Figura 1-1:	Componentes del Programa de Ampliación del Canal de Panamá	1-5
Figura 1-2:	Vista Isométrica Conceptual del Nuevo Complejo de Esclusas.....	1-6
Figura 1-3:	Sección Transversal del Nuevo de Esclusas	1-6
Figura 1-4:	Vista Parcial de Esclusas y Compuertas Post-Panamax.....	1-7
Figura 1-5:	Ubicación Conceptual de las Nuevas Esclusas del Atlántico	1-9
Figura 1-6:	Ubicación conceptual de las Nuevas Esclusas del Pacífico	1-10
Figura 1-7:	Programa de Ejecución del Proyecto del Tercer Juego de Esclusas	1-12
Figura 1-8:	Estimado de Costos del Proyecto del Tercer Juego de Esclusas.....	1-17
Figura 2-1:	Vistas Aéreas de los Sitios de Construcción de los Nuevos Complejos de Esclusas	2-2
Figura 2-2:	Sitios de Depósito estudiados (usar términos en español) cambiar admisión de agua por toma de agua potable	2-6
Figura 2-3:	Esclusas del Pacífico.....	2-10
Figura 2-4:	Cronograma de construcción de la esclusa del Pacífico . mejorar resolución	2-12
Figura 2-5:	Ejemplo de un Canal de desvío	2-17
Figura 2-6:	Sección típica de muro de cámara (basalto).....	2-20
Figura 2-7:	Compuerta deslizante en la esclusa de Berendrecht.....	2-22
Figura 2-8:	Compuertas deslizantes – sistema de malacate.....	2-23
Figure 2-9:	Operación nocturna en las Esclusas Miraflores.....	2-27
Figura 2-10:	Cronograma del Canal de Acceso Pacífico.....	2-30
Figura 2-11:	Sección transversal de las presas 1E y 2E.....	2-33
Figura 2-12:	Esclusas del Atlántico.....	2-34
Figura 2-13:	Cronograma de construcción de la esclusa del Atlántico. mejorar resolución. no se ve nada.....	2-37
Figura 2-14:	Draga Hidráulica de Cucharón Rialto M. Christensen.	2-57
Figura 2-15:	Draga de Corte y Succión Mindi.....	2-58
Figura 2-16:	Barcaza de Perforación Thor	2-59
Figura 2-17:	Barcaza de Perforación Barú	2-59
Figura 2-18:	Número de personas involucrado en trabajos de excavación y dragado por año.....	2-73
Figura 2-19:	Esclusas del lago Gatún durante Mantenimiento.....	2-75
Figura 2-20a:	Modelos de acumulación de materia dragada – Por sedimentación de particulares individuales	2-82
Figura 2-20b:	Modelos de acumulación de materia dragada – Por Chorro.....	2-83
Figura 2-21:	Esquema de Descarga con tolva Controlada.....	2-84
Figura 3-1:	Acceso y Transporte a las Áreas de Construcción de las Esclusas – Esclusas del Pacífico.....	3-2
Figura 3-2:	Acceso y Transporte a las Áreas de Construcción de las Esclusas – Esclusas del Atlántico.....	3-4
Figura 3-3:	Acceso y Transporte a las Áreas de Construcción de las Esclusas – Esclusas del Pacífico.....	3-5
Figura 3-4:	Acceso y Transporte a las Áreas de Construcción de las Esclusas – Esclusas del Atlántico.....	3-6
Figura 3-5:	Carretera Panamericana, Días Hábiles, Junio 2006.....	3-7

Figura 3-6:	Carretera Panamericana, Fines de Semana, Junio 2006	3-7
Figura 3-7:	Carretera Centenario – Lado Este del Canal - Días Hábiles, Junio 2006.....	3-8
Figura 3-8:	Carretera Centenario – Lado Este del Canal - Fines de Semana, Junio 2006	3-9
Figura 3-9	Carretera Centenario – Lado Oeste del Canal - Días Hábiles, Junio 2006	3-10
Figura 3-10:	Carretera Centenario – Lado Oeste del Canal – Fines de Semana, Junio 2006.....	3-11
Figura 3-11:	Carretera Colón-Costa Abajo – Días Hábiles, Junio 2006.....	3-12
Figure 4-1:	Tamaños Comparativos de Partículas PM ₁₀ y PM _{2.5}	4-6
Figure 4-2:	Drill Boat Baru	4-12
Figure 4-3:	Crane Titan	4-12
Figure 4-4:	Maritime CO Emissions from Current Canal Operations	4-14
Figure 4-5:	Maritime NO _x Emissions from Current Canal Operations	4-15
Figure 4-6:	Maritime PM ₁₀ Emissions from Current Canal Operations.....	4-15
Figure 4-7:	Maritime SO ₂ Emissions from Canal Operations	4-16
Figure 4-8:	Thermo-Electrical Power Plant at Miraflores	4-17
Figure 4-9:	Tugboat Accompanies Transit Tanker at Culebra Cut near La Pita Sur Modernization Construction Site	4-17
Figure 4-10:	Modernization Construction Trucks	4-18
Figure 4-11:	Current Canal Emissions by Category	4-19
Figure 4-12:	Comparison of Current Canal Emissions and Emissions from the Expansion Project.....	4-22
Figure 4-13:	Comparison of Current Canal (2006) and Future Canal (2025) Emissions	4-28
Figura 5-1:	Niveles de Ruido Comunes en Áreas Exteriores e Interiores	5-3
Figura 5-2:	Fuentes y Niveles Comunes de Vibración	5-20

Tablas

Tabla 1.1:	Diseño Conceptual Actualizado – Parámetros para Diseño de Esclusas.....	1-3
Tabla 1.2:	Mano de obra directa por especialidad estimada en los analisis de costos	1-14
Tabla 1.3:	personal administrativo y de apoyo estimado en los analisis de costos.....	1-15
Tabla 1.4:	Número de personas involucrado en trabajos de excavación y dragado por año.....	1-15
Tabla 2.1:	Sitios de depósito propuestos por la ACP para el depósito de materiales derivados de las actividades en los canales de navegación.....	2-7
Tabla 2.2:	Distancias de Acarreo	2-15
Tabla 2.3:	Usos de los materiales excavados.....	2-18
Tabla 2.4:	Volúmenes de concreto para esclusa con tres piletas de ahorro de agua	2-19
Tabla 2.5:	Diseño Conceptual – Canal de Acceso Pacífico.....	2-28
Tabla 2.6:	Contratos de excavación del canal de acceso Pacífico	2-28
Tabla 2.7:	Cantidades Presa 1E.....	2-32
Tabla 2.8:	Cantidades Presa 2E.....	2-32
Tabla 2.9:	Volúmenes de concreto para esclusa con tres piletas de ahorro de agua	2-41
Tabla 2.9:	Dimensiones propuestas para el cauce de navegación Post-Panamax.....	2-50
Tabla 2.10:	Caracterización geológica general del cauce de navegación y cauce de aproximación de las nuevas esclusas.....	2-51
Tabla 2.11:	Volúmenes estimados de excavación, perforación y voladuras, y dragado para los trabajos del cauce de navegación Post-Panamax.....	2-56
Tabla 2.12:	Equipo propuesto para los trabajos en el cauce de navegación Post-Panamax según la condición geológica y efectividad de los equipos	2-67
Tabla 2.13:	Estimados de volúmenes de dragado que podrían realizar la ACP y compañías externas de dragado.....	2-68
Tabla 2.14:	Estimado de recursos en porcentajes para las actividades de dragado de la ampliación del Canal	2-68
Tabla 2.15:	Estimado de draga-mes para realizar los trabajos en el cauce de navegación Post-Panamax.....	2-69
Tabla 2.16:	Número aproximado de personas trabajando en cada equipo involucrado en el programa de ampliación del Canal.....	2-71
Tabla 2.17:	Número de personas involucrado en trabajos de excavación y dragado por año.....	2-72
Tabla 4.1:	Normas Primarias de Calidad de Aire Ambiente.....	4-2
Tabla 4.2:	Valores Críticos de Emergencia Ambiental.....	4-3
Tabla 4.3:	Límites máximos permisibles de emisiones al aire para Fuentes Fijas.....	4-4
Table 4.4:	Sources of Information to Estimate Emissions for the Air Quality Analysis. cuadro en español	4-9
Table 4.5:	Main Sources of Emissions from the Current Panama Canal Operations	4-10
Table 4.6:	Number of Transit Ships and Other Maritime Sources per Average Day	4-11
Table 4.7:	Number of Construction Equipment used in Modernization Construction Projects and in Support of Dredging	4-11
Table 4.9:	Emissions from Maritime Sources under Current Operations.....	4-13
Table 4.10:	Emissions from Modernization Construction	4-13

Table 4.11:	Emissions from Panama Canal Rail, Thermo-electrical Plant and Automobile traffic in the ACP Area	4-16
Table 4.12:	Total Emissions from Current Operations	4-18
Table 4.13:	Equipment per Average Day in the Peak Month at the Atlantic Locks.....	4-20
Table 4.14:	Equipment per Average Day in the Peak Month at the Pacific Locks	4-20
Table 4.15:	Equipment per Average Day in the Peak Month at the Pacific Access Channel	4-21
Table 4.16:	Emissions from Expansion Construction of the Panama Canal.....	4-21
Table 4.17:	Comparison of Emissions from Current Operations and Future Construction of the Third Locks.....	4-22
Table 4.18:	Emissions Used in Air Quality Modeling.....	4-23
Table 4.19:	Highest Concentrations from Expansion Construction and Current Operations of the Panama Canal at Residential Areas near Construction Sites (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	4-24
Table 4.20:	Emissions from Maritime Sources under Future Operations	4-26
Table 4.21:	Comparison of Emissions from Current and Future Operations	4-27
Tabla 5.1:	Niveles de Dia/Noche Equivalentes (Ldn), dBA	5-4
Tabla 5.2:	Niveles de Ruido de Fondo o Ambiental Existentes	5-9
Tabla 5.3:	Equipos de Construcción para las Esclusas del Pacífico	5-13
Tabla 5.4:	Equipos de Construcción para las Esclusas del Atlántico	5-13
Tabla 5.5:	Equipos de Construcción para los Canales de Acceso	5-14
Tabla 5.6:	Estimación de Niveles de Ruido.....	5-16

RESUMEN EJECUTIVO

El Canal de Panamá es una vía acuática de 80 kilómetros (km) o 50 millas, que conecta los océanos Pacífico y Atlántico a través del Istmo de Panamá, en América Central. La Autoridad del Canal de Panamá (ACP) es la entidad autónoma del Gobierno de Panamá con la responsabilidad por la administración y operación del Canal a partir del medio día del 31 de diciembre de 1999, luego de su transferencia por parte de los Estados Unidos de América en virtud del Tratado del Canal de Panamá de 1977.

El Proyecto de Ampliación (referido como “Tercer Juego de Esclusas” en este documento) tiene el objetivo de garantizar que el Canal se mantenga como un negocio competitivo y creciente, con la capacidad de atender la demanda futura de sus servicios, y asegurar el crecimiento y la sostenibilidad a largo plazo de los aportes al Estado y la vigencia de la vía interoceánica como piedra angular del desarrollo marítimo del país.

Durante el periodo comprendido entre 1998 hasta 2006, la antigua Comisión del Canal de Panamá (PCC) y la Autoridad del Canal de Panamá (ACP) desarrollaron estudios para el posible programa de ampliación del Canal; paralelamente, se han realizado evaluaciones ambientales preliminares con el fin de establecer los impactos ambientales de los componentes de dicho programa como parte del Plan Maestro del Canal.

Durante el periodo marzo – agosto 2006, el equipo de PBConsult con la colaboración del grupo ESM-PAC de la ACP elaboró un “Informe de Viabilidad Ambiental para el Proyecto del Tercer Juego de Esclusas”. El objetivo de ese documento fue analizar la viabilidad ambiental del proyecto y proveer un resumen de los estudios ambientales y sociales efectuados por la ACP y sus consultores durante el periodo 1998-2006, de manera que el mismo pueda servir como una guía que identifique los elementos necesarios para la preparación del Estudio de Impacto Ambiental (EIA). Como parte de ese proceso se efectuó un análisis de brechas que identificó una serie de aspectos necesarios para la preparación del EIA, que debían analizarse con más profundidad.

El objetivo de este documento (el cual surge del análisis de brechas) es efectuar un análisis que cubra varios aspectos necesarios para la elaboración del EIA incluyendo:

1. La descripción consolidada del Proyecto.
2. Una descripción consolidada de la Fase de construcción.
3. Una evaluación del sistema carretero existente, vías de acceso a las zonas de obras, y su capacidad para poder absorber los flujos de tránsito generados durante el pico de las obras de construcción.
4. Una evaluación de las emisiones atmosféricas y los posibles efectos de las obras en los niveles de calidad de aire en las áreas aledañas a las obras durante el periodo pico de construcción y
5. Una evaluación de los niveles de ruido existentes y posibles efectos de los equipos de construcción en los niveles de ruido en las áreas aledañas a las obras durante el periodo pico de construcción.

Los resultados de este documento servirán como insumos para el equipo que deba preparar el EIA Final para el proyecto de Ampliación.

El proceso llevado a cabo para la preparación de este informe incluyó visitas terrestres y acuáticas a las diferentes áreas del Canal y sitios de depósito de materiales (presentes y futuros); reuniones con personal de la ACP (divisiones de Ingeniería, Geotécnica, Operaciones y Dragado, Comunicaciones, Economía y de Administración Ambiental), y la recopilación y revisión de una cantidad de estudios contratados por ACP, los cuales fueron complementadas por las visitas de campo, fotografías aéreas del área de influencia directa, mapas de vegetación y poblaciones existente. Cabe mencionar aquí, que a medida que el diseño del proyecto avanza, hay elementos que irán cambiando, y deberán ser actualizados al momento de la preparación del EIA.

A continuación se presenta un resumen de los elementos de cada capítulo.

1. El Proyecto de Ampliación

El proyecto de Tercer Juego de Esclusas es un programa integral de ampliación de la capacidad del Canal, que comprende tres componentes principales:

- La construcción de dos complejos de esclusas de tres cámaras o niveles cada uno que incluyen tres tinas de reutilización de agua por cada cámara o nivel de las esclusas. Las del Océano Atlántico ubicadas en el lado este de la esclusa de Gatún, y las del Océano Pacífico, al suroeste de la esclusa 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 Estados Unidos en 1939. Las cámaras de las nuevas esclusas serán de 427 m (1,400') de largo por 55 m (180') de ancho y 18.3 m (60') de profundidad.
- La excavación de nuevos cauces para acceso a las esclusas y la ampliación y profundización de los cauces de navegación existentes. La ampliación de los cauces existentes resultará en un ancho de 218 m (715') lo que permitirá la navegación de buques Post-Panamax por dichos cauces en una sola dirección a la vez. La profundización será de 1.20 m (4') en el cauce del Corte Culebra y el cauce de navegación del lago Gatún, con lo que se alcanzará el nivel 9.20 m (30') PLD¹; y
- 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.

El plan de la Ampliación del Canal involucra el movimiento de aproximadamente 133 millones de metros cúbicos (Mm³) (83 Mm³ excavado, 50 Mm³ dragado) de material; prácticamente el doble del volumen de tierra que fue desplazado durante previas obras de modernización (del periodo 1950-2005), y aproximadamente la mitad del volumen extraído durante la construcción original del Canal.

El proyecto tendrá un costo total estimado de B/. 5,250 millones, que incluye los costos directos e indirectos de diseño, mitigación ambiental, planes de monitoreo y seguimiento, administración y

¹ PLD es la abreviatura en inglés de *Precise Level Datum*. Es el nivel de referencia geodésico utilizado en el Canal, que representa aproximadamente el nivel promedio del mar en ambas costas.

construcción, contingencias para imprevistos y la inflación proyectada hasta su terminación. La construcción y puesta en marcha del proyecto tomará entre siete y ocho años en completarse y requerirá el empleo directo de más de 6,000 personas.

2. Descripción de la Construcción

El proyecto del Tercer Juego de Esclusas 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. La fase de construcción del proyecto del Tercer Juego de Esclusas incluye la ejecución simultánea de los siguientes elementos:

- La construcción de los dos complejos esclusas con sus tinas para reutilización de agua y la excavación seca del nuevo cauce de acceso del Pacífico.
- El dragado, tanto de los nuevos cauces de acceso a las esclusas, como el de los cauces de navegación del lago Gatún, del Corte Culebra y de las entradas de mar.
- La subida del nivel operativo del lago Gatún.

La construcción de las esclusas tomará entre cinco y seis años,² y se iniciará en el año 2008, después de terminados los diseños. La excavación seca y el dragado iniciarán en el año 2007, y requerirán de aproximadamente siete y ocho años, respectivamente. En la segunda mitad del periodo de construcción, es decir en el año 2011, se iniciará la subida del nivel máximo operativo del lago Gatún, para lo cual se adecuarán tanto las esclusas existentes como las instalaciones del Canal ubicadas en las riberas del lago Gatún, todo lo cual se efectuará en aproximadamente cuatro años.

La fase de construcción de las esclusas se realizará en dos frentes, uno en el Atlántico y otro en el Pacífico, donde se ubicarán las facilidades de apoyo (plantas de tratamiento, talleres, almacenes, concreteras, silos, comedores, baños, y oficinas administrativas, entre otros).

El capítulo provee una descripción detallada de los trabajos a efectuarse para cada componente de las obras incluyendo, sus cronogramas, sitios de depósito de materiales de excavación y dragado, tipo y cantidades estimadas de equipos de construcción y materiales, descripción de las plantas de concreto, agregados, trituradoras, de agua fría y hielo. Y culmina con un listado de las posibles medidas de mitigación ambiental identificadas en el Informe de Viabilidad Ambiental.

3. Evaluación del Sistema Carretero Existente y Vías de Acceso

Este capítulo presenta una evaluación de efectos potenciales de la etapa constructiva del proyecto en el tránsito de la red de accesos a la zona de construcción.

Se procedió en una primera instancia a la determinación del estado actual de tránsito en las principales carreteras. La identificación de las condiciones existentes se basó en visitas de campo a lo largo de la carretera Transístmica desde Panamá hasta Colón, observaciones de tránsito en los dos puentes principales que cruzan el Canal (Puente de las Américas y Puente Centenario) así

² El cronograma de ejecución incluye un año adicional para los trabajos de esclusas como contingencia para posibles imprevistos de conformidad con el análisis de riesgo del proyecto.

como el recorrido de rutas internas a la zona de exclusión que conectaran la red vial nacional con las áreas identificadas como obradores o campamentos de trabajo en ambos frentes, Atlántico y Pacífico. Posteriormente, se obtuvieron aforos o conteos volumétricos hechos por la Autoridad del Tránsito y Transporte Terrestre en sitios claves, los cuales fueron analizados para determinar el volumen diario vehicular y nivel de congestión existente en las distintas rutas de acceso y el perfil diario de demanda a los efectos de determinar la hora de demanda pico.

La zona de construcción del Atlántico—localizada del lado Este del Canal—tiene acceso directo desde la Ciudad de Colón. Si bien la red de accesos de esta zona es la de menor capacidad absoluta dado que son carreteras de dos vías en no muy buen estado de conservación, los volúmenes de tránsito circulantes por el área son también sustancialmente bajos con lo cual, 100 buses más en la hora pico no se espera que resulte en grave congestión.

La zona de construcción del Pacífico—ubicada del lado Oeste del Canal—tiene como acceso la carretera Borinquen que se conecta directamente con la carretera Centenario. La carretera Centenario ha sido recientemente construida y está actualmente sub-utilizada con gran capacidad remanente. Tampoco se espera congestión en los accesos a este otro frente de construcción.

En función de las evaluaciones presentadas se concluye que en la medida que el transporte sea previsto para el personal de obra en la forma de mini-buses o buses, no se espera que la construcción de las obras de Ampliación del Canal resulte en un impacto negativo para la red existente. Finalmente, la construcción de las obras de Ampliación del Canal cuenta con la gran ventaja del acceso acuático en ambos frentes, lo cual permitirá el eficiente ingreso y egreso de materiales y equipo pesado.

4. Evaluación de Emisiones Atmosféricas y Efectos en la Calidad del Aire

El objetivo de este capítulo fue analizar los efectos que la construcción de la obra pueda tener sobre los niveles de polución atmosférica en las comunidades aledañas. Para evaluar los impactos potenciales de las obras es necesario primero hacer un análisis de las posibles fuentes de polución atmosférica existentes, ya que los impactos se miden dependiendo de la manera en que afectan las condiciones existentes.

Las principales fuentes de emisiones existentes actualmente en el área del Canal son los motores de combustión de los barcos que transitan el Canal, las dragas y remolcadores; maquinaria usada para el mantenimiento y reparaciones del Canal por la ACP (grúas, topadoras, excavadoras, entre otros); las emisiones de los vehículos dentro del área de patrimonio; y la maquinaria de excavación de las obras de modernización.

Las actividades de construcción asociadas con los componentes del proyecto tienen el potencial de afectar la calidad del aire local a través de la emisión de gases de combustión debido a la operación de la maquinaria pesada, la operación de plantas de preparación y mezcla de cemento, agua fría, y la trituración de materiales. Los contaminantes evaluados incluyen: monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂), y material particulado respirable (PM₁₀).

Como consecuencia, este capítulo hace primero una evaluación (inventario) de las principales fuentes de emisión atmosférica existentes dentro del área de patrimonio de la ACP (incluyendo las de los buques de tránsito del Canal y las operaciones que están bajo el control de la ACP);

segundo un inventario de las emisiones relacionadas con el año pico de construcción de las obras; tercero una comparación entre las emisiones existentes y de las obras de Ampliación, a medida de poder poner en perspectiva las emisiones de las obras; cuarto analiza los posibles efectos de las emisiones de las obras de construcción en las áreas pobladas mas cercanas a las obras, y quinto hace una evaluación de las emisiones durante la operación en el año 2025, las cuales se comparan con las actuales (año 2006).

Los resultados del análisis concluyen que las emisiones de las obras de construcción estarían entre un uno y quince por ciento de las emisiones actuales del Canal (incluyendo buques de tránsito), el analisis de dispersión de ambas fuentes de emisión combinadas (existentes más futuras de construcción), indica que los niveles estimados de polución de aire durante los periodos pico de la construcción no excederán las normas de calidad de aire propuestas por la ACP. El capítulo también describe las normas de calidad de aire de la ACP, los contaminantes principales, y recomienda la implementación de un sistema de muestreo de contaminantes durante las obras de construcción a medida de poder verificar si existe la necesidad de implementar controles de emisión para las maquinarias diesel de construcción; incluyendo un listado de las posibles medidas de control de emisiones diesel basadas en las tecnologías existentes.

La evaluación de las fuentes futuras de emisión del canal ampliado, indica que las fuentes de emisión (incluyendo tránsitos de buques y operaciones de la ACP) del canal ampliado para el año 2025, serían entre el 14% y 18% mayores que las actuales, dependiendo del contaminante evaluado.

5. Evaluación de Niveles de Ruido y Efectos de las Obras de Construcción

El objetivo de este capítulo fue analizar los efectos que la construcción de la obra pueda tener sobre los niveles de ruido y vibración, identificar los posibles niveles de ruido durante la construcción, y proponer conceptos que apunten a mitigar los niveles de ruido de construcción que los mismos alcancen valores que tengan una influencia negativa en las poblaciones aledañas.

El estudio de ruido fue realizado usando los niveles de ruido característicos de los equipos de construcción que serán utilizados. El proceso de evaluación tuvo la finalidad de:

- Identificar sitios sensibles (críticos) al ruido para medir los niveles existentes.
- Medir niveles existentes de ruido de fondo o ambiental que serán comparados con los niveles de ruido futuros estimados de las actividades de construcción propuestas.
- Predecir los efectos que el proyecto tendrá en el ruido de fondo o ambiental en los sitios de monitoreo.
- Determinar los límites de intensidad de ruidos provenientes de la construcción en las áreas sensibles (ejemplo: residenciales).
- Recomendaciones para reducir el ruido producido por la construcción en los sitios sensibles al ruido si los límites son excedidos.

Los niveles de ruido existentes en las zonas identificadas como sitios sensibles (críticos) al ruido que fueron monitoreados para este estudio fueron usados en la determinación de las condiciones existentes del ruido de fondo en estos sitios y en la determinación de los efectos potenciales del

programa de construcción propuesto en los sitios de monitoreo. Esta sección también presenta una discusión general de los impactos de ruido y vibración incluyendo efectos de voladuras.

El resultado de los análisis efectuados presenta los niveles de ruido esperados en las áreas críticas más cercanas a las obras, y un listado de posibles elementos de mitigación para reducir valores de ruido y vibración durante la fase de construcción de las obras.

Los resultados del análisis concluyen que los niveles de ruido de fondo en el Canal existente varían de 44 dBA a 67 dBA en los 15 sitios de monitoreo definidos, siendo el límite diurno de 75dB. Los niveles nocturnos varían de 45dBA a 53dBA. Incrementos de 15 dBA o más sobre los niveles de ruido de fondo existentes son esperados en 3 sitios de monitoreos. El criterio diurno de Leq 75 dBA será excedido en los sitios de monitoreo situados en la comunidad de Gamboa. Este capítulo propone medidas de mitigación para abatir el ruido de construcción, las cuales deberían ser incorporadas en los documentos y especificaciones contractuales.

Durante la operación del proyecto de expansión, las operaciones de dragado tomarán lugar por duraciones de tiempo cortas por lo tanto serán temporales y no causaran ninguna molestia significativa en los sitios de monitoreo.

Se recomienda el uso de medidas de precaución y/o abatimiento de los niveles de ruido en voladuras y sobrepresiones de ráfagas de viento de las explosiones de cargas, las cuales podrían teóricamente generar picos lineales de ruido de 150 decibeles (dB lin) adentro de un radio de 0.7 Km del sitio de la explosión.

El documento recomienda que una vez que el diseño final del proyecto permita obtener información más detallada sobre el equipo y técnicas de construcción a ser empleados, se deberían llevar a cabo una evaluación de ruido de construcción, de ruido de voladuras y vibraciones más detalladas a medida de poder identificar más específicamente las medidas de abatimiento de ruido y vibraciones.

1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 Introducción

El Canal de Panamá es una vía acuática de 80 kilómetros (km) o 50 millas, que conecta los océanos Pacífico y Atlántico a través del Istmo de Panamá, en América Central. La Autoridad del Canal de Panamá (ACP) es la entidad autónoma del Gobierno de Panamá con la responsabilidad por la administración y operación del Canal a partir del medio día del 31 de diciembre de 1999, luego de su transferencia por parte de los Estados Unidos de América en virtud del Tratado del Canal de Panamá de 1977.

El objetivo del Proyecto de Ampliación (referido como “Tercer Juego de Esclusas” en este documento) es garantizar que el Canal se mantenga como un negocio competitivo y creciente, con la capacidad de atender la demanda futura de sus servicios, y asegurar el crecimiento y la sostenibilidad a largo plazo de los aportes al Estado y la vigencia de la vía interoceánica como piedra angular del desarrollo marítimo del país.

El proyecto de Tercer Juego de Esclusas es un programa integral de ampliación de la capacidad del Canal, que comprende tres componentes principales:

- 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 las esclusas.
- La excavación de nuevos cauces para acceso a las esclusas y la ampliación y profundización de los cauces de navegación existentes.
- La elevación del nivel máximo operativo del lago Gatún.

Otras actividades de construcción necesarias para llevar a cabo el proyecto incluyen la reubicación de infraestructura de servicios públicos; el desvío del río Cocolí; la construcción de una ataguía temporal en la entrada del Pacífico; y la construcción de nuevos muelles, uno en el Pacífico y otro en el Atlántico. También se necesitará la rehabilitación y construcción de carreteras temporales requeridas para el traslado y depósito del material producto de las excavaciones y de la construcción de las esclusas, así como la limpieza y preparación de las áreas de depósito de material.

La construcción y puesta en marcha del proyecto del Tercer Juego de Esclusas tomará entre siete y ocho años en completarse, y el Canal ampliado podrá iniciar operaciones entre el año fiscal 2014 y 2015.

Los capítulos que describen el proyecto y la construcción del mismo se han preparado en base a la información disponible a los consultores hasta la fecha. También es importante señalar que el nivel de detalle de la información disponible es variable dependiendo del componente del proyecto. .

Los documentos clave en la preparación de estos capítulos son los siguientes:

- ACP. Plan Maestro del Canal de Panamá. Abril 2006.
- ACP. Costos y Cronograma para el Diseño Conceptual de las Esclusas Post-Panamax. Febrero 2006.
- ACP. Análisis Técnico de los Cauces de Navegación Post-Panamax propuesto para el Canal de Panamá. Marzo 2006 (Traducción al español).
- ACP (documento interno). Proyecto del Tercer Juego de Esclusas (basado en descripción recibida marzo 2006).
- ACP. Technical Analysis on Disposal Sites for Proposed Panama Canal Post-Panamax Navigation and New Locks Construction Work” (Análisis Técnico de los Sitios de Depósito para los Trabajos de Construcción para la Navegación Post-Panamax y Nuevas Esclusas Propuestas para el Canal de Panamá), Versión (última), marzo del 2006.
- Planos de la ACP mostrando los diseños preliminares de las nuevas esclusas en el Pacífico y en el Atlántico y las áreas del contratista.

Donde ha sido posible, la información se ha actualizado y/o complementado en base a visitas de campo y reuniones de trabajo con personal de la ACP. Esta información tendrá que ser actualizada durante la preparación del Estudio de Impacto Ambiental Final.

1.2 Premisas para el desarrollo de los diseños conceptuales de las esclusas Post-Panamax

El desarrollo de los diseños conceptuales de las esclusas Post-Panamax del Atlántico y del Pacífico se basó en una serie de premisas. Algunas de estas premisas fueron necesarias debido a que el alcance del proyecto no está plenamente definido mientras que otras para tomar en cuenta decisiones del contratista que están fuera del alcance de la ACP. Estas premisas incluyen³:

- El proyecto se subdividiría en tres áreas principales:
 - ❖ Construcción de las esclusas del Pacífico
 - ❖ Excavación del canal de acceso en el Pacífico
 - ❖ Construcción de las esclusas del Atlántico y excavación del canal de acceso
- Diseño y fabricación electromecánica
- El agregado (fino y grueso) y la roca triturada para relleno que se necesiten para los contratos de ambas esclusas provendrán de las excavaciones de la esclusa y del canal de acceso en el Pacífico.

³ ACP. Costos y Cronograma para el Diseño Conceptual de las Esclusas Post-Panamax. Febrero 2006.

- Se contará con suficiente mano de obra local calificada para cubrir las necesidades laborales del proyecto.
- El personal clave o de confianza del contratista y el personal especializado no disponible localmente, será el único personal foráneo que participará en el proyecto.
- No hay necesidad de construir campamentos para los trabajadores debido a la proximidad de las ciudades de Panamá y Colón a los sitios de construcción.
- El contratista proveerá los servicios de transporte de los empleados al sitio.
- Las plantas, equipos, y materiales serán importados directamente por el contratista debido a la magnitud del proyecto.
- Los explosivos se importarán a través de un suplidor local debido a las condiciones especiales y a los permisos necesarios exigidos por las autoridades panameñas para la importación de este tipo de materiales.
- Las válvulas y las compuertas se fabricarán fuera del Istmo y se transportarán al sitio de construcción para que sean instaladas por el contratista civil.
- La energía eléctrica y el agua potable que necesite el contratista serán suministradas por la ACP.

Otras premisas utilizadas para el desarrollo del costo y cronograma para el diseño conceptual de las esclusas Post-Panamax son las siguientes:

- El equipo de excavación es de mediana capacidad y estará fácilmente disponible en el mercado.
- El contratista se encargará de la fabricación y vaciado del concreto. Aunque no se consideró en el estimado, el contratista también tiene la opción de obtener el concreto de suplidores locales que cumplan con sus requerimientos.
- Todo el equipo que se usará en este proyecto será nuevo y la mayor parte será depreciado durante la vida del proyecto. También existe la posibilidad de que el contratista traiga equipo usado, lo que reduciría los costos de depreciación del equipo.

Los parámetros utilizados en el diseño conceptual actualizado de las esclusas Post-Panamax se incluyen en la Tabla 1.1, que aparece a continuación.

TABLA 1.1: DISEÑO CONCEPTUAL ACTUALIZADO – PARÁMETROS PARA DISEÑO DE ESCLUSAS

Diseño Conceptual Actualizado	
Ancho de cámara	55m
Largo de cámara	427m
Profundidad mínima de agua sobre el quicio	18.3m
Nivel máximo de operación del lago	27.1m
Nivel mínimo de operación del lago	24.2m
Consumo de agua sin piletas	480,500 m ³ / lockage
Consumo de agua con tres piletas	193,500 m ³ / lockage
Manga del barco de diseño	45.6m
Eslora del barco de diseño	335m

Calado del barco de diseño	15.2m
----------------------------	-------

Fuente: ACP – Plan Maestro del Canal de Panamá, abril 2006

1.3 Descripción General de los Componentes del Proyecto

La ubicación de los componentes principales del proyecto se muestra en la Figura 1-1. A continuación se presenta una descripción general de los mismos mientras que una descripción detallada del proceso de construcción de cada componente se incluye en las secciones siguientes.

1.3.1 Esclusas

Actualmente, el Canal tiene dos carriles de esclusas. El proyecto añadirá un tercer carril mediante la construcción de dos complejos de esclusas, uno en cada extremo del Canal (ver Figura 1-2)⁴. Cada nuevo complejo de esclusas será un conjunto integrado por 3 cámaras o escalones consecutivos para mover los buques entre el nivel del mar y el del lago Gatún. Cada cámara estará dotada de 3 tinas laterales para la reutilización del agua, lo que suma 9 tinas por complejo de esclusas y 18 tinas en total (ver Figuras 1-2 y 1-3). Al igual que en las esclusas existentes, el llenado y vaciado de las nuevas esclusas, con sus tinas, será por gravedad, sin la utilización de bombas.

Ambos complejos de esclusas se ubicarán dentro del área patrimonial de la ACP adyacente a las esclusas actuales y conformarán un sistema de tránsito y navegación integrado con las esclusas y cauces existentes. Las esclusas nuevas estarán conectadas con el sistema de cauces existente en el Canal mediante cauces de navegación nuevos. Un complejo de esclusas se ubicará en el extremo del océano Atlántico del Canal, en el lado este de la esclusa de Gatún (ver Figura 1-2). El otro se ubicará en el extremo del Océano Pacífico del Canal, al suroeste de la esclusa de Miraflores (ver Figura 1-2). La ubicación de las nuevas esclusas aprovecha una porción significativa de las excavaciones del proyecto de Tercer Juego de Esclusas iniciado por los norteamericanos en 1939, y suspendido durante la Segunda Guerra Mundial.

Las cámaras de las esclusas serán de 427 m (1,400') de largo por 55 m (180') de ancho y 18.3 m (60') de profundidad⁵. Cada esclusa tendrá una cerca perimetral de seguridad que delimita un área de unos 750m de ancho por 2500m de largo equivalente a 1.88 km² (188 hectáreas). Esto permitiría el esclusaje de un buque Post-Panamax con dimensiones máximas de 47m (154 pies) de manga (ancho), 366m (1200 pies) de eslora (largo) y 15.24m (50 pies) de calado en agua dulce tropical (ADT)⁶.

⁴ Las esclusas existentes continuarán funcionando después de incorporado al Canal el Tercer Juego de Esclusas. Con el mantenimiento apropiado las esclusas actuales continuarán operando indefinidamente.

⁵ Las nuevas esclusas permitirán calados de hasta de 15.2 m (50').

⁶ ADT significa Agua Dulce Tropical. Se presume que el calado de un buque aumenta de 0.3 m a 0.5 m (1 a 1.5 pies) al pasar de agua salada tropical a agua dulce tropical.

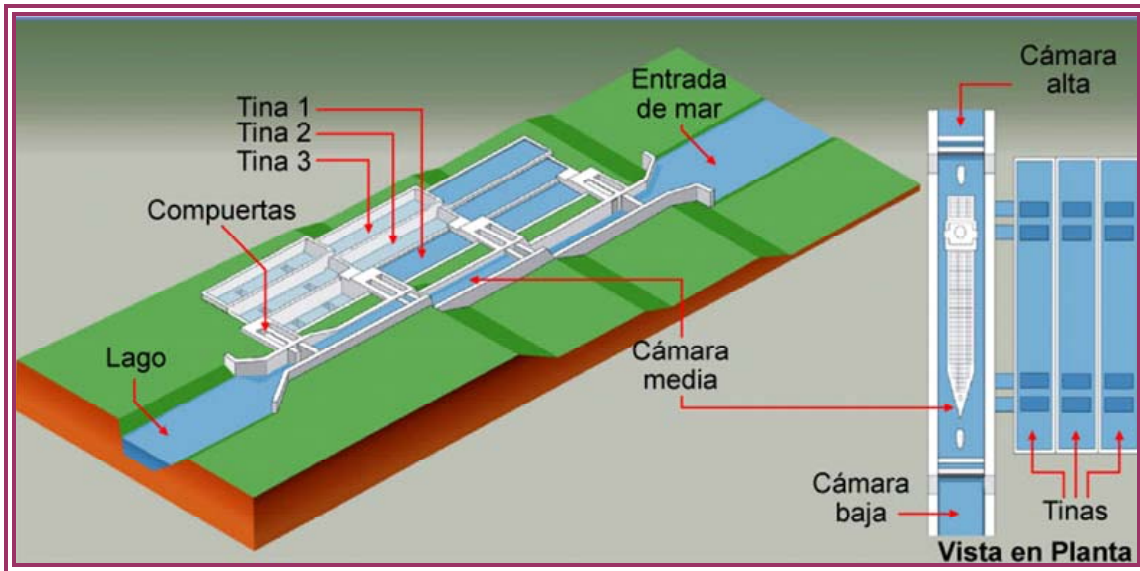
Las esclusas utilizarán compuertas rodantes, en vez de las compuertas abisagradas que se utilizan en las esclusas actuales, ya que compuertas rodantes constituyen tecnología probada y usada exitosamente en casi todas las esclusas Post-Panamax existentes. Al igual que en la esclusa actual, la esclusa nueva contará con dos compuertas en cada extremo de cada cámara.



Fuente: ACP – Plan Maestro del Canal de Panamá, abril 2006

FIGURA 1-1: COMPONENTES DEL PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DEL CANAL DE PANAMÁ

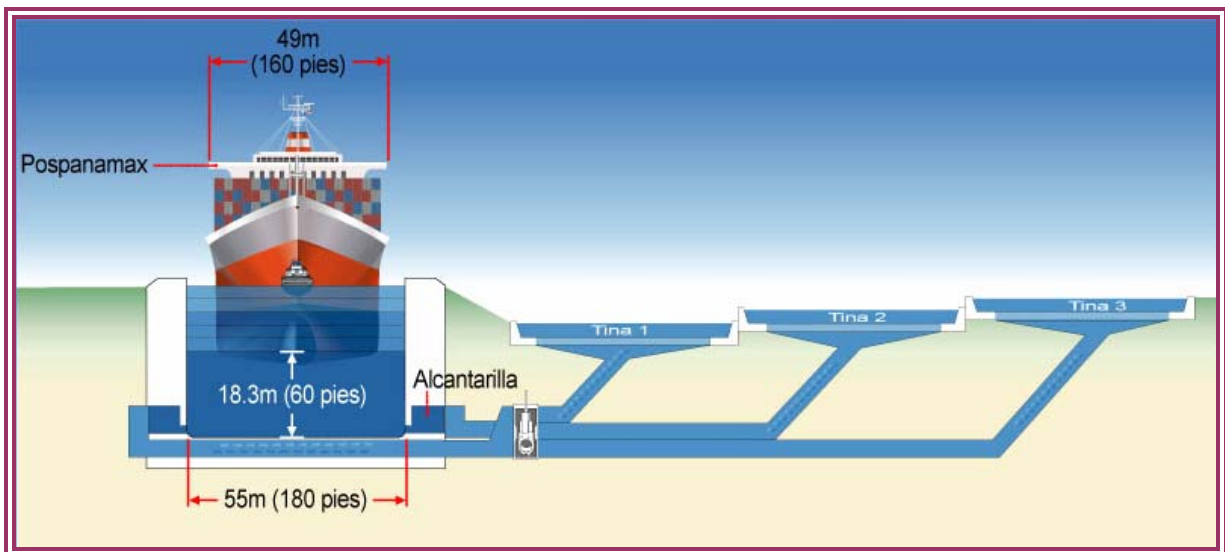
El programa de ampliación incluye la construcción de esclusas en el Atlántico y el Pacífico, la excavación cauces de acceso a las nuevas esclusas y el ensanche de los cauces existentes. Además incluye la profundización de los cauces de navegación del lago Gatún y del Corte Culebra y el aumento de su nivel máximo de operación.



Fuente: ACP – Plan Maestro del Canal de Panamá, abril 2006

FIGURA 1-2: VISTA ISOMÉTRICA CONCEPTUAL DEL NUEVO COMPLEJO DE ESCLUSAS

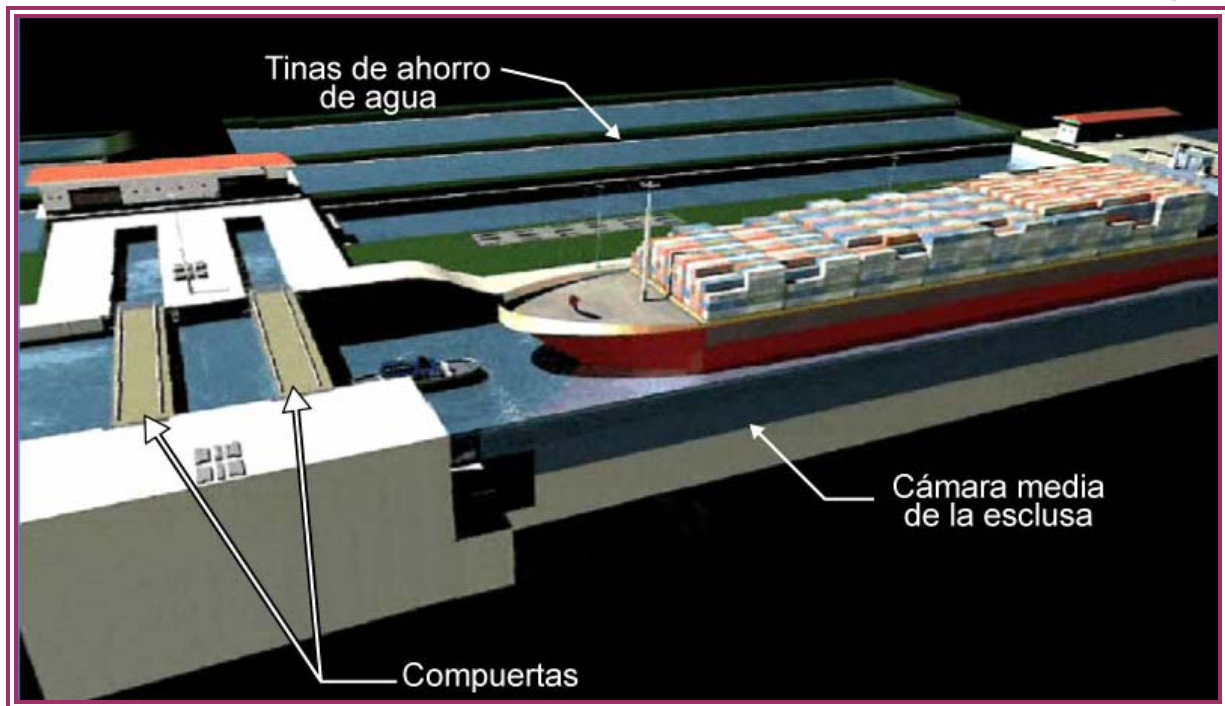
Vista Isométrica de un complejo de esclusas con sus compuertas y tinas para reutilización de agua. En el dibujo lateral se muestra una vista en planta de una de las cámaras con un buque.



Fuente: ACP – Plan Maestro del Canal de Panamá, abril 2006

FIGURA 1-3: SECCIÓN TRANSVERSAL DEL NUEVO DE ESCLUSAS

Sección transversal de la esclusa Post-Panamax con tinas de reutilización de agua. Se ilustra un buque porta contenedores Post-Panamax con capacidad nominal de hasta 12,000 TEUs.



Fuente: ACP – Plan Maestro del Canal de Panamá, abril 2006

FIGURA 1-4: VISTA PARCIAL DE ESCLUSAS Y COMPUERTAS POST-PANAMAX

Las esclusas utilizarán compuertas rodantes. Utilizarán remolcadores para maniobrar y asistir a los buques durante el proceso de esclusaje.

Las compuertas rodantes funcionan desde un nicho anexo y perpendicular a la cámara de la esclusa (ver Figura 1-4). Esta configuración hace de cada nicho un dique seco, lo que, a su vez, permite darle mantenimiento a la compuerta en su sitio, sin interrumpir el funcionamiento de la esclusa, ya que la misma continuaría operando con la compuerta de respaldo. Se utilizarán remolcadores en vez de locomotoras para el posicionamiento de los buques en las esclusas, lo que también es tecnología ampliamente utilizada y probada en otras esclusas de dimensiones Post-Panamax.

Las esclusas funcionarán transfiriendo agua por gravedad del lago Gatún a la cámara superior, entre cámaras superior, intermedia e inferior y de la cámara inferior al Océano Pacífico o Atlántico, por medio de dos alcantarillas principales que correrían a lo largo de cada muro de la esclusa, con puertos de salidas en la porción inferior de la cámara; se estiman unos 20 puertos de 2m alto por 2m de ancho por muro. El caudal promedio de descarga de las esclusas será de unos 48,000 m³/min. Las tinas de ahorro tendrán una superficie igual o aproximada que la cámara de la esclusa pero con una profundidad entre 4 a 5.5m.

1.3.2 Cauces de navegación

El proyecto del Tercer Juego de Esclusas incluye la excavación de cauces de navegación nuevos para conectar las nuevas esclusas con los cauces existentes. También incluye la profundización y ensanche de cauces existentes.

Para conectar las nuevas esclusas del Atlántico con la entrada de mar actual del Canal, se construirá un cauce de aproximadamente 3.2 km. de largo (Figura 1-5). Para conectar a los cauces existentes las nuevas esclusas del Pacífico, se construirán dos cauces nuevos (Figura 1-6). El cauce norte que conectará la esclusa con el Corte Culebra⁷, paralelo al lago Miraflores, será de 5.8 km. de largo. El otro cauce será de 1.3 km. de largo y conectará la esclusa con la entrada de mar existente en el Océano Pacífico. Los nuevos cauces serán de 218 m (715') de ancho, lo que permitirá la navegación de buques Post-Panamax por dichos cauces en una sola dirección a la vez.

Como parte de la construcción de un nuevo canal de acceso que comunique la nueva esclusa del Pacífico con el área del Corte Culebra), se llevaría a cabo la construcción de dos diques, uno de 1.86 km y otro de 1 km de largo, necesarios para separar las aguas del canal de acceso, que tiene una elevación en la superficie igual a la elevación del lago Gatún, del lago Miraflores que tiene una elevación en la superficie de 16.5 m PLD⁸.

Los trabajos necesarios en los cauces de navegación también incluyen la profundización del cauce del Corte Culebra y del lago Gatún a un fondo de navegación de 1.20 m (4'), esto es, hasta el nivel 9.20 m (30') PLD, para ofrecer un calado máximo de 15.20 m (50')⁹ en agua dulce tropical (ADT).¹⁰ En el Canal, una vez ampliado, se permitirán calados de hasta 15.2 m (50'),¹¹ que variarán a lo largo del año, dependiendo del nivel estacional del lago Gatún. Por ejemplo, el Canal podrá permitir hasta 14.6 m (48') de calado en ADT cuando el nivel del lago Gatún esté en 25.3 m (83') PLD.

Se ampliarán los cauces del lago Gatún a un ancho no menor de 280 m (920') en las rectas y a un ancho no menor de 366 m (1,200') en las curvas. Estas dimensiones permitirán encuentros de buques Post-Panamax en el lago Gatún.¹² Se ensancharán y profundizarán los cauces de navegación de las entradas de mar del Canal, en el Atlántico y Pacífico, a un ancho no menor de 225 m (740') y una profundidad de 15.5 m (51') con la marea más baja.

Los trabajos relacionados con los cauces de navegación se han diseñado adaptando los requerimientos de visibilidad de la Organización Marítima Internacional (OMI) emitidos en 1998 a través del Convenio Internacional sobre la Seguridad de la Vida en el Mar (SOLAS, por sus siglas en inglés).

⁷ Este cauce conectará con el Corte Culebra al sur del puente Centenario.

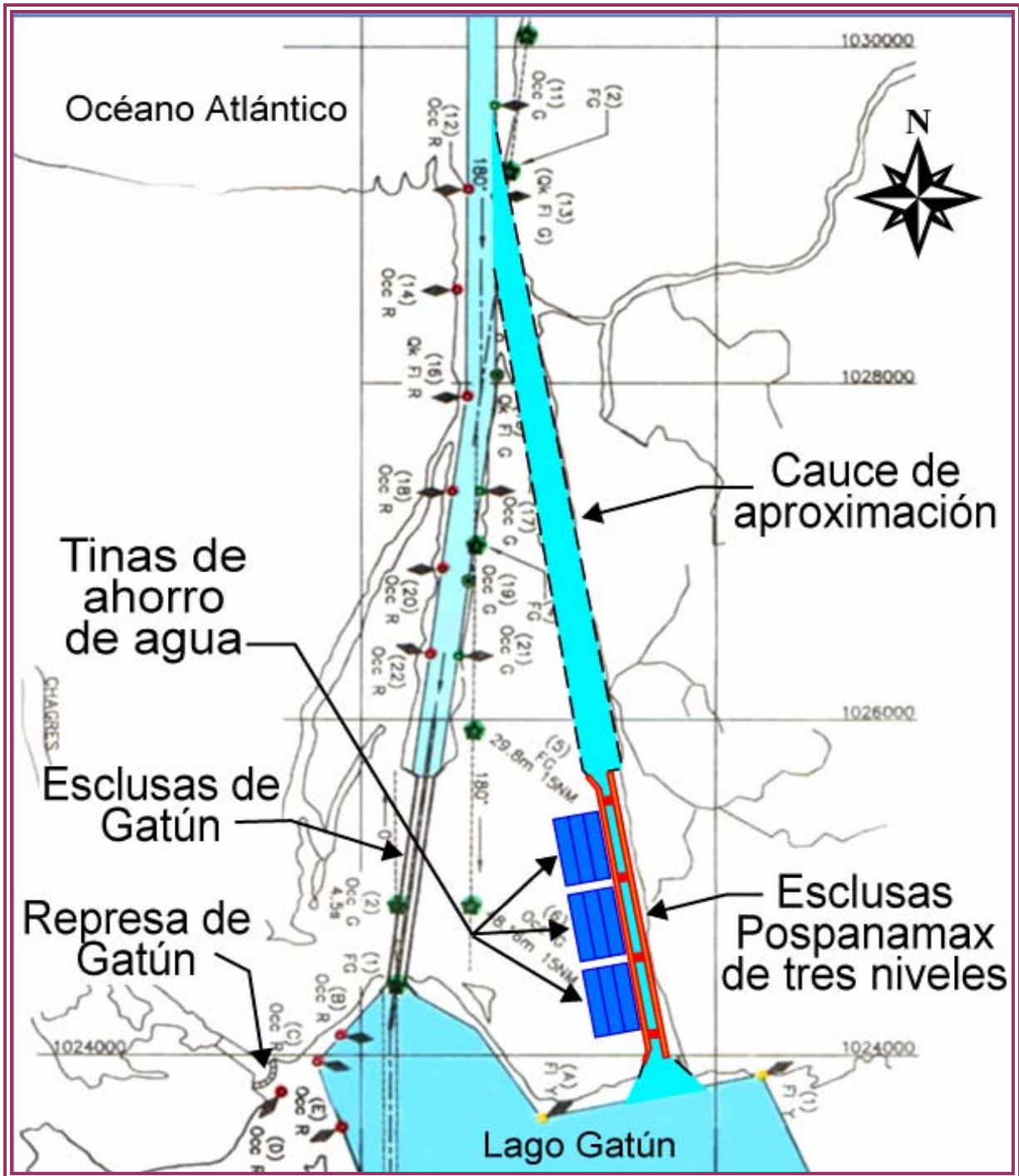
⁸ PLD es la abreviatura en inglés de *Precise Level Datum*. Es el nivel de referencia geodésico utilizado en el Canal.

⁹ Cuando el lago Gatún suba al nivel 25.9 m (85') PLD o más alto.

¹⁰ El agua dulce es menos densa que el agua de mar y por lo tanto los buques Panamax calan aproximadamente 0.30m (1') más en agua dulce que en agua de mar. Los buques Post-Panamax calan aproximadamente 0.45m (1.5') más en agua dulce que en agua de mar.

¹¹ Estos calados podrán ser aprovechados por los buques que transiten por las nuevas esclusas. Los buques que transiten por las esclusas actuales continuarán con calado de hasta 39.5' que permite las esclusas.

¹² Encuentros se refiere a buques que se cruzan navegando en direcciones opuestas por este cauce.



Fuente: ACP – Plan Maestro del Canal de Panamá, abril 2006

FIGURA 1-5: UBICACIÓN CONCEPTUAL DE LAS NUEVAS ESCLUSAS DEL ATLÁNTICO

El complejo de esclusas del Atlántico se construirá al Este de la esclusa de Gatún y utilizará parte de la excavación de 1939



Fuente: ACP – Plan Maestro del Canal de Panamá, abril 2006

FIGURA 1-6: UBICACIÓN CONCEPTUAL DE LAS NUEVAS ESCLUSAS DEL PACÍFICO

El complejo de esclusas del Pacífico se construirá al Sur-Oeste de las esclusas de Miraflores con un Nuevo cauce de aproximación que la conectará con el Corte Culebra

1.3.3 Elevación del nivel máximo de operación del lago Gatún

El nivel máximo de operación del lago Gatún se elevará en aproximadamente 0.45 m (1.5'), del 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 Gatún y le permitirá al sistema hídrico del Canal suministrar en promedio 165 millones de galones de agua adicionales por día. Este volumen de agua adicional es suficiente para proveer agua para un promedio de aproximadamente 1,100 esclusajes adicionales por año, o el equivalente a aproximadamente el 75% del consumo anual actual de agua de la población que se surte de los lagos Alhajuela y Gatún.

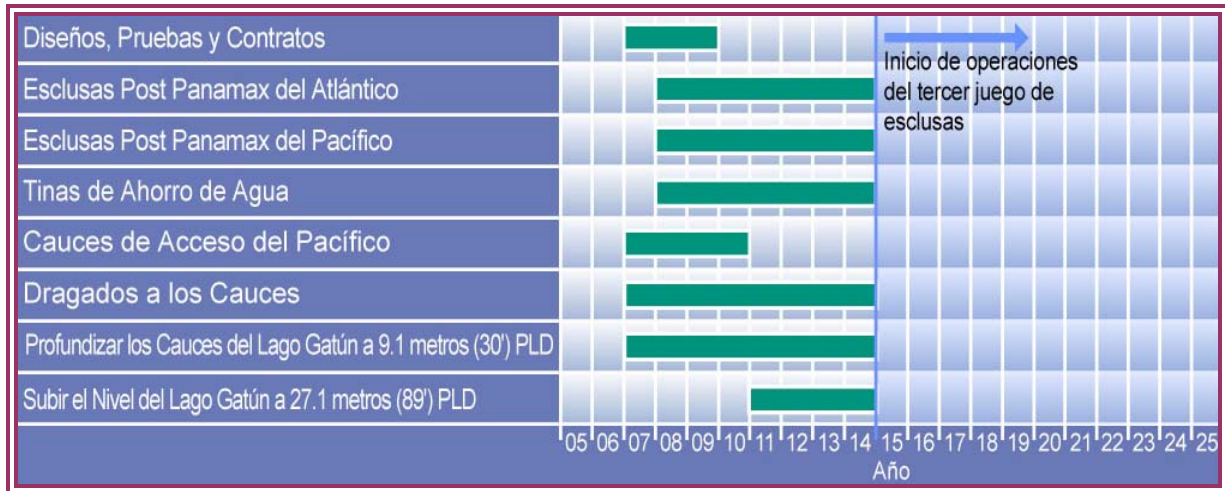
Este componente comprende la modificación y adaptación de algunas estructuras operacionales de la ACP, tales como las cámaras superiores de la esclusa de Gatún, la parte norte de la esclusa de Pedro Miguel y los muelles en el lago Gatún, entre otras estructuras en las riberas del lago Gatún que deben ser modificadas.

1.3.4 Cronograma para la construcción del Tercer Juego de Esclusas

La construcción y puesta en marcha del proyecto de Tercer Juego de Esclusas tomará entre siete y ocho años en completarse, y el Canal ampliado podrá iniciar operaciones entre el año fiscal 2014 y 2015 (ver Figura 1-7). El cronograma de ejecución del proyecto se desarrolló en base a un minucioso y detallado análisis de constructibilidad, efectuado de conformidad con las prácticas más avanzadas de la industria de la construcción y tomando en cuenta los equipos, tecnología y procesos de edificación más apropiados para el ámbito del programa y el tipo de proyecto. El programa incluye un periodo apropiado para puesta en marcha, adiestramiento de personal, inspecciones, ajustes de equipo, pruebas de esclusajes, y de funcionamiento de componentes, sistemas e inicio de operaciones de tránsito.

El programa de ejecución deberá implementar con una velocidad de marcha apropiada para completar el proyecto en el menor tiempo posible dentro de un plan de avance eficiente y productivo, realizable con tecnología de construcción probada y de amplia disponibilidad. El cronograma de ejecución se divide en dos fases principales: la de preconstrucción y la de construcción.

La fase de preconstrucción comprenderá el desarrollo de diseños, modelos, especificaciones y contratos, la identificación de los posibles constructores y, finalmente, la contratación de éstos. Esta primera fase tendrá una duración de entre dos y tres años con respecto al componente de las esclusas. La excavación seca y el dragado de los cauces se iniciarán antes de ser completada la fase de preconstrucción de las esclusas e inmediatamente después de la aprobación del proyecto.



Fuente: ACP – Plan Maestro del Canal de Panamá, abril 2006

FIGURA 1-7: PROGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO DEL TERCER JUEGO DE ESCLUSAS

Cronograma de ejecución del programa del Tercer Juego de Esclusas. Las obras de esclusas se iniciarían hasta un año después de aprobado el proyecto mientras que los trabajos de dragado y excavación se iniciarán mientras se completan los diseños finales de las esclusas. El Tercer Juego de Esclusas entraría en operación entre el 2014 y el 2015.

La fase de construcción incluye la ejecución simultánea de la construcción de los dos complejos de esclusas con sus tinas para reutilización de agua, la excavación seca del nuevo cauce de acceso del Pacífico, y el dragado, tanto de los nuevos cauces de acceso a las esclusas, como el de los cauces de navegación del lago Gatún y de las entradas de mar. La construcción de las esclusas tomará entre cinco y seis años¹³, y se iniciará en el año 2008, después de terminados los diseños. La excavación seca y el dragado iniciarán en el año 2007, y requerirán de aproximadamente siete y ocho años, respectivamente. En base al cronograma actual, se estima que el pico de obra ocurrirá en el año 2010 (ver Figura 1-7). En la segunda mitad del periodo de construcción, es decir en el año 2011, se iniciará la subida del nivel máximo operativo del lago Gatún, para lo cual se adecuarán tanto las esclusas existentes como las instalaciones del Canal ubicadas en las riberas del lago Gatún, todo lo cual se efectuará en aproximadamente cuatro años.

Debido a que el proyecto está conformado por múltiples componentes, se anticipa que la construcción de algunos elementos se iniciará mientras se adelantan las actividades de pre-construcción de otros componentes. De esta forma se anticipa que las actividades de dragado, específicamente aquellas que se efectuarán por la ACP, se iniciarán pocos meses después de aprobado el proyecto. Otras actividades, tales como la movilización, la construcción de infraestructura, la preparación de sitios de construcción y de disposición de materiales y trabajos de excavación seca, se iniciarán también con anterioridad y podrán ser adelantados significativamente mientras se avanza en los diseños de las esclusas. Las actividades de ejecución del proyecto no afectarán el funcionamiento normal del Canal.

¹³ El cronograma de ejecución incluye un año adicional para los trabajos de esclusas como contingencia para posibles imprevistos de conformidad con el análisis de riesgo del proyecto.

1.4 Mano de obra para la Construcción del Tercer Juego de Esclusas

La construcción del proyecto requerirá el empleo directo de aproximadamente 17 millones de horas de trabajo¹⁴ (ver Figura 1-8). El estimado laboral se desprende del análisis de construcción desarrollado para estimar los costos y el cronograma de ejecución del proyecto. Se prevé que la demanda laboral directa del proyecto alcanzará su fase más intensa entre el año 2010 y 2012 cuando coincidirán las fases de excavación de los cauces de acceso con la construcción de las esclusas y las tinas de reutilización de agua.

Para los trabajos de infraestructura preliminar, la excavación de los cauces de acceso y la construcción de las esclusas se han identificado alrededor de 40 diferentes ocupaciones técnico-artesanales, las cuales se distribuyen en cuatro categorías: (1) trabajadores no calificados, (2) artesanos calificados, (3) operadores de equipo y (4) líderes, capataces y supervisores.

Se ha estimado que en el periodo más intenso de la obra se emplearán aproximadamente 1,500 trabajadores no calificados entre ayudantes y principiantes, 1,550 artesanos calificados y especialistas calificados, 600 operadores de equipo y cerca de 80 capataces, líderes y supervisores de campo¹⁵. Para asegurar la disponibilidad de panameños calificados y con las competencias necesarias, la ACP actuará conjuntamente con las entidades competentes, públicas y privadas, para que se desarrolle con suficiente anticipación la capacitación del personal necesario que cuente con las competencias, idoneidades y certificaciones requeridas.

La Tabla 1.2 muestra la cantidad máxima de trabajadores directos estimada para la construcción de las esclusas. La fuerza laboral estimada debe tomarse como una referencia y no como un valor absoluto, ya que el número de trabajadores podrá variar dependiendo de la metodología de construcción del contratista y el tiempo asignado para terminar el proyecto.

La Tabla 1.3 presenta un resumen del personal de apoyo y administrativo para la construcción de las esclusas. La mano de obra indirecta incluye todo el personal de supervisión, el personal de oficina (oficinistas, secretarias, chóferes), personal de apoyo (enfermeras, médicos, contadores) y cualquier personal que no se pueda cargar directamente a una actividad de la obra.

El número estimado de trabajadores requeridos para los trabajos de excavación y dragado en los cauces de navegación varía entre 700 y 1,600 por año durante el período del 2007 al 2014 (ver Tabla 1.4). Una gran mayoría de estos trabajadores serán personal de dragas y de apoyo de ACP¹⁶. La sección 2.3 de este documento contiene información más detallada sobre el personal estimado para estos trabajos.

El número estimado de trabajadores requeridos para los trabajos asociados con la subida del nivel operativo del lago Gatún es de 200 personas.

¹⁴ Aproximadamente 8,210 años hombre de trabajo según análisis de constructibilidad desarrollado por ACP con el apoyo de Parsons Brinkerhoff International.

¹⁵ No incluye las 1,600 personas que se estima trabajarán en las operaciones de dragado.

¹⁶ ACP. Análisis Técnico de los Cauces de Navegación Post-Panamax propuesto para el Canal de Panamá. Marzo 2006 (Traducción al español).

TABLA 1.2: MANO DE OBRA DIRECTA POR ESPECIALIDAD ESTIMADA EN LOS ANALISIS DE COSTOS

Cantidad Máxima de Trabajadores Manuales	
Carpintero	442
Electricista	48
Albañil	430
Mecánico	46
Explosivista	79
Reforzador	305
Aparejador	89
Soldador	214
Capataz General	72
Capataz de Carpintero	33
Capataz de Concreto	23
Capataz de Perforación y Voladuras	22
Capataz de Excavación	71
Capataz de Plantas	10
Capataz de Reforzador	24
Capataz de Hincado de pilotes y Soldadura	1
Chofer General	142
Ayudante	692
Principiante	1075
Operador de Compresor	63
Operador de Bombas	23
Engrasador/Aceitero	14
Conductor de Camión	252
Operador de Cargador	27
Operador de Excavadora	68
Operador de Grúa	165
Operador de Tractor de Oruga	124
Operador de Perforadora	74
Operador de Montacarga	25
Operador de Niveladora	15
Operador de Rola	57
Operador de Planta	14

Fuente: ACP – Costos y Cronograma para el Diseño Conceptual de las Esclusas Post-Panamax, febrero 2006

TABLA 1.3: PERSONAL ADMINISTRATIVO Y DE APOYO ESTIMADO EN LOS ANALISIS DE COSTOS

Actividad	Total
Administración	146
Compras y Almacenamiento	61
Contabilidad y Finanzas	38
Diseño y Mantenimiento de Dibujos	22
Ingeniería y Agrimensura	67
Mantenimiento de Instalaciones Temporales	179
Protección de Instalaciones	101
Soporte Administrativo	181
Soporte Logístico	54
Supervisión de Construcción	55

Fuente: ACP – Costos y Cronograma para el Diseño Conceptual de las Esclusas Post-Panamax, febrero 2006

TABLA 1.4: NÚMERO DE PERSONAS INVOLUCRADO EN TRABAJOS DE EXCAVACIÓN Y DRAGADO POR AÑO.

Personal	Año fiscal							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Personal contratado por contratistas de dragado extranjeros	150	247	333	480	286	190	369	345
Personal en dragas de ACP	336	460	521	614	586	355	538	507
Personal de apoyo de ACP	228	292	338	504	440	376	338	228
TOTAL	714	999	1,192	1,599	1,312	920	1,245	1,080

Fuente: ACP – Costos y Cronograma para el Diseño Conceptual de las Esclusas Post-Panamax, febrero 2006

1.5 Costo del Proyecto

La construcción del Tercer Juego de Esclusas tendrá un costo total estimado de B/.5, 250 millones, que incluye los costos directos e indirectos de diseño, mitigación ambiental, planes de monitoreo y seguimiento, administración y construcción, contingencias para imprevistos y la inflación proyectada hasta su terminación, lo que representa el costo total de la obra en términos nominales.¹⁷ El estimado incorpora una inflación promedio anual de 2% y no incluye posibles costos de financiamiento en Balboas del año 2005 (ver Figura 1-8).

El costo más relevante del proyecto corresponde a la construcción de los dos nuevos complejos de esclusas – uno en el Atlántico y el otro en el Pacífico – con costos estimados de aproximadamente B/.1, 110 millones y B/.1, 030 millones respectivamente, más una provisión de B/.590 millones para posibles contingencias durante su construcción. Estos nuevos complejos de

¹⁷ En términos económicos, un costo “nominal” incluye los efectos de la inflación.

esclusas estarán integrados con las tinas de reutilización de agua, las cuales tendrán un costo estimado de B/.270 y B/.210 millones para el Atlántico y el Pacífico, respectivamente, más una provisión de B/.140 millones para posibles contingencias. En total, las nuevas esclusas con sus tinas de reutilización de agua tendrán un costo estimado total, incluyendo contingencias, de B/.3, 350 millones.

La excavación de los cauces de acceso a las nuevas esclusas tendrá un costo total estimado de B/.820 millones, que incluye B/.400 millones de excavación seca y B/.250 millones para trabajos de perforación, voladura y dragado, más una provisión de B/.170 millones para posibles contingencias. Por su parte, las mejoras a los cauces de navegación existentes tendrán un costo total estimado de B/.290 millones, que incluye B/.90 millones para el ensanche de los cauces de navegación del lago Gatún y B/.150 millones para la profundización y ensanche de las entradas del Canal, más una provisión de B/.50 millones para contingencias.

Finalmente, las mejoras al suministro de agua tendrán un costo total estimado de B/.260 millones, que incluye B/.150 millones para la profundización de los cauces de navegación y B/.30 millones para elevar el nivel máximo de operación del lago Gatún, más una partida de B/.80 millones para contingencias. Estos componentes, sumados a una inflación durante el periodo de construcción estimada en aproximadamente B/.530 millones, representan el estimado del costo total del proyecto del Tercer Juego de Esclusas de B/.5, 250 millones (ver Figura 1-9).

Componentes del Proyecto	Estimado de Costo*
Nuevas Esclusas	
Esclusas del Atlántico	1,110
Esclusas del Pacífico	1,030
Contingencia para las nuevas esclusas**	590
Total de Nuevas Esclusas	2,730
Tinas de Reutilización de Agua	
Tinas de Reutilización de Agua del Atlántico	270
Tinas de Reutilización de Agua del Pacífico	210
Contingencia para las Tinas de Reutilización de Agua**	140
Total de Tinas de Reutilización de Agua	620
Cauces de Acceso para las Nuevas Esclusas	
Cauces de Acceso del Atlántico (Dragado)	70
Cauces de Acceso del Pacífico (Excavación Seca)	400
Cauces de Acceso del Pacífico (Dragado)	180
Contingencia para los Nuevos Cauces de Acceso**	170
Total de Nuevos Cauces de Acceso a las Esclusas	820
Mejoras a Cauces de Navegación Existentes	
Profundización y Ensanche de la Entrada Atlántica	30
Ensanche del Cauce del Lago Gatún	90
Profundización y Ensanche de la Entrada Pacífica	120
Contingencia para las Mejoras a los Cauces de Navegación**	50
Total de Mejoras a los Cauces de Navegación	290
Mejoras al Suministro de Agua	
Subir el Nivel Máximo del Lago Gatún a 27.1 m (89') PLD	30
Profundizar los Cauces de Navegación a 9.1 m (30') PLD	150
Contingencia para Suministro de Agua**	80
Total de Mejoras al Suministro de Agua	260
Inflación Durante el Periodo de Construcción***	530
Inversión Total	5,250 M*
<small>*Millones de balboas, redondeados a la decena más cercana **La contingencia incluye las posibles variaciones en el costo de cada componente ***Se asumió una inflación general de 2% anual por encima de lo incluido en la contingencia</small>	

Fuente: ACP – Plan Maestro del Canal de Panamá, abril 2006

FIGURA 1-8: ESTIMADO DE COSTOS DEL PROYECTO DEL TERCER JUEGO DE ESCLUSAS

El programa de ampliación tendrá un costo no mayor de B/.5,250 millones, incluyendo los costos directos e indirectos de diseño, administración, construcción, contingencias e inflación.

2 DESCRIPCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

2.1 Descripción General de la Construcción

El proyecto del Tercer Juego de Esclusas 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. Los procesos de construcción son considerados de niveles de riesgo y complejidad moderados que son manejables con tecnología y métodos de construcción ampliamente probados¹⁸.

La fase de construcción del proyecto del Tercer Juego de Esclusas incluye la ejecución simultánea de los siguientes elementos:

- La construcción de los dos complejos esclusas con sus tinas para reutilización de agua y la excavación seca del nuevo cauce de acceso del Pacífico.
- El dragado, tanto de los nuevos cauces de acceso a las esclusas, como el de los cauces de navegación del lago Gatún, del Corte Culebra y de las entradas de mar.
- La elevación del nivel operativo del lago Gatún.

La construcción de las esclusas tomará entre cinco y seis años,¹⁹ y se iniciará en el año 2008, después de terminados los diseños. La excavación seca y el dragado iniciarán en el año 2007, y requerirán de aproximadamente siete y ocho años, respectivamente. En la segunda mitad del periodo de construcción, es decir en el año 2011, se iniciará la elevación del nivel máximo operativo del lago Gatún, para lo cual se adecuarán tanto las esclusas existentes como las instalaciones del Canal ubicadas en las riberas del lago Gatún, todo lo cual se efectuará en aproximadamente cuatro años.

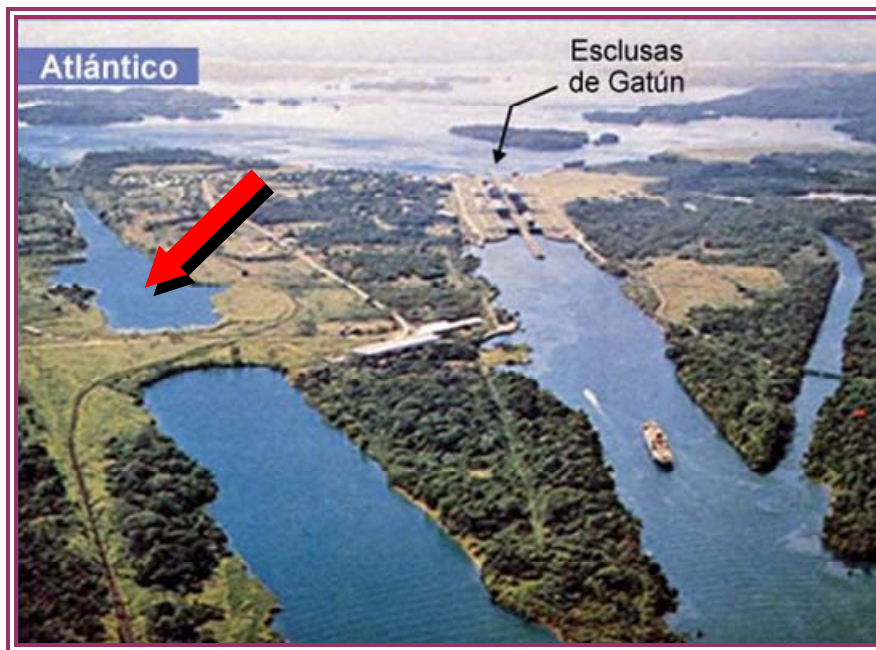
La fase de construcción de las esclusas se realizará en dos frentes, uno en el Atlántico y otro en el Pacífico, donde se ubicarán las facilidades de apoyo (plantas de tratamiento, talleres, almacenes, concreteras, silos, comedores, baños, y oficinas administrativas, entre otros).

En los estimados de las esclusas del Atlántico y del Pacífico se incluyó la instalación de la planta de agregados, arena, hielo y de concreto; y los talleres de acero de refuerzo, soldadura, carpintería y fabricación de tuberías.

El estimado para la construcción de estas instalaciones incluye las vías de acceso al proyecto, los edificios, y los servicios públicos.

¹⁸ ACP. Propuesta de Ampliación del Canal de Panamá. Proyecto del Tercer Juego de Esclusas. Abril 2006.

¹⁹ El cronograma de ejecución incluye un año adicional para los trabajos de esclusas como contingencia para posibles imprevistos de conformidad con el análisis de riesgo del proyecto.



Fuente: ACP – Propuesta de Ampliación del Canal de Panamá, Proyecto del Tercer Juego de Esclusas, abril 2006

FIGURA 2-1: VISTAS AÉREAS DE LOS SITIOS DE CONSTRUCCIÓN DE LOS NUEVOS COMPLEJOS DE ESCLUSAS

El proyecto del Tercer Juego de Esclusas se construirá en el sitio de las excavaciones de 1939 dentro de áreas de funcionamiento del Canal.

Entre los edificios temporales incluidos en el estimado están la oficina principal, 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, pero se consideró que a los trabajadores se les proveería servicio de transporte. Los servicios públicos incluyen la iluminación del sitio y de los edificios, sistemas de teléfonos, plantas de tratamiento de aguas servidas, la conexión al sistema de electricidad y agua existente.

Los accesos temporales incluyen el movimiento de tierra, la construcción, reubicación o rehabilitación de las vías de acceso al sitio, las oficinas y el área de talleres. El movimiento de tierra consiste en limpieza y desbroce, nivelación y excavación. La construcción comprende las carreteras, estacionamientos, cercas y garitas de acceso. En ambos estimados (Atlántico y Pacífico) se consideró la construcción de un muelle para carga y descarga de materiales de construcción. Durante la construcción, el contratista se verá obligado a rehabilitar y dar mantenimiento a varios caminos de acceso que llevarían a diferentes áreas de trabajo y que, además, servirían para el acarreo de materiales.

El acceso principal al sitio de las obras para las esclusas del sector Pacífico sería desde la carretera Interamericana a través de la carretera Brujas-Borinquen hacia el área de Cocolí. Una 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 móvil de Miraflores existente hacia el lado este de la nueva esclusa.

El acceso principal al sitio de las obras para las esclusas del sector Atlántico sería desde las áreas aledañas a través de la carretera Bolívar. Una alternativa de acceso sería por ferrocarril desde la ciudad de Panamá. La ruta actual de la Panamá Canal Railway Company que conecta Panamá y Colón pasa al este del alineamiento de la nueva esclusa. El Capítulo III de este documento contiene una descripción del estado actual de la red de infraestructura carretera existente y de su capacidad para acomodar las necesidades del proyecto.

Para el transporte de agregados entre el Pacífico y Atlántico, se incluyó la rehabilitación del puente de Miraflores (lado Pacífico) y la construcción de aproximadamente 22km de vías de ferrocarril (lado Atlántico). Los diseños conceptuales de ambas esclusas (Atlántico y Pacífico) incluye la construcción de un muelle para carga y descarga de materiales de construcción.

La construcción de las propias esclusas requerirá la instalación de dos (2) plantas de trituración de agregado (una en el Atlántico y otra en el Pacífico) y la instalación y operación de dos plantas de hormigón por esclusa con capacidad de 300m³/hr cada una. Las plantas se ubicarían en las áreas de construcción de las esclusas de los sectores Pacífico y Atlántico.

Los trabajos para la construcción de las esclusas tendrán una duración de seis años aproximadamente y se estima que se necesitaría de 1,000 a un máximo de unos 3,000 empleos por esclusa, dependiendo de la fase del trabajo. Estos trabajos serían de índole variada, típicos de obras de construcción de infraestructuras como esclusas y presas. El programa de trabajo asume 2 turnos de 10 horas, seis días por semana.

Además de los principales componentes de construcción listados anteriormente, el proyecto requiere llevar a cabo una serie de actividades conexas que se pueden clasificar en dos grupos, los que son necesarios para permitir el inicio de la construcción de la esclusa y los que se podrían efectuar al mismo tiempo que la construcción de la esclusa.

2.1.1 Trabajos necesarios previos al inicio de la construcción de las esclusas

- Ataguía temporal en la entrada Pacífica. Esta tendrá un largo de 654m y un alto de 13.5m y constará de un relleno de 192,600 de metro cúbicos (m³) con tabla estacas planas de acero en la parte central. La ataguía es necesaria para permitir la construcción en seco de la esclusa del Pacífico.
- Construcción de un muelle en el Pacífico y uno en el Atlántico. Cada muelle tendrá un largo aproximado de 800m y un ancho de 45m que permitirá el manejo de equipo y materiales de construcción de los contratistas y una vez finalizada la etapa de construcción servirán de apoyo a las operaciones del Canal.
- Limpieza y preparación de las áreas del sitio de depósito No. T6, conocido como UXO, y parte de los sitios T3 y T5 donde se depositará el material excavado del Pacífico.
- Drenaje de las lagunas artificiales formadas por las excavaciones de 1939 tanto en el Pacífico como en el Atlántico.
- Remoción de aproximadamente 500,000m³ en el Pacífico, de material no apto para relleno depositado en el pasado por operaciones de mantenimiento (dragado) del canal de acceso a la esclusa de Miraflores.

2.1.2 Trabajos necesarios que podrían efectuarse al mismo tiempo que la construcción de las esclusas

- Reubicación de infraestructuras de servicios públicos.
- Construcción de una presa para poder hacer el desvío del río Cocolí.
- Desvío del río Grande, con sus afluentes, la quebrada Conga y el río Sierpe, los cuales serán desviados hacia el Corte Culebra.
- Reubicación de la carretera Borinquen.
- Reubicación permanente de 12 torres del tendido eléctrico de transmisión de 230 KVA (línea de la hidroeléctrica de Fortuna) que están en la parte Oeste de la esclusa del canal de acceso a la esclusa.

2.1.3 Sitios de depósito

Las obras de excavación de los alineamientos del Atlántico y del Pacífico resultarían en la excavación de varios millones de metros cúbicos de tierra. Las obras de ensanche y profundización por draga en el Corte Culebra y los canales de acceso a las esclusas del Atlántico y del Pacífico también resultarán en la producción de material de dragado y de excavación que necesitará ser depositado.

Debido a los enormes volúmenes de material de excavación y dragado; las distancias entre las áreas de trabajo y de depósito de material excavado están ligadas al costo y las logísticas del transporte de dicho material.

En base a la información disponible a la fecha de preparación de este documento, se considera que el material seco derivado de la excavación de las nuevas esclusas y canales de acceso se depositaría en los sitios de depósito de material denominados T6 (también conocido como UXO por las siglas en inglés ‘Unexploded Ordnance’ que significa munición no detonada), T7/lago Miraflores), T8/Excavaciones de 1939 y Cocolí para el Pacífico y los sitios de Tanque Negro (Sherman) y Monte Lirio Norte para el Atlántico. La Figura 2-2 indica la ubicación de estos sitios de depósito.

El sitio T6 está ubicado sobre parte del antiguo polígono de tiro de Emperador, y por lo tanto, requerirá medidas especiales (incluyendo limpieza de material explosivo no detonando o UXO de una superficie de aproximadamente 300 ha) para su utilización. Las actividades de limpieza de material UXO se efectuarán en una forma similar al proceso efectuado para la construcción del puente Centenario.

Los materiales de excavación y dragado derivados de los trabajos en los canales de navegación nuevos y existentes serán depositados en una serie de sitios acuáticos y terrestres.

A través de su División de Proyectos de Capacidad del Canal y la División de Administración Ambiental, el Canal preparó informes técnicos y ambientales²⁰ que proponen diversas opciones factibles desde el punto de vista técnico y ambiental para acomodar el material resultante de la excavación y dragado del canal Post-Panamax. Para más detalles o la descripción de las opciones de disposición propuestas, refiérase a estos informes.

La Tabla 2.1 indica los sitios de depósito propuestos por la ACP para el depósito de materiales derivados de estas actividades. El Apéndice A (revisar numeración) incluye gráficas producidas por la ACP¹⁹ que muestran la ubicación de los sitios de depósito propuestos.

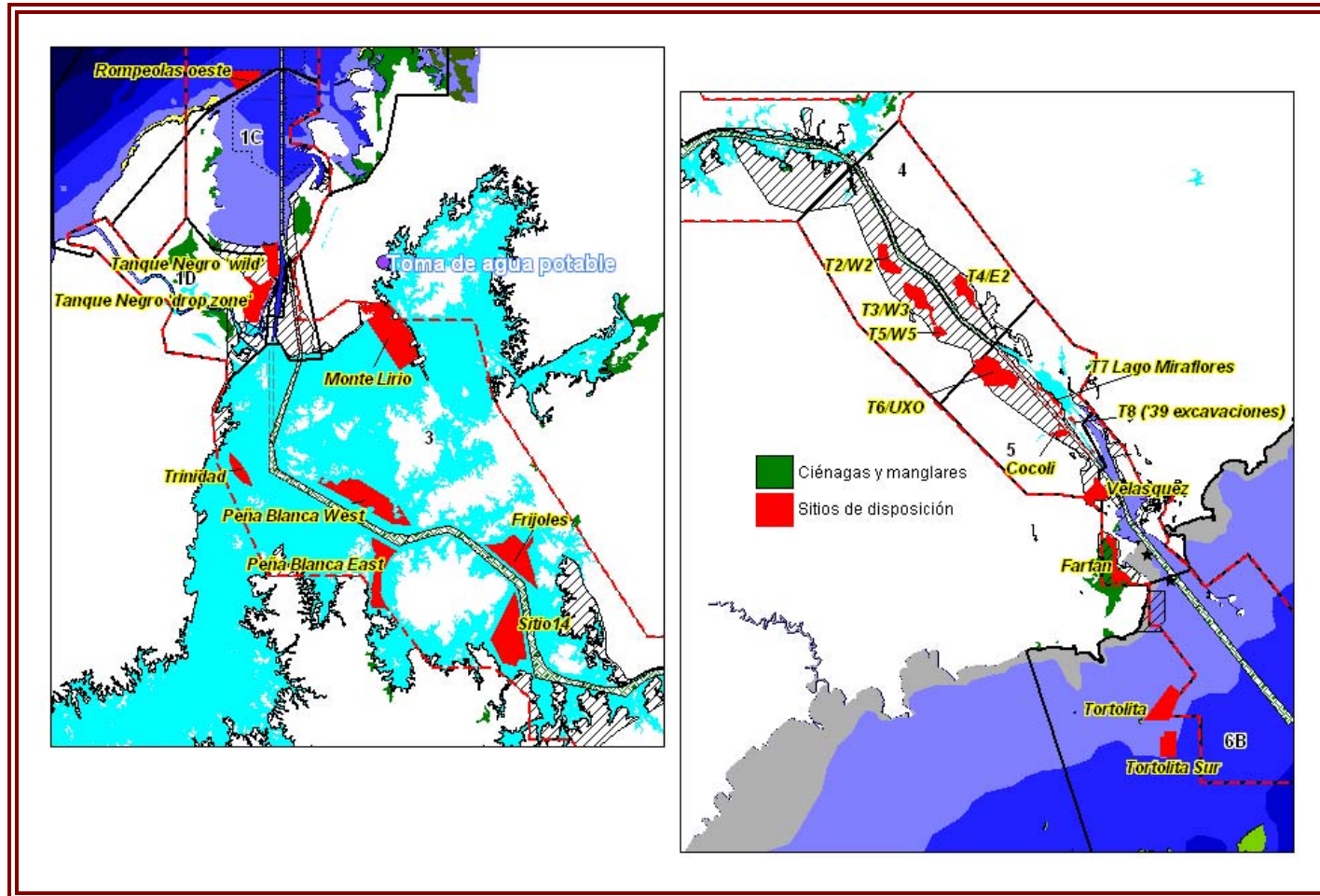
Es importante señalar que algunos de estos sitios de depósito son sitios que han sido históricamente utilizados como áreas operacionales del Canal y por lo tanto su uso durante la fase de construcción del proyecto evita la alteración de sitios actualmente no perturbados.

Los planos incluidos como Apéndices B y C (revisar numeración) muestran los alineamientos de las nuevas esclusas así como el área que se ha delineado como área del contratista para el sector Pacífico y Atlántico respectivamente. El contratista tendrá la responsabilidad de decidir la ubicación final de las plantas de concreto, trituradoras, hielo agua, de tratamiento de aguas servidas, de almacén de materiales, oficinas, entre otros, dentro del área delimitada para su uso. Por lo tanto en este documento no se puede especificar las localizaciones de las infraestructuras de construcción.

Las secciones a continuación describen en más detalle los elementos de construcción del proyecto:

- Construcción de las esclusas del sector Pacífico y del sector Atlántico
- Actividades de dragado y excavación en los cauces de navegación
- Aumento del nivel operativo del lago Gatún

²⁰ Autoridad del Canal de Panamá, Departamento de Ingeniería y Proyectos, "Technical Analysis of Disposal Sites for Work on Panama Canal Post-Panamax Channels and Locks with Gatun Lake at 9.14 m PLD." Versión (última), marzo del 2006. Autoridad del Canal de Panamá, Departamento de Seguridad, Administración Ambiental y Protección de Canal, División de Administración Ambiental, "Environmental Evaluation of Disposal Sites for Proposed Panama Canal Post Panamax Navigation and New Locks Construction Work" (Evaluación Ambiental de los Sitios de Depósito para los Trabajos de Construcción para la Navegación Post-Panamax y Nuevas Esclusas Propuestas para el Canal de Panamá) Versión (última), septiembre del 2004.



Fuente: ACP –PB Consult –Informe de Viabilidad Ambiental- Propuesta de Ampliación del Canal de Panamá, Proyecto del Tercer Juego de Esclusas, agosto 2006

FIGURA 2-2: SITIOS DE DEPÓSITO ESTUDIADOS (USAR TÉRMINOS EN ESPAÑOL) CAMBIAR ADMISIÓN DE AGUA POR TOMA DE AGUA POTABLE

TABLA 2.1: SITIOS DE DEPÓSITO PROPUESTOS POR LA ACP PARA EL DEPÓSITO DE MATERIALES DERIVADOS DE LAS ACTIVIDADES EN LOS CANALES DE NAVEGACIÓN.

Áreas	Dragado (M m ³)	Excavación (M m ³)	Sitios de depósito para material de dragado		Sitios de depósito para material de dragado		
			Área	Capacidad (M m ³)	Área	Capacidad (M m ³)	
1	Cauce de navegación de la entrada del Atlántico ¹	9.04	0.00	Rompeolas Noroeste (Northwest breakwater)	8.2	N/A	
2	Cauce de aproximación Post-Panamax al norte del Atlántico	8.52	1.17	Tanque Negro	10	Monte Lirio Norte 32.00	
3	Tapón norte del Atlántico	0.79	0.21	Tanque Negro	10	Monte Lirio Norte 32.00	
4	Nuevas esclusas Post-Panamax del Atlántico	0.00	23.40	N/A		Monte Lirio Norte 32.00	
5	Tapón sur del Atlántico a 9.14 m PLD	1.03	0.52	Monte Lirio Norte	32.00	Monte Lirio Norte 32.00	
6	Ensanche del lago Gatún a 280m & 366 m a 9.14 m PLD	20.84	0.00	lago Gatún	Cauces de navegación	N/A	
7	Profundización del Corte Culebra a 9.14 m PLD (línea de prisma existente)	5.06	0.00	Frijoles Peña Blanca Oeste	11 22.3	N/A	
8	Profundización del Corte Culebra a 218 m a 9.14 m PLD	2.78	3.25	Frijoles Peña Blanca Oeste	11 22.3	Sitio T4	21.70
						Sitio T2	23.83
						Sitio T3	17.09
						Sitio T5	4.22
9	Cauce de aproximación norte del Pacífico al norte del tapón del Corte Culebra 9.14 m PLD	3.67	9.33	Frijoles Peña Blanca Oeste	11 22.3	Sitio T6/ UXO 77.04	
10	Tapón del Corte Culebra o norte del Pacífico	0.51	0.22	Frijoles Peña Blanca Oeste	11 22.3	Sitio T6/ UXO 77.04	
11	Cauce de aproximación norte del Pacífico entre el tapón del Corte Culebra y el tapón intermedio 9.14 m PLD	0.00	52.00	N/A		Sitio T6/ UXO 77.04	

TABLA 2.1: SITIOS DE DEPÓSITO PROPUESTOS POR LA ACP PARA EL DEPÓSITO DE MATERIALES DERIVADOS DE LAS ACTIVIDADES EN LOS CANALES DE NAVEGACIÓN. (CONTINUED)

Áreas		Dragado (M m ³)	Excavación (M m ³)	Sitios de depósito para material de dragado		Sitios de depósito para material de dragado	
				Área	Capacidad (M m ³)	Área	Capacidad (M m ³)
12	Tapón intermedio del Pacífico	0.39	0.17	Frijoles Peña Blanca Oeste	11 22.3	Sitio T6/ UXO	77.04
13	Nuevas esclusas del Pacífico	0.00	18.46	N/A		T7/lago Miraflores	4.50
						T8/Excavación del 1939	3.00
						Cocolí	7.00 to 10.00
						Como agregado para concreto	
14	Tapón sur del Pacífico	0.82	0.00	Velásquez	2.29	N/A	
				Farfán	3.66		
15	Cauce de aproximación sur del Pacífico	3.26	0.00	Tortolita	7.59	N/A	
				Tortolita Sur	9.56		
16	Cauce de navegación de la entrada del Pacífico	3.26	0.00	Tortolita	7.59	N/A	
				Tortolita Sur	9.56		
TOTAL		65.16	108.73		84.30		193.38

Fuente: ACP – Análisis Técnico de los Sitios de Depósito para los Trabajos de construcción para la Navegación Post-Panamax y Nuevas Exclusas del Canal de Panamá, Marzo 2006

1. El sitio de depósito del Rompeolas Noroeste podría ser extendido para acomodar la cantidad total resultante de ensanche y profundización a 225m y 13.7m de calado.

2.2 Construcción Esclusas del Sector Pacífico

2.2.1 Introducción

La esclusa del Pacífico estaría ubicada en el alineamiento identificado como PMD²¹ al oeste del área que fue seleccionada para la construcción del Tercer Juego de Esclusas de 1939 (Figura 2-3) este apéndice no aparece. El alineamiento iniciaría en el kilómetro 71k+876.3 de la estación del Canal existente, al sur de la esclusa de Miraflores, con un giro de 18 grados hacia el noroeste para barcos con rumbo hacia el sector Atlántico, continuando en esta dirección por 7 km, donde se hace un giro de 10 grados hacia el noroeste, y se continúa en esa dirección por 2.6 km hasta empalmar el canal de navegación existente al norte de la esclusa de Pedro Miguel y a unos 500m al sur del puente Centenario.

Esta ubicación de la esclusa permite que la cámara superior e intermedia se construya sobre la formación geológica de basalto y la inferior sobre la formación La Boca, también aleja la estructura del área de contacto entre ambas formaciones geológicas.

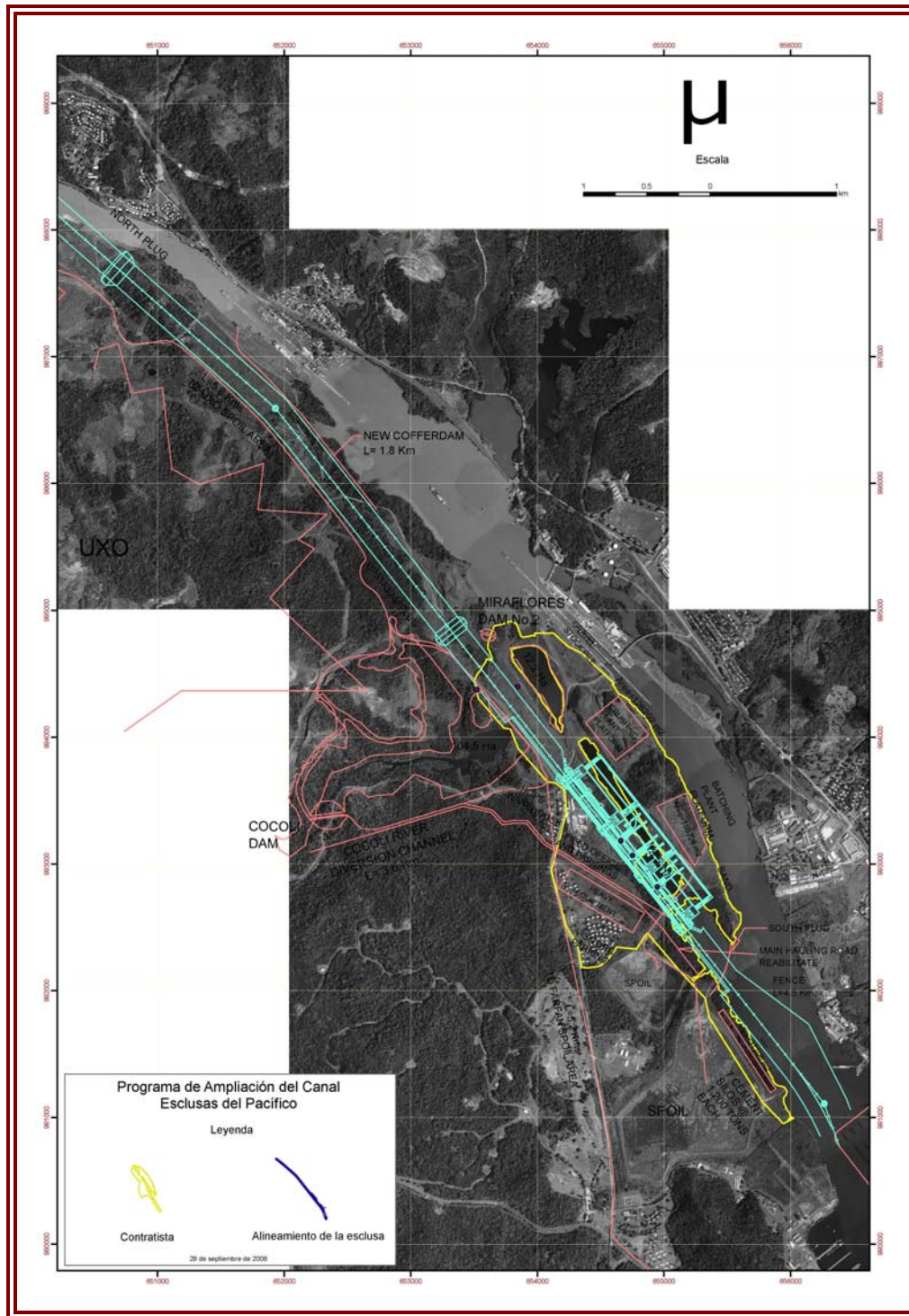
La esclusa se construiría en un terreno con elevaciones hasta 23 m sobre el nivel medio del mar y las tinas de ahorro de agua estarían al este de la nueva esclusa en terrenos con similares elevaciones, aprovechando la excavación que se hizo para el tercer carril de esclusas del proyecto de 1939. El área de construcción de la esclusa y tinas de ahorro de agua sería de unos 0.7 km² (73 hectáreas), ubicada a unos 2,000 m al suroeste de la esclusa de Miraflores.

Para las instalaciones que necesitaría el contratista como oficinas, talleres, depósitos e infraestructura en el Pacífico, la ACP deberá adquirir 23.2 hectáreas en el área de Cocolí. Según los acuerdos para el uso del área, la ACP tiene derecho al uso de las tierras sin necesidad de pagar al concesionario.

El diseño conceptual de las esclusas Post-Panamax del Pacífico se basa en las siguientes suposiciones:

- El material excavado en el Pacífico que no fuere utilizado para producción de agregados de concreto, relleno en las esclusas o construcción de presas de tierra sería depositado en el valle del río Cocolí aguas abajo de la presa de desvío.
- El río Cocolí se desviaría al mar hasta completar la construcción
- El área de Cocolí estaría disponible para uso del contratista para oficinas y área de almacenaje.
- El río Grande se desviará permanentemente hacia el Corte Culebra.

²¹ PMD Pacífico – Moncayo Delgado



Fuente: ACP Departamento GIS

FIGURA 2-3: ESCLUSAS DEL PACÍFICO

2.2.2 Cronograma

El tiempo total estimado para la construcción de la esclusa del Pacífico sin demoras producto de la contingencia es 58 meses (ver Figura 2-4). La excavación, los trabajos de concreto y los trabajos electromecánicos son las actividades que tienen un mayor impacto en el cronograma de construcción. La movilización para los trabajos de excavación y concreto se iniciarán tan pronto se adjudica el contrato.

El estimado asume que los trabajos en sitio pueden comenzar tres meses después de la adjudicación del contrato. Si el contratista principal subcontrata estos trabajos a compañías locales, o si la ACP contrata los trabajos por separado removiéndolos del contrato de la obra civil principal, algunos trabajos pudiesen empezar durante la fase de movilización o antes de que se adjudicara el contrato principal. Las actividades que pudiesen ser incluidas en estas primeras etapas son: reparación y reubicación de calles, construcción de ataguía en el lago Miraflores y en el río Cocolí, desvío del río Cocolí, construcción de ataguía en el extremo sur, secado de la excavación de 1939 y del extremo sur de la esclusa, preparación de áreas para plantas de trituración de agregados y mezclado de concreto, y limpieza de áreas para plataformas de equipo pesado y talleres.

Se supuso que la excavación de la esclusa empezaría simultáneamente en cuatro frentes distintos. El tiempo estimado para completar la excavación de la esclusa de Pacífico es de aproximadamente 20 meses.

Las plantas (agregados, concreto, hielo, enfriamiento, etc.) estarían preparadas para iniciar operaciones 12 meses después de que se adjudicara el contrato. Los trabajos de concreto comenzarían en la cámara 3 y el muro de aproximación sur y avanzarían hacia la cámara 1 y el muro de aproximación norte.

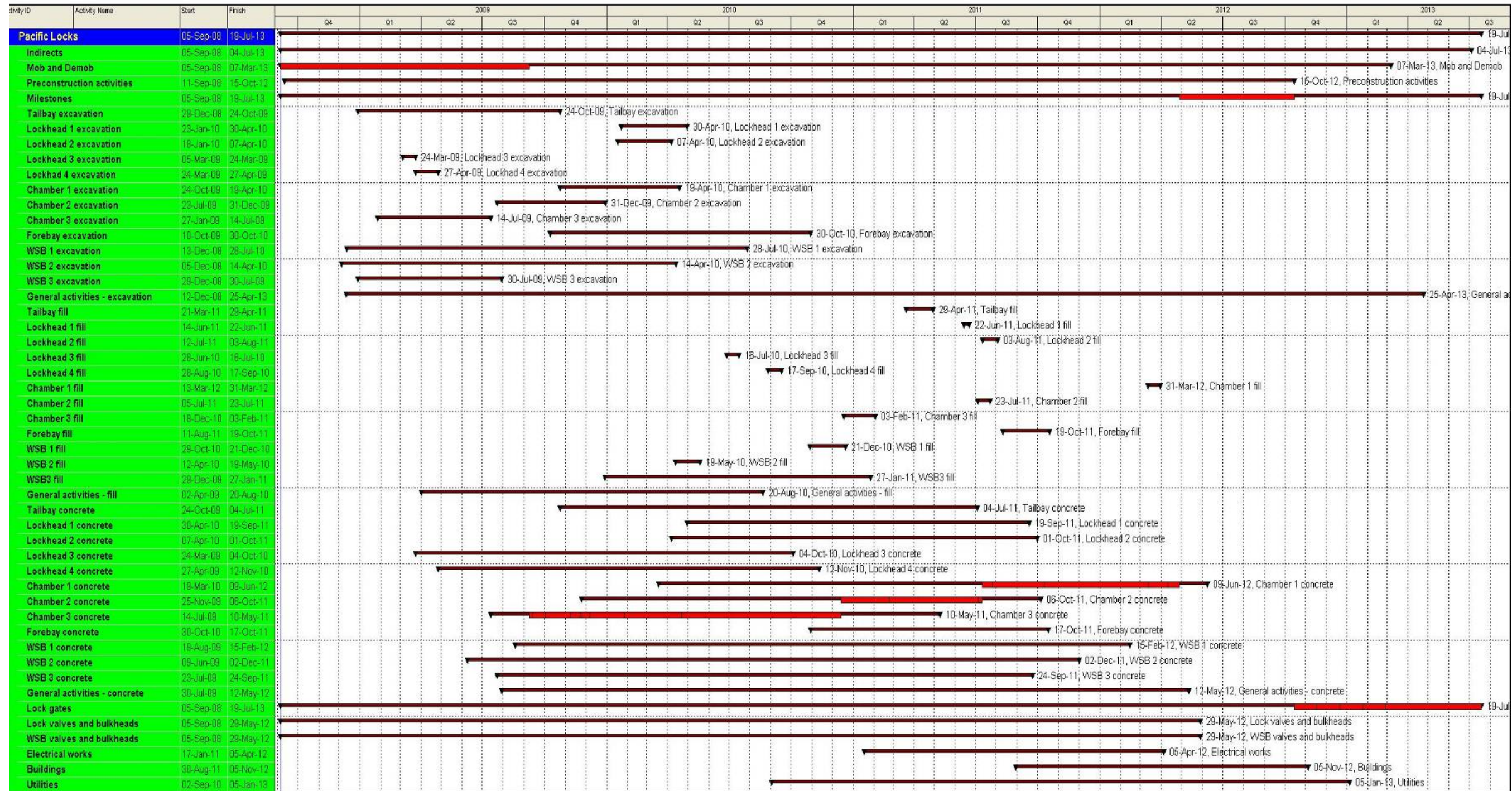
Para poder programar apropiadamente el uso del equipo, los trabajos de concreto se han dividido en las siguientes actividades: nichos de compuertas, muros de esclusa, galerías, monolitos de válvulas, conductos de piletas de ahorro de agua, piletas de ahorro de agua y pisos.

El equipo utilizado para cada una de estas actividades en la cámara inferior es utilizado sucesivamente en las cámaras media y superior. El tiempo estimado para los trabajos de concreto es 36 meses.

En el estimado de costos y el cronograma se asume que las compuertas, las válvulas y las mamparas serían diseñadas, fabricadas y transportadas al sitio bajo un contrato separado. Los trabajos de instalación electromecánica podrían comenzar cuando los trabajos civiles en una cámara dada hayan finalizado. La instalación de válvulas en las alcantarillas principales y en las piletas de ahorro de agua inicia en la cámara inferior y continua hacia las cámaras superiores. El tiempo estimado para la instalación de las válvulas es 13 meses.

La instalación de las compuertas requiere que se inunden las cámaras. Debido a que la marea alta en el Pacífico alcanza la cámara superior, todos los trabajos que deban ser realizados en el piso de la cámara, así como la instalación de todas las válvulas, deben haber finalizado antes de permitir la entrada de agua en la esclusa. Las compuertas del mar (las de la cámara inferior) se pueden instalar con los niveles de la marea del Pacífico.

FIGURA 2-4: CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DE LA ESCLUSA DEL PACÍFICO . MEJORAR RESOLUCIÓN



Fuente: ACP- Costos y Cronograma para el Diseño Conceptual de las Esclusas Post-Panamax. Febrero 2006

Para la instalación de las compuertas intermedias y superiores es necesario que las compuertas de cámara inferior estén en operación y con capacidad de retener agua. Una vez se haya logrado esto, se requiere elevar el nivel del agua en las cámaras hasta obtener el nivel necesario para la instalación del resto de las compuertas. El tiempo estimado para la instalación de las compuertas es 4 meses. Luego de colocar la última compuerta, habría un periodo de pruebas a todo el equipo electromecánico cuya duración sería de 4 meses.

2.2.3 Construcción de las esclusas del Sector Pacífico

Las principales actividades para la construcción de las esclusas del sector Pacífico incluyen:

- Movilización e instalación de infraestructura de apoyo
- Limpieza y desbroce
- Drenaje de las lagunas creadas en 1939
- Manejo y desvío del agua
- Excavación
- Rellenos
- Concreto (concreto reforzado y concreto rolado)
- Equipo electromecánico: compuertas, válvulas y mamparos
- Excavación del canal de acceso Pacífico
- Desmovilización

Movilización e instalación de infraestructura de apoyo

Movilización

La movilización de las plantas y el equipo incluye transporte marítimo, cargos en los puertos, transporte en tierra y ensamblaje e instalación del equipo en el sitio de trabajo. La distancia de transporte en tierra se estimó en 20km.

Para descargar el equipo y materiales de construcción se construiría un muelle al suroeste de la nueva esclusa, que tendría un área aproximada de 0.03 km² (3 hectáreas), incluyendo un área para unos 7 silos de 1,200 toneladas cada uno para la descarga y almacenamiento del cemento, equipo para descargar cemento a granel y grúas para la descarga de materiales de construcción y equipo. Este muelle seguiría utilizándose una vez concluya la fase de construcción para las operaciones de movimiento de personal en las lanchas a las embarcaciones en tránsito y para atracar remolcadores.

Instalación de infraestructura de apoyo

La instalación de las plantas se refiere a la construcción de las fundaciones, la instalación de las plantas y la construcción de los talleres. Los estimados de las esclusas del Pacífico incluyen la instalación de las plantas de agregados, arena, hielo y concreto; y los talleres de acero de refuerzo, soldadura, carpintería y fabricación de tuberías.

Tal y cómo se ha explicado anteriormente, la ubicación específica de estas instalaciones se desconoce pues será responsabilidad del contratista ubicarlas dentro del área que se ha delimitado como área del contratista (véase la Apéndice B) este apéndice no existe.

Planta trituradora: El área en donde estarían ubicadas las cámaras superior e intermedia de las nuevas esclusas está sobre una formación geológica basáltica. La profundidad de excavación desde el nivel natural del terreno sería de 25 a 38 m y el volumen en banco de la excavación para las dos cámaras superiores sería de unos 2 millones de m³. El 100% de ese material (roca basáltica) se procesaría y se utilizaría como agregado grueso (grava) en la fabricación del concreto para las esclusas, tinas de ahorro, rellenos y caminos. Se necesitarán unos 750 m³ (200,000 galones) de agua potable al día en cada esclusa (estamos seguros que es agua potable?), en el verano se necesitarán adicionalmente unos 380 m³ (100,000 galones) diarios de agua del lago Gatún para los trabajos en los caminos no pavimentados, lugares de excavación y de depósito de materiales. Revisar información

Plantas de hormigón: Esta planta (o plantas) estaría encargada de producir unos 2 millones de m³ de hormigón para la construcción de las esclusas, tinas de ahorro y edificaciones alrededor de la esclusa. Tendría en sus inmediaciones depósitos de grava, arena, agua y silos de cemento y aditivos. El área aproximada que ocuparían la planta y depósitos sería de unos 0.3 km² (15 hectáreas). Para los trabajos de concreto se requerirá enfriar uno o más de los componentes, el agua que es lo más fácil de enfriar se enfriará por refrigeración, hielo o nitrógeno líquido. Se requerirá la instalación de un laboratorio de control de calidad del concreto y de los componentes para controles antes y después de la colocación del concreto.

Planta de hielo y agua fría: La planta de agua fría sería necesaria para procesar el agregado y el hielo para la planta de hormigón. Consumiría agua cruda o tratada y ocuparía un área aproximada de 0.02 km² (2 hectáreas) dentro de los 0.03km² (15 hectáreas) ocupados por la planta de hormigón, para ambas plantas sería necesario contar con agua dulce que cumpla con las especificaciones requeridas. La misma pudiera ser procedente de pozos, del río Cocolí, o del norte del corte Culebra.

Planta de tratamiento de aguas servidas: La capacidad de la planta la tendrá que presentar el contratista, dependiendo de la cantidad de trabajadores, turnos, siguiendo la normativa vigente

Construcción de áreas de estacionamiento de equipo pesado: ocuparía un área de unos 0.14 km² (14 hectáreas), aproximadamente e incluiría talleres de mantenimiento y depósitos de refacciones y combustible.

Construcción de vías de acceso: Será necesario la rehabilitación y preparación de varios caminos de acceso que llevaran a diferentes áreas de trabajo y que además servirán para el acarreo de materiales. Las distancias promedio a las diferentes áreas de trabajo están mostradas en la Tabla 2.2.

TABLA 2.2: DISTANCIAS DE ACARREO

Desde	Hacia	Distancia
Cámaras de esclusa	Planta de procesamiento de agregados	2.5 km
Cámaras de esclusa	Área de despojo de Cocolí	2.0 km
Cámaras de esclusa	Pila de almacenaje de roca	1.5 km
Planta de procesamiento de agregados	Planta de mezclado	1.0 km
Acceso principal	Planta de mezclado	1.5 km
Acceso principal	Planta de procesamiento de agregados	2.5 km
Planta de mezclado	Cámaras de esclusa	1.8 km
Planta de mezclado	Piletas de ahorro de agua	1.0 km

Fuente: ACP (documento interno). Proyecto del Tercer Juego de Esclusas (basado en descripción recibida marzo 2006).

La carretera Borinquen existente, la cual provee acceso al lado oeste de las esclusas de Miraflores, las esclusas de Pedro Miguel y el Corte Culebra necesita ser reubicada hacia el oeste del nuevo canal de acceso y de la esclusa Post-Panamax. Esta carretera tiene aproximadamente 8 km de longitud desde el acceso principal al sitio del proyecto. Durante la construcción, una carretera temporal para acarreo se habilitaría a través de la presa que se construiría entre el lago Miraflores y el nuevo canal de acceso. Esta carretera sería utilizada para acarreo de materiales durante la construcción de las nuevas esclusas y como acceso operativo de las esclusas de Pedro Miguel existentes.

Construcción de caminos para equipo pesado: Serían caminos para el transporte de material excavado y roca para procesar o para el uso en el área de la construcción. Estos caminos serían temporales, de capa base de piedra triturada, con un ancho de 20m y 8 km. de largo. Los mismos estarían ubicados dentro del área de la esclusa y en dirección de los lugares de depósito.

Construcción de carreteras permanentes: Se necesitarían construir carreteras en ambos lados del canal de acceso y de las esclusas para reemplazar la carretera Borinquen y para el mantenimiento y operación de las esclusas, las carreteras a ambos lados del canal de acceso serían de 7m y el largo de cada uno de 6.5 km.

Edificios Temporales

Entre los edificios temporales incluidos en el estimado están la oficina principal, 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, pero se consideró que a los trabajadores se les proveería servicio de transporte.

Se estima un área de 0.05 km² (5 hectáreas) que incluiría estacionamientos, oficinas de campo, comedores, vestidores y baños para el personal administrativo y de la construcción. Para las instalaciones que necesitaría el contratista como oficinas, talleres, depósitos e infraestructura en el Pacífico, la ACP deberá adquirir 23.2 hectáreas en el área de Cocolí. Según los acuerdos para el uso del área, la ACP tiene derecho al uso de las tierras sin necesidad de pagar al concesionario.

Los servicios públicos incluyen la iluminación del sitio y de los edificios, sistemas de teléfonos, plantas de tratamiento de aguas servidas, la conexión al sistema de electricidad y agua existente.

Adecuación de los sitios de depósito: Estas actividades incluyen la limpieza y el desbroce de los sitios de depósito, la instalación de drenaje, canalización y en el caso del sitio de depósito conocido como T6 o UXO, y parte del T3 y T5, limpieza de municiones no detonadas.

Manejo y desvío del agua

El área de excavación para el canal de acceso del Pacífico, deberá ser drenada durante la fase de construcción; ya que se tendrán aguas superficiales producto de las lluvias, y de los ríos y quebradas del sitio. Para esto, se prevé la necesidad de desviar el río Cocolí y el río Grande, donde descargan los tributarios quebrada Magallón y río Sierpe.

Desvío del río Cocolí (Temporal y Permanente)

Para realizar la excavación en seco del canal de acceso desde el lago Gatún se requeriría el desvío temporal del río Cocolí hacia el mar, cerca del vertedero de Velásquez. Adicionalmente, la regularización del río requeriría la construcción de una presa para el control de las crecientes, el cual no requerirá de la construcción de embalse.. .

El río Cocolí representa una tercera parte de la cuenca hidrográfica del lago Miraflores. Tiene una cuenca hidrográfica de 2,770 hectáreas. Estimados hechos por la División de Ingeniería de las ACP determinaron que el caudal de diseño del río para un periodo de retorno de 20 años es de 300 m³/s; este es el caudal utilizado para dimensionar la infraestructura de desvío.

El desvío involucra la construcción de un canal de una longitud de 2,575 m y 10 m de ancho en la base, lo cual requeriría de aproximadamente 450,000 m³ de excavación. El piso de concreto sería de 0.30m de espesor y contaría con taludes laterales 1.5H:1.0V protegidos por roca.

La construcción en seco de las esclusas requiere canalizar las vías acuáticas y aislar las áreas de trabajo de los cuerpos de agua contiguos. Para lograr esto, se requiere la construcción de una presa de tierra que maneje el agua que el río Cocolí descarga en el lago Miraflores, al norte del nuevo alineamiento de las nuevas esclusas. Esta estructura sería permanente y desviaría el río a un canal abierto, el cual llevaría el agua en dirección sur hacia el canal de aproximación del Pacífico.

Desvío del río Grande

Un canal de desvío y una presa serían necesarios para desviar este río y sus arroyos tributarios, Conga y Sierpe, hacia el Corte Culebra. La cuenca de este río es menor que la del río Cocolí y requeriría un canal de desvío más pequeño (1,650 m de longitud).

La elevación del lecho del río es aproximadamente 22m PLD; por lo tanto, una presa de 20m de altura sería necesaria para formar un pequeño lago y cambiar el cauce del río hacia el Corte Culebra. El canal de desvío se excavaría en terrenos con elevaciones de hasta 50m PLD para llevar agua por gravedad hacia el Corte Culebra. La calidad de agua será monitoreada previamente a la realización de estos trabajos de desvío, ya que la toma de agua cruda de Paraíso para la planta de agua potable de Miraflores está ubicada a sólo 350m aguas arriba de la descarga del canal de desvío en el margen oeste del Corte Culebra.



Fuente: ACP. Costos y Cronograma para el Diseño Conceptual de las Esclusas Post-Panamax. Febrero 2006

FIGURA 2-5: EJEMPLO DE UN CANAL DE DESVÍO

Excavación de las Esclusas Post-Panamax del Pacífico

Las esclusas Post-Panamax en el Pacífico, incluyendo los muros de aproximación del canal de acceso en el lado norte, están localizadas en el área de Cocolí, aproximadamente entre las estaciones 6K+000 y 8K+400. La excavación total para la construcción de la esclusa, incluyendo el canal de acceso (entre el tapón intermedio y la compuerta No.1 en la cámara superior y el canal de aproximación desde el Pacífico hasta la compuerta No.4 en la cámara más baja), las piletas de ahorro de agua y los ductos entre las piletas y las cámaras es de aproximadamente 14.2 MMC. De ese total, el 26% es de material de cobertura, 32% es roca suave (formación tipo La Boca) y meteorizada, y el 42% restante es de roca basáltica.

Se asume que el tiempo de movilización del contratista será de 90 días. La excavación podría iniciarse en tres frentes al mismo tiempo: el área de salida hacia el Pacífico, la cámara inferior y en las piletas de ahorro de agua de la cámara inferior. Después la cámara inferior, la excavación continuaría en las cámaras media y superior. Los nichos de las compuertas serian excavados al mismo tiempo que la excavación de la cámara correspondiente. La excavación de la entrada norte de la esclusa debería empezar antes que la excavación de la salida al Pacífico sea terminada. La excavación de la piletas de ahorro de agua continuaría de abajo hacia arriba en la misma secuencia que las cámaras correspondientes. La excavación total se terminaría en 20 meses.

En base a la información geológica disponible, se supuso que la excavación a la entrada del tramo norte de la esclusa y el canal de acceso sería parte en basalto y parte en formación tipo La Boca. Las cámaras media y superior, los nichos de las compuertas 1 y 2 y las piletas de ahorro de agua de las cámaras media y superior, serían excavados en basalto. La cámara inferior y los nichos de las compuertas 3 y 4 serían excavados en formación tipo La Boca. Las paredes del muro de aproximación en el lado sur y las piletas de ahorro de agua en la cámara inferior se excavarían en basalto y formación La Boca.

De acuerdo con la última versión del diseño conceptual, la excavación en las cámaras media y superior estaría sobre basalto, con pendientes verticales en los primeros 12m desde el fondo de la excavación y luego con pendientes 1H:2V hasta el material de cobertura. La extensión total necesaria en el fondo de la excavación es de 87m. Para evitar perturbar los esfuerzos de la roca masiva, se deberán aplicar controles en el uso de explosivos para los cortes verticales en los nichos de compuertas y en los ductos que alimentan las piletas de ahorro de agua. El precorte se usaría a lo largo de las pendientes y se instalaría protección con malla de alambre y concreto rociado para evitar accidentes debido a la posible caída de rocas. En la cámara inferior, donde se presenta la formación La Boca, las pendientes se diseñaron 2H: 1V en el fondo de la excavación, dando un ancho total de 89m.

En el Pacífico, casi todo el basalto que viene de la excavación se usaría para producir agregados para el concreto y como material procesado para relleno detrás de las paredes de las esclusas. La roca suave de la formación La Boca y parte del material de cobertura se usaría como material para relleno en el área de las piletas de ahorro de agua y para nivelar las áreas bajas al sur y al norte de la esclusa del Pacífico. El material restante, principalmente el material de cobertura, sería usado como relleno del área excavada para el proyecto de esclusa de 1939. El promedio de las distancias de acarreo es de 1Km.

TABLA 2.3: USOS DE LOS MATERIALES EXCAVADOS

Usos de los Materiales Excavados					
Materiales	Unidades (en banco)	Agregados de Concreto	Relleno Común	Rellenos Seleccionados	Rellenos de zanjas
Exc. común	m ³		1,280,000		2,340,000
La Boca	m ³		2,800,000	1,460,000	
Basalto	m ³	3,774,000		2,550,000	

Fuente: ACP. Costos y Cronograma para el Diseño Conceptual de las Esclusas Post-Panamá. Febrero 2006

Equipo de Excavación

Para la excavación se supuso el siguiente equipo: retroexcavadoras CAT 988G de 8 m³ de capacidad, tractores de oruga D8R y camiones de 25 toneladas para trabajos limpieza y desbroce; palas CAT 385 de 88 toneladas, camiones de 54 toneladas y camiones CAT 773E para materiales en general; y buldózers D8R con escarificadores para la roca de la formación La Boca. La excavación en basalto requiere perforaciones y voladuras y para este trabajo se supuso equipo de perforación CM470/YH70, compresores, camiones de 10 toneladas, perforadores con taladros y equipo para voladuras y como explosivos se uso pasta a prueba de agua (75% emulsión y 25% gel). El agua lluvia y subterránea se controlaría con bombas sumergibles de 6 pulgadas y de 95 hp de potencia.

Puesto que la mayor parte del material sería usado como agregado de concreto y relleno para la esclusa, no se requeriría un sitio de despojo costoso. Para colocar y compactar el material en las áreas de relleno se usara una motoniveladora CAT 16H, tractores de oruga D7R, compactadores con cilindros vibradores para el material granular y patas de cabra para material impermeable y cohesivo, además de un cisterna de 10,000 galones.

Cantidades detalladas de equipo de construcción se describen en el Capítulo IV de este documento.

Rellenos

Parte del material excavado en la esclusa se utilizaría como relleno para la excavación de 1939, detrás de los muros de la esclusa, para las presas necesarias para el desvío del río Cocolí, y al norte de la esclusa para subir el nivel del terreno a nivel +29.0 PLD. El volumen total de relleno sería aproximadamente 7.4 millones de metros cúbicos (Mm³) del cual 4.3Mm³ sería material procesado para relleno estructural y 3.0Mm³ sería material de excavación común utilizado para rellenar la excavación de 1939.

Concreto (concreto reforzado y concreto rolado)

El diseño conceptual revisado del Consorcio Post-Panamax (CPP) para un sistema de esclusa Post-Panamax mantiene los mismos elementos básicos de concreto: tres cámaras de 426.8m de longitud; tres piletas de ahorro de agua por escalón; cuatro nichos de compuertas; dos compuertas deslizantes para cada nicho; y muros de aproximación en cada entrada a la esclusa.

La esclusa se divide en cuatro componentes principales: muros de aproximación, muros de la cámara, nichos de compuertas y piletas de ahorro de agua.

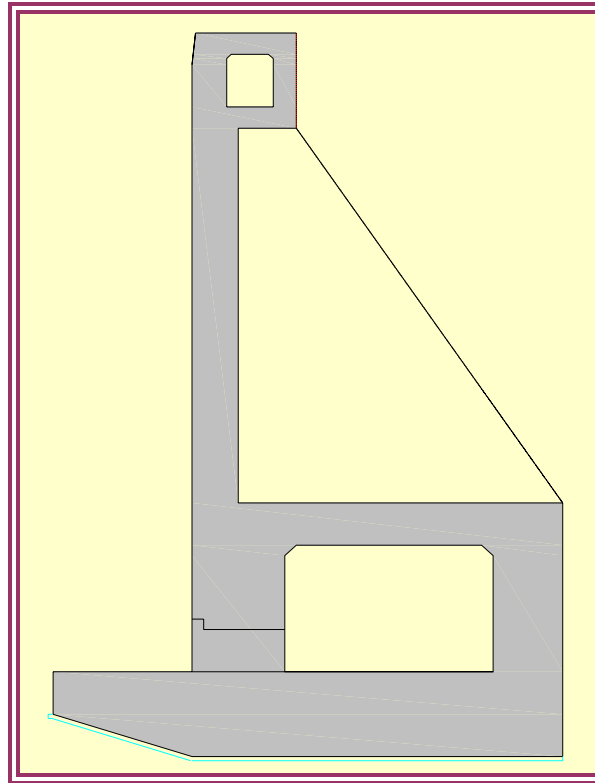
Los vaciados de concreto comenzarían un año después de la adjudicación del contrato. Para ese entonces, la excavación de la cámara 3 habría sido terminada, mientras que las excavaciones de las cámaras 1 y 2, y de los muros de aproximación tendrían avances de entre 50 y 75%.

La Tabla 2.4, a continuación, muestra los volúmenes totales de concreto para la esclusa con tres piletas de ahorro de agua.

TABLA 2.4: VOLÚMENES DE CONCRETO PARA ESCLUSA CON TRES PILETAS DE AHORRO DE AGUA

Detalle	Cantidades (m ³)		
	Concreto Reforzado	Concreto Rolado Compactado	Concreto Pobre
Muros de aproximación y pisos	169,590.00	8,330.00	6,580.00
Muros y pisos de cámaras	671,140.00	4,170.00	61,980.00
Nichos de compuertas	516,790.00	-	11,920.00
Piletas de ahorro de agua	391,880.00	244,260.00	171,890.00
TOTAL	1,749,400.00	256,760.00	252,370.00

Fuente: ACP. Costos y Cronograma para el Diseño Conceptual de las Esclusas Post-Panamax. Febrero 2006



Fuente: ACP. Costos y Cronograma para el Diseño Conceptual de las Esclusas Post-Panamax. Febrero 2006

FIGURA 2-6: SECCIÓN TÍPICA DE MURO DE CÁMARA (BASALTO)

Alcantarillas de los Muros de las Esclusas

El equipo que sería utilizado para la construcción de las alcantarillas de los muros de la cámara 3 consiste en 2 grúas con bandas transportadoras y 2 grúas tipo Link-Belt de 110 toneladas. Estas grúas se encargarían del manejo del acero de refuerzo, formaletas y de los vaciados de concreto. Se contaría con dos juegos de formaletas plegables que requerirían de una superficie que permita que estas sean transportadas en rieles a lo largo de la alcantarilla. Para esto, el piso de la alcantarilla sería construido primero, como parte de las fundaciones de los muros de las cámaras. Una vez, se concluya la construcción de las alcantarillas de la cámara 3, el equipo y las formaletas serían transferidos a la cámara 2 y, por último, a la cámara 1.

Piletas de Ahorro de Agua, Monolito de Válvulas y Conductos

Para la programación de los trabajos de excavación y relleno, los conductos de las piletas de ahorro de agua se dividieron en dos secciones: las que cruzan las cámaras y las que pasan debajo de las piletas.

Los conductos que cruzan la cámara se construirían utilizando una grúa de 20 toneladas y una bomba de concreto de 8 pulgadas. Una vez se termine la construcción de los conductos de la

cámara 3, el equipo y las formaletas serían transferidos a la cámara 2. Los conductos de la cámara 1 iniciarían después de los de la cámara 2.

Se supuso que la construcción de los conductos que pasan debajo de las piletas de ahorro de agua iniciaría en la cámara 3 para luego continuar en las cámaras 2 y 1. La construcción de los muros de las piletas comenzaría una vez se concluya el relleno sobre los conductos. La construcción de los pisos sería la última actividad de concreto que sería realizada en cada cámara e iniciaría en las piletas de la cámara 3, continuaría en las de la 2 y finalizaría en las de la 1. Para estos trabajos se utilizarían 3 grúas de 20 toneladas y 3 bombas de concreto.

Los monolitos de válvulas serían construidos utilizando una grúa de oruga y están programados para iniciar luego de terminados los conductos. La secuencia de construcción sería similar a la de los conductos que cruzan la cámara.

Nichos de Compuertas

La construcción del nicho de compuerta 3 comenzaría un año después de la adjudicación del contrato. En cada nicho se utilizaría una grúa tipo Link-Belt para el manejo de acero de refuerzo y formaletas y una grúa con bandas transportadoras para el vaciado de concreto. El nicho de compuerta 4 iniciaría un mes después con el mismo tipo de equipo utilizado en el nicho de compuerta 3. Una vez que hayan concluido las obras en los nichos 3 y 4, los equipos utilizados en la construcción de esas estructuras serían trasladados a los nichos 1 y 2, respectivamente, donde se utilizaría el mismo procedimiento.

Muros de la Esclusa

La construcción de los muros de las cámaras y sus contrafuertes se realizaría utilizando bombas para los vaciados de concreto y grúas Link-Belt para manejar la colocación del acero de refuerzo y formaletas. La construcción de los muros inicia en la cámara 3, continua en la cámara 2 y concluye en la cámara 1.

Muros de Aproximación

El diseño conceptual contempla la construcción de muros de aproximación en ambos extremos de la esclusa. El muro de aproximación sur iniciaría una vez se hayan completado las fundaciones de la cámara 1. La fundación del muro se construiría utilizando 2 grúas con bandas transportadoras para el vaciado de concreto y 2 grúas Link-Belt para el manejo de acero de refuerzo y formaletas. Las paredes del muro serían vaciadas por medio de bombas; mientras que el manejo del acero de refuerzo y formaletas seguiría a cargo de las grúas Link-Belt. Una vez este muro sea concluido, el equipo se trasladaría al muro de aproximación norte para realizar la misma operación.

Galerías de Máquinas y Cables

La construcción de los muros de esclusa y aproximación descrita anteriormente no incluye la construcción de las galerías. Para comenzar este trabajo, deben haber concluido la construcción de los muros y sus contrafuertes y el relleno de la parte posterior de los muros, ya que los pisos de las galerías se apoyan sobre el material de relleno. Los equipos que serían utilizados en la construcción de las galerías serían ubicados sobre el relleno, eliminando la necesidad de ocupar la cámara y permitiendo el inicio de los trabajos de inundación de cámara e instalación de compuertas. El vaciado de las galerías se llevaría a cabo utilizando bombas, mientras que el

manejo del acero de refuerzo y formaleas requeriría una grúa de 20 toneladas. La construcción de las galerías inicia en la cámara 3, continua en el muro de aproximación sur, la cámara 2, el muro de aproximación norte y concluye en la cámara 1.

Pisos de la Cámara

El diseño conceptual incluye pisos de RCC para la cámara 3 y las entradas norte y sur de la esclusa. El vaciado de estos pisos iniciaría en la entrada sur, continuaría en la cámara 3 y finalizaría en la entrada norte.

Equipo electromecánico: compuertas, válvulas y mamparas

Compuertas Deslizantes

Las compuertas deslizantes son estructuras de acero fabricadas con platinas reforzadas, marcos estructurales internos y cámaras de flotación, que cierran el ancho total de la esclusa y se retraen hacia un nicho ubicado perpendicularmente al muro. Estas compuertas son utilizadas cuando se requiere cerrar aperturas de ancho considerable. Las compuertas deslizantes con largos mayores a los 55m requeridos para las esclusas Post-Panamax existen en varias esclusas de Europa (la esclusa de Berendrecht en Antwerp, Bélgica, tiene compuertas de 68m de longitud – ver Figura 2-7). El nicho se puede sellar para aislarlo de la cámara y permitir así su secado para mantenimiento o reparación de compuertas. Los nichos deben estar equipados con una compuerta flotante y un sistema de bombas que permita su secado.



Fuente: ACP. Costos y Cronograma para el Diseño Conceptual de las Esclusas Post-Panamax. Febrero 2006

FIGURA 2-7: COMPUERTA DESLIZANTE EN LA ESCLUSA DE BERENDRECHT

Para la esclusa de tres escalones del Pacífico se necesitarían ocho compuertas deslizantes. Las compuertas se apoyan sobre vagones deslizantes superiores e inferiores en una configuración tipo “carretilla”. Esto consiste en un vagón inferior que se desliza en rieles en el quicio y un vagón superior que corre sobre rieles que se apoyan en cantolibres que se proyectan de las paredes del nicho. El vagón superior se utiliza para transmitir la fuerza de empuje a la compuerta deslizante. Las compuertas del Pacífico tienen un peso total de 20,674 toneladas.

Las compuertas son operadas por un sistema de malacate, que está conectado al vagón superior. El sistema de malacate consiste de (1) dos motores AC de empuje de 300 KW cada uno (uno en operación y el otro de reserva), (2) un motor AC de emergencia de 30KW, (3) un panel central de engranaje, (4) dos paneles de engranajes secundarios y (5) dos carretes para cables de aproximadamente 2m de diámetro (ver Figura 2-8). Los dos cables están conectados en uno de sus extremos al vagón superior de apoyo por medio de un juego de poleas, y en el otro extremo al carrete. Las compuertas para la nueva esclusa operan en ciclos de aceleración - velocidad constante - desaceleración, y se diseñaron para abrir y cerrar en tiempos de entre 4 y 5 minutos.



Fuente: ACP. Costos y Cronograma para el Diseño Conceptual de las Esclusas Post-Panamax. Febrero 2006

FIGURA 2-8: COMPUERTAS DESLIZANTES – SISTEMA DE MALACATE

Una de las premisas básicas del estimado es que las compuertas deslizantes se construirían en un astillero o en una fábrica de industria metálica pesada con capacidad para producir las compuertas en los tiempos requeridos y con los estándares de calidad esperados. Una vez terminadas, las compuertas se transportarían a Panamá en un buque de carga sumergible, en una barcaza o flotando verticalmente y dirigidas por remolcadores.

Al llegar a la costa Pacífica de Panamá, las compuertas se amarrarían en el nuevo canal de entrada hasta que los avances en la construcción de la esclusa permitan la inundación de las

cámaras (incluyendo la instalación de todas las válvulas de alcantarillas y conductos). Se asume que cuando esto ocurra los edificios de máquinas donde se instalaría el equipo operacional estarían terminados y que los malacates, engranajes y motores estarían instalados y esperando sus alineamientos y ajustes finales, los cuales se llevarían a cabo cuando cada compuerta esté en su lugar.

Cuando se remueva la ataguía del lado Pacífico y se haya excavado/dragado un segmento del tapón marino, la esclusa del Pacífico se inundaría hasta nivel del mar (aproximadamente cuatro años después de la adjudicación del contrato). Entonces, las 8 compuertas se moverían al nivel inferior de la esclusa, donde serían amarradas. Las primeras compuertas en ser instaladas serían el par T4. Con la marea alta apropiada, cada compuerta se colocaría en su nicho con la ayuda de remolcadores, malacates, cabestrantes y la grúa flotante Titán (o pontones adicionales) para asegurar la estabilidad requerida durante la operación de giro.

Una vez la compuerta se encuentre dentro de su nicho, se incrementaría la flotación de la compuerta para que las vigas de soporte puedan ser posicionadas; luego, se bajaría la compuerta para que quede apoyada en estas vigas. Una grúa de 40 toneladas ubicada sobre el nicho colocaría el vagón de soporte inferior en sus rieles y, luego, con la ayuda de buzos, éste sería acomodado bajo la compuerta. Esta misma grúa instalaría el vagón superior, el cual debe ser conectado a la estructura de la compuerta. Al concluir esta operación, la compuerta se volvería a flotar para remover las vigas de soporte. Entonces, se ajustaría el lastre de la compuerta para hundirla y distribuir el peso entre los vagones inferiores y superiores. Esto permitiría que los cables de acero del sistema de malacate sean conectados a los vagones superiores. Con los cables instalados, se pueden iniciar las pruebas de la compuerta. Se han programado un mes para la instalación de estas dos compuertas.

La instalación de las compuertas T1, T2 y T3 presenta un reto mayor ya que, incluso con marea alta, el nivel de agua no es suficiente para permitirles flotar y acomodarse en sus nichos. Para poder comenzar la inundación de las cámaras, lo cual permitiría flotar las compuertas T1, T2 y T3, al menos una de las compuertas del par T4 debe estar operando y con capacidad para cerrarse y retener el agua que sería trasladada desde el lago Miraflores. Al ser alcanzado el nivel de agua apropiado, se aplicaría para la instalación de las compuertas T1, T2 y T3 el mismo procedimiento descrito para las T4. Se estimó que la instalación de cada par de compuertas tomaría 1 mes y que el período de pruebas del sistema, el cual iniciaría al ser colocadas las compuertas T1, duraría 4 meses.

Válvulas de Alcantarillas y Conductos

Las alcantarillas, los conductos y las válvulas son los componentes de un sistema de llenado y vaciado de esclusa. Las válvulas están localizadas en las alcantarillas longitudinales cerca de los extremos aguas arriba y aguas abajo de la cámara y son utilizadas para controlar el flujo de agua. En sistemas que incluyen piletas de ahorro de agua, las válvulas localizadas en el monolito de válvulas adyacente al muro de la esclusa controlan el flujo de agua desde y hacia las piletas. Las alcantarillas de flujo transversal, llamadas conductos para distinguirlas de las alcantarillas de flujo longitudinal, conectan la cámara con las piletas. Los diseñadores del sistema de llenado y vaciado de la nueva esclusa del Pacífico seleccionaron un sistema operativo de válvulas de vástago ascendente con ruedas operados por cilindros hidráulicos similares a los usados en las válvulas de vástago ascendente de las esclusas existentes.

Para el diseño de tres escalones de la esclusa del Pacífico, se requerirían 16 válvulas de alcantarilla y 36 de conductos.

Una de las premisas básicas del estimado es que las válvulas de alcantarillas y conductos y su equipo operativo se construirían en un astillero o en una fábrica de industria metálica pesada con capacidad para producir las válvulas en los tiempos requeridos y con los estándares de calidad esperados. Una vez terminadas, las válvulas serían transportadas en un buque de carga y desembarcadas en el muelle de manejo de materiales construido para el proyecto en el margen suroeste del canal de entrada Pacífico. Luego serían montadas en una mesa que las transportaría hasta el sitio de la construcción.

Cuando los trabajos civiles de los nichos de compuerta (válvulas de alcantarilla) y de los monolitos de válvulas (válvulas de conducto) hayan concluido (incluyendo la instalación de todos los metales empotrados, sellos inferiores y superiores y guías verticales, entre otros elementos), la válvula sería instalada en el nicho por una grúa de 60 toneladas ubicada sobre el nicho de compuertas o monolito de válvulas.

Una vez estén en la posición de cierre, los sellos de la válvula serían ajustados y el cilindro hidráulico sería posicionado con la grúa y asegurado a la losa de concreto que está sobre el cuerpo de la válvula. Luego, la barra cilíndrica sería extendida y conectada mecánicamente a la válvula. La instalación de las unidades de potencia hidráulica y panel de control eléctrico se completarían en sus respectivos cuartos de válvulas. A estas operaciones seguirían las pruebas del equipo.

La instalación de las válvulas iniciaría con las de la cámara 3 y continuaría con las de los conductos de la cámara 2, las de alcantarilla de los nichos 4 y 3, las de conducto de la cámara 1, y concluiría con las de alcantarilla de los nichos 2 y 1. Se estimó que la instalación de cada juego de válvulas de alcantarilla tomaría 2 meses, mientras que cada juego de válvulas de los conductos tomaría 3 meses.

Equipo Eléctrico: Luces, Distribución y Control

El supuesto que indica que el sistema de posicionamiento de buques utilizaría remolcadores elimina la necesidad de los componentes eléctricos relacionados a las locomotoras.

La instalación del siguiente equipo eléctrico también sería necesaria en la nueva esclusa: luces (exteriores e interiores), cubículos de distribución (alto y bajo voltaje), interruptores seccionadores, generadores de emergencia, cables de alimentación primaria, paneles de control local, controles por controladores lógicos programables (PLC) locales y remotos, computadoras, protectores de voltaje (UPS), circuito cerrado de televisión (CCTV) y circuitos de la fibra óptica de control.

Una de las premisas básicas del estimado es que un subcontratista eléctrico instalaría el equipo eléctrico y que este equipo sería importado debido a su alto grado de especialización.

Equipo de Luces

Los postes de luces de 35m de altura se instalarían una vez el concreto de la losa superior de la galería haya curado. Una grúa de 20 toneladas posicionaría los postes en una base prefabricada, la cual debe ser parte de la losa superior de la galería y contar con los pernos empotrados

necesarios. Las lámparas HPS se instalarían bajando el aro de lámparas por medio de un dispositivo portátil.

Las luces reflectoras de la cámara, las cuales serían colocadas en nichos especiales diseñados específicamente para mantenerlas fuera de cualquier contacto con los buques, serían instaladas una vez se concluyan los trabajos de construcción de la galería. Cuando se hayan instalado las compuertas, se procedería a la instalación de las luces reflectoras de compuerta. Las luces en los edificios serían instaladas de acuerdo al cronograma de construcción de cada una de estas estructuras. Los alimentadores eléctricos para cada uno de los equipos de luces se conectarían a un panel de distribución localizado en el cuarto técnico de compuerta más cercano a cada compuerta.

Equipo de Distribución Eléctrica

Todos los cubículos de distribución, transformadores, interruptores seccionalizadores y generadores de emergencia se colocarían en sus respectivos cuartos de alto voltaje con la ayuda de una grúa de 20 toneladas. Estos cuartos estarían adyacentes a los cuartos de máquinas. El tiempo para la instalación de estos equipos dependerá de la habilidad de las grúas para pasar a través de las puertas de esta estructura, o de que el equipo deba ser instalado antes de la construcción del techo.

Las bandejas de cables, los circuitos de alimentación, el resto del cableado eléctrico y las tuberías de aire comprimido corren en la galería que se encuentra en la parte superior del muro. La instalación de este equipo puede ser realizada una vez la galería haya sido construida.

Equipo de Control Eléctrico

Las bandejas de cables y los circuitos de fibra óptica también pueden ser instalados una vez se complete la galería. Los controles PLC se colocarían dentro de los paneles de control local de las compuertas y válvulas. Los PLC tienen que ser cableados (cables de fibra óptica) y alimentados (cables eléctricos) a la vez que se instalan los malacates o unidades de potencia hidráulica. Cualquier equipo de control adicional podría ser instalado dentro de los cuartos de máquinas una vez que estas estructuras hayan sido completadas.

La computadora principal, los PLC, las pantallas, los UPS, las bandejas modulares de fibra óptica, el CCTV y el resto del equipo de control se instalaría en el edificio de control central. Una vez se haya instalado todo el equipo, el edificio de control podría ser cableado para iniciar las pruebas del sistema.



Foto: G. Schattaneck 2006

FIGURE 2-9: OPERACIÓN NOCTURNA EN LAS ESCLUSAS MIRAFLORES

Excavación del Canal de Acceso Pacífico

El acceso desde el lago Gatún a las esclusas Post-Panamax del Pacífico se hará a través de un canal abierto que conectará el Corte Culebra con las nuevas esclusas. Este canal se construirá al oeste del canal existente y se extenderá desde Cerro Paraíso al noroeste de la esclusa de Pedro Miguel hasta las nuevas esclusas en el área de Cocolí. La excavación seca del canal tiene una longitud aproximada de 3,800 m entre el tapón norte y el tapón sur. El canal tendrá 218 m de ancho en el fondo y taludes laterales variables de acuerdo a la formación geológica que atraviese. El fondo del canal estará al nivel 9.14 m (30.0 pies) PLD.

El área de excavación para el canal de acceso del Pacífico, deberá ser drenada durante la fase de construcción; ya que se tendrán aguas superficiales producto de las lluvias, y de los ríos y quebradas del sitio. Para esto, se prevé la necesidad de desviar el río Cocolí y el río Grande, donde descargan los tributarios quebrada Magallón y río Sierpe.

El volumen de excavación seca total del canal entre los tapones es de 40 millones de metros cúbicos. Un 26% del total corresponde a excavación de cobertura, un 20% corresponde a roca meteorizada y un 54% es roca sana. Parte del material producto de la excavación del canal será utilizado para la construcción de las presas divisorias entre el Canal de Acceso y el lago Miraflores y como material de agregado de concreto para las esclusas del Atlántico. El material no utilizado será transportado y depositado en el área de UXO al oeste de Cerro Paraíso.

Los parámetros para el canal de acceso también se cambiaron para reflejar los cambios hechos en los diseños conceptuales. La Tabla 2.5, a continuación, muestra los parámetros del diseño actualizado.

TABLA 2.5: DISEÑO CONCEPTUAL – CANAL DE ACCESO PACÍFICO

Diseño Actualizado del Canal de Acceso Pacífico	
Ancho del canal	218 m
Elevación en el fondo del canal	9.14 m
Nivel máximo de operación del Lago	27.1 m
Nivel mínimo de operación del Lago	24.2 m

Fuente: ACP. Costos y Cronograma para el Diseño Conceptual de las Esclusas Post-Panamá. Febrero 2006

Con el propósito de que la magnitud de las cantidades a excavar sea atractiva para empresas nacionales hemos dividido la excavación total en 6 posibles contratos que podrán ser ejecutados en tres fases como se muestra en la Tabla 2.6, a continuación.

TABLA 2.6: CONTRATOS DE EXCAVACIÓN DEL CANAL DE ACCESO PACÍFICO

	Contrato No.	Estación	Elevación	Volumen (m ³)
Fase 1	1	5k+680 - 6k+530	(a 20m PLD)	8,131,256
	2	4k+500 - 5k+680	(a 20m PLD)	8,014,509
	3	2k+740 - 3k+500	(a 60m PLD)	6,545,447
Fase 2	4	2k+740 - 3k+500	(60 a 30m PLD)	4,733,765
	5	4k+500 - 6k+530	(20 a 9.14m PLD)	5,710,577
Fase 3	6	2k+740 - 4k+500	(30 a 9.14m PLD)	7,015,050
TOTAL				40,151,000

Fuente: ACP. Costos y Cronograma para el Diseño Conceptual de las Esclusas Post-Panamá. Febrero 2006

La fase 1 comprende los contratos 1, 2 y 3. Los contratos 1 y 2 están ligados con la producción de agregados para concreto de las esclusas del Atlántico y la construcción de las presas 1E y 2E que separan el Canal de Acceso del lago Miraflores.

El área para el contrato 1 se ubica entre las estaciones 5k+680 y 6k+530 próxima al tapón del sur. Este contratista excavará desde el nivel del terreno natural hasta el nivel +20.0 m PLD y deberá suministrar 1, 540,000 m³ de roca sana para material procesado de relleno y colocarlo en un sitio de depósito asignado para ser transportado hacia el Atlántico. Además deberá utilizar 565,000 m³ de roca sana para construir la presa 2E. El material de despojo que no se utilice deberá ser transportado y depositado en el área de UXO ubicada a unos 4 km del área de excavación.

El contrato 2 comprende la excavación entre las estaciones 4k+500 y 5k+680 desde el nivel del terreno natural hasta el nivel +20.0 m PLD. Este contratista deberá utilizar 827,250 m³ de material impermeable y 1, 030,140 m³ de roca sana para construir la presa 1E. El material de despojo que no se utilice en la construcción de la presa se transportará al área de depósito T6 o UXO al oeste del Cerro Paraíso ubicado a una distancia de 3 km.

El contratista 3 excavará entre las estaciones 2k+740 y 3k+500 desde el nivel del terreno natural hasta el nivel +60.0 m PLD. Todo el material producto de esta excavación será transportado al área de depósito T6 o UXO a una distancia de 2 km.

Los contratos 4 y 5 serán adjudicados para la segunda fase de excavación. El contratista 4 excavará entre las estaciones 2k+740 y 3k+500, desde el nivel +60.0 m PLD hasta el nivel +30.0 m PLD, con el objeto de mantener un francobordo de seguridad de aproximadamente 3 m sobre el nivel máximo del lago Gatún (+27 m PLD), hasta completar la última fase de excavación (contrato 6). El material excavado será transportado al área de depósito T6 o UXO a una distancia de 2 km. El contrato 5 se debe iniciar luego que se termine la construcción de las presas 1E y 2E con el objeto de disminuir el riesgo de filtraciones del lago Miraflores hacia el área de excavación del canal. Este contrato incluye la excavación desde el nivel +20 m PLD hasta el nivel +9.14 m PLD entre las estaciones 4k+500 y 6k+530. El material excavado será transportado al área de depósito T6 o UXO ubicado a una distancia de 3 km.

El contrato 6 comprende la última fase de excavación, debido a que el área donde se ubica (EST: 2k+740 a 4k+500), se identifica como el área más vulnerable y de mayor cuidado ya que aquí se localiza la presa de Pedro Miguel, que cierra el lago Gatún en el canal existente. El contratista 6 excavará la etapa final desde el nivel +30.0 m PLD hasta el nivel +9.14 m PLD, entre las estaciones 2k+740 y 4k+500. El material excavado será transportado al área de depósito T6 o UXO ubicado a 1.2 km de distancia.

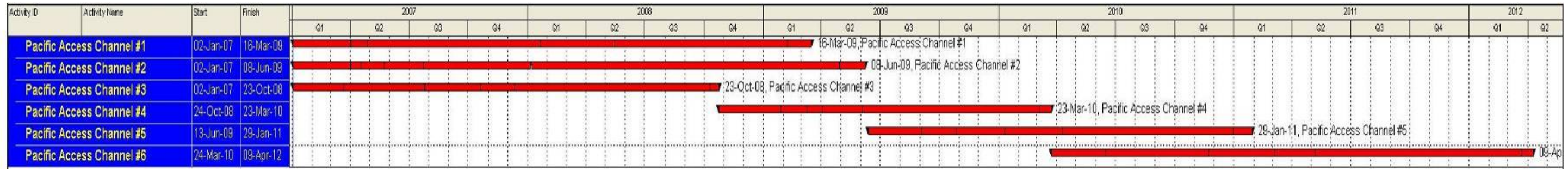
Se estima que la excavación total del canal de acceso tomará alrededor de 56 meses, siendo los contratos 1 y 2 los de mayor duración, aproximadamente 2 años. Casi todos los contratos abarcarán dos estaciones secas. La Figura 2-10 muestra el cronograma del canal de acceso Pacífico.

Equipo de Excavación

El equipo de excavación seleccionado consiste en cargadores frontales CAT 988G de 8 m³, tractores D8R y camiones de 25 toneladas para la limpieza y desbroce; excavadoras CAT 385 con cucharón de 6 m³ y camiones CAT 773E para el material de cobertura; tractores D8 con escarificador sencillo, excavadoras CAT 385 con cucharón de 6 m³ y camiones CAT 773E para la roca suave de la formación La Boca.

La excavación del basalto y formación Pedro Miguel requerirá perforación y voladura. El equipo para perforación y voladura consiste de perforadoras de orugas CM470/YH70, compresores, camiones de explosivos de 10 toneladas, brocas y accesorios de perforación y voladura. Se asumió un explosivo (WRS), compuesto de 75% emulsión y 25% gel. La excavación de la roca volada se hará con excavadoras CAT 385 con cucharón de 6 m³ asistidas por tractores D7R y camiones CAT 773E para acarreo del material. Para el control de las aguas subterráneas y de lluvia se utilizarán sistemas de achique con bombas sumergibles de 6 pulgadas de diámetro y 95 hp de potencia.

Para la colocación y compactación del material en las áreas de relleno de las presas se utilizarán motoniveladoras CAT 16H, tractores D7R, compactadores de rodillos vibratorios de 10 toneladas, compactadores pata de cabra 825G y camiones tanqueros para agua de 10,000 galones. En el área de despojo se utilizarán tractores D8R y camiones banqueros para agua de 5,000 galones.



Fuente: ACP. Costos y Cronograma para el Diseño Conceptual de las Esclusas Post-Panamax. Febrero 2006

FIGURA 2-10: CRONOGRAMA DEL CANAL DE ACCESO PACÍFICO

Construcción de Presas Divisorias entre el Canal de Acceso y el lago Miraflores

El canal de acceso desde el lago Gatún a las esclusas Post-Panamax del Pacífico será excavado al oeste del lago Miraflores como una prolongación del Corte Culebra. Este canal se iniciará en la estación 1k+700 y terminará aproximadamente en la estación 8 k+000. El nivel máximo del canal será igual al nivel máximo del lago Gatún o sea +27.13 m (89.0 pies) PLD.²² El fondo del canal estará al nivel +9.14 m (30.0 pies) PLD. El lago Miraflores se mantiene a un nivel estacionario de +16.45 m (54.0 pies) PLD.

En la etapa final de la excavación del canal, el nivel del lago Miraflores estará alrededor de 7.3 m más alto que el fondo del canal y luego del llenado y posterior operación, el nivel máximo del canal de acceso estará a 10.7 m por encima del nivel del lago Miraflores. Debido a estas condiciones y por las características topográficas del área es necesario construir dos presas divisorias para cerrar puntos bajos entre los dos cuerpos de agua. Durante la construcción, las presas tendrán la función de minimizar las filtraciones desde el lago Miraflores hacia el área de excavación y durante el llenado y operación del canal funcionarán como cierre y retención del lago Gatún, convirtiéndose en estructuras de gran importancia y cuidado para el Canal. Las presas divisorias se denominan como presa 1E y presa 2E.

Presa 1E

Esta presa se extenderá, paralela al eje del canal de acceso, desde el estribo sur de la presa existente que cierra el lago Gatún al oeste de la esclusa de Pedro Miguel hasta aproximadamente la estación 5+500, con una longitud de 1,860 m. De acuerdo a la información geológica disponible esta presa será cimentada en la formación La Boca, existiendo una cobertura de relleno y suelo residual variable entre 15 y 20 m de espesor sobre la roca que se encuentra aproximadamente al nivel 0.00 PLD.

Se asume que el material de cobertura está consolidado y es suficientemente impermeable, de tal manera que no es necesario bajar hasta la roca para cimentar la presa. Por tal razón se seleccionó una presa de enrocado con núcleo impermeable con taludes laterales externos de 2.5H:1.0V con un ancho en la corona de 30.0 m. El nivel de la corona estará a +30.0 m PLD, dejando un francobordo de 3 m por encima del nivel máximo del canal. El núcleo central de material impermeable se asumió de 10 m de ancho en la corona con taludes laterales de 1H: 1V, aunque es posible disminuir estos valores dependiendo de la disponibilidad del material. La presa será de enrocado con núcleo impermeable de arcilla (ECRD) por sus siglas en inglés. A ambos lados del núcleo impermeable se colocará el enrocado con un sistema de filtros o transición entre el núcleo y el enrocado, tal como se muestra en la sección transversal de la Figura 2-11.

El material de relleno de esta presa (roca y material impermeable) provendrá de la excavación del canal de acceso. Para la fundación de la presa se excavará hasta 3 m debajo del área de enrocado y una trinchera de 5 m debajo del núcleo. El talud hacia el canal será protegido contra el oleaje con un zampeado de concreto, desde el nivel +30.0 m hasta el nivel +20.0 m PLD. El material de excavación será transportado como despojo al área de depósito T6 o UXO. La Tabla 2.7 muestra las cantidades de material requeridas para la construcción de la Presa 1E.

²² PLD: Precise Level Datum. Nivel de referencia preciso del Canal de Panamá.

TABLA 2.7: CANTIDADES PRESA 1E

Cantidades Presa 1E	
Largo de la cresta	1,860 m
Excavación	483,795 m ³
Relleno impermeable	827,250 m ³
Relleno de roca y filtros	1,030,140 m ³
Protección de concreto	20,000 m ³

Fuente: ACP. Costos y Cronograma para el Diseño Conceptual de las Esclusas Post-Panamax. Febrero 2006

Presa 2E

La presa 2E se ubica justo al norte de la nueva esclusa y se extiende, paralela al eje del canal de acceso, desde el muro de aproximación este de la misma hasta cruzar el río Cocolí.

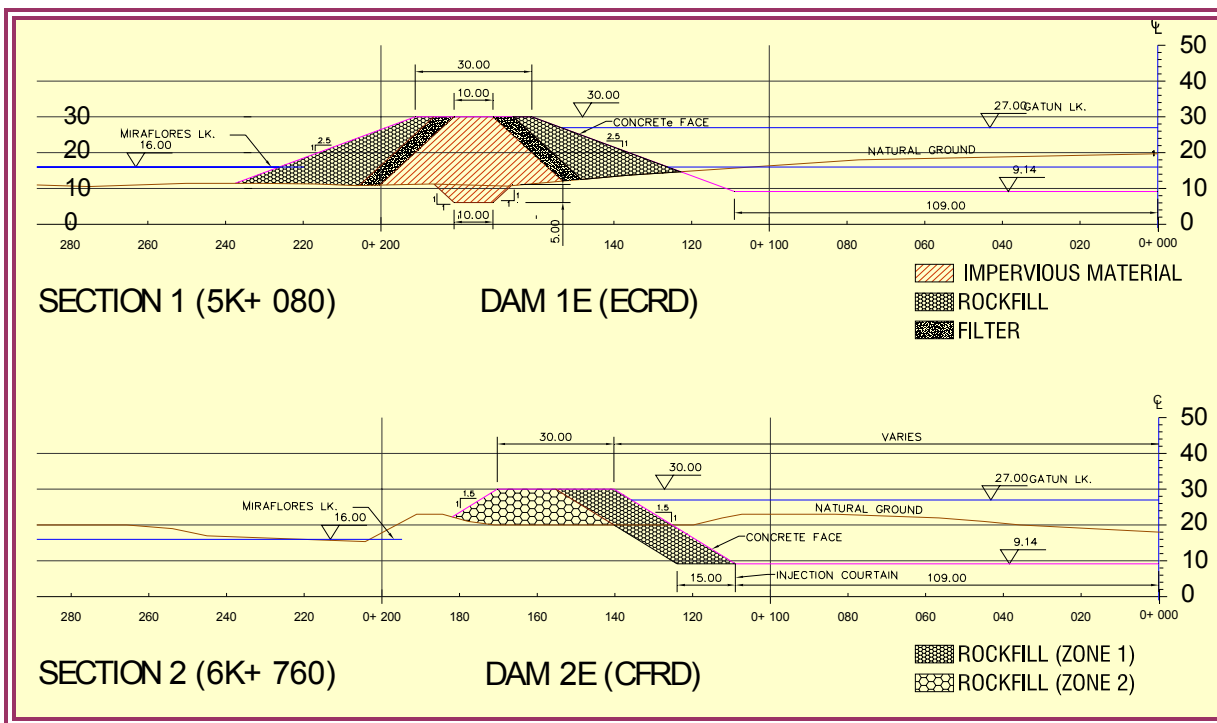
La presa será de tipo enrocado con pantalla de concreto (CFRD) por sus siglas en inglés, con una longitud aproximada de 1010 m. La corona de la presa al nivel +30.0 m PLD tendrá un ancho de 30 m. Los taludes externos laterales en ambos lados serán de 1.5H:1.0V, con pantalla de concreto hacia el lado del canal, losa de cimentación y cortina de inyecciones debajo de la losa de cimentación. La fundación de la losa de cimentación estará en basalto. El material del enrocado se colocará sobre el material de cobertura luego de desechar los dos metros superiores. Debajo de la pantalla de concreto se excavará aproximadamente 15 m en forma horizontal desde el talón de la losa de cimentación con el objeto de compactar esta zona de la presa. La cortina de inyecciones se llevará hasta una profundidad de 10 a 12 m. El enrocado será zonificado en dos zonas: la zona 1 (semipermeable) con material triturado fino (máximo 100 mm) adyacente a la pantalla de concreto y la zona 2, en el resto de la presa, con material más grueso (máximo 760 mm). La losa de cimentación se colocará al nivel del fondo del canal (elevación +9.14 m PLD).

El material para el relleno de la presa provendrá de la excavación del canal de acceso. El material de excavación de la fundación será utilizado para rellenar parte de la excavación existente del proyecto de esclusas de 1939, adyacente a la presa. La Tabla 2.8 muestra las cantidades de material requeridas para la construcción de la Presa 2E y la Figura 2-11 presenta una sección transversal de la Presa 2E.

TABLA 2.8: CANTIDADES PRESA 2E

Cantidades Presa 2E	
Largo de la cresta	1,010 m
Excavación	189,350 m ³
Relleno de roca	565,000 m ³
Concreto	18,000 m ³
Cortina de Inyección de cemento	10,000 m ²

Fuente: ACP. Costos y Cronograma para el Diseño Conceptual de las Esclusas Post-Panamax. Febrero 2006



Fuente: ACP. Costos y Cronograma para el Diseño Conceptual de las Esclusas Post-Panamax. Febrero 2006

FIGURA 2-11: SECCIÓN TRANSVERSAL DE LAS PRESAS 1E Y 2E

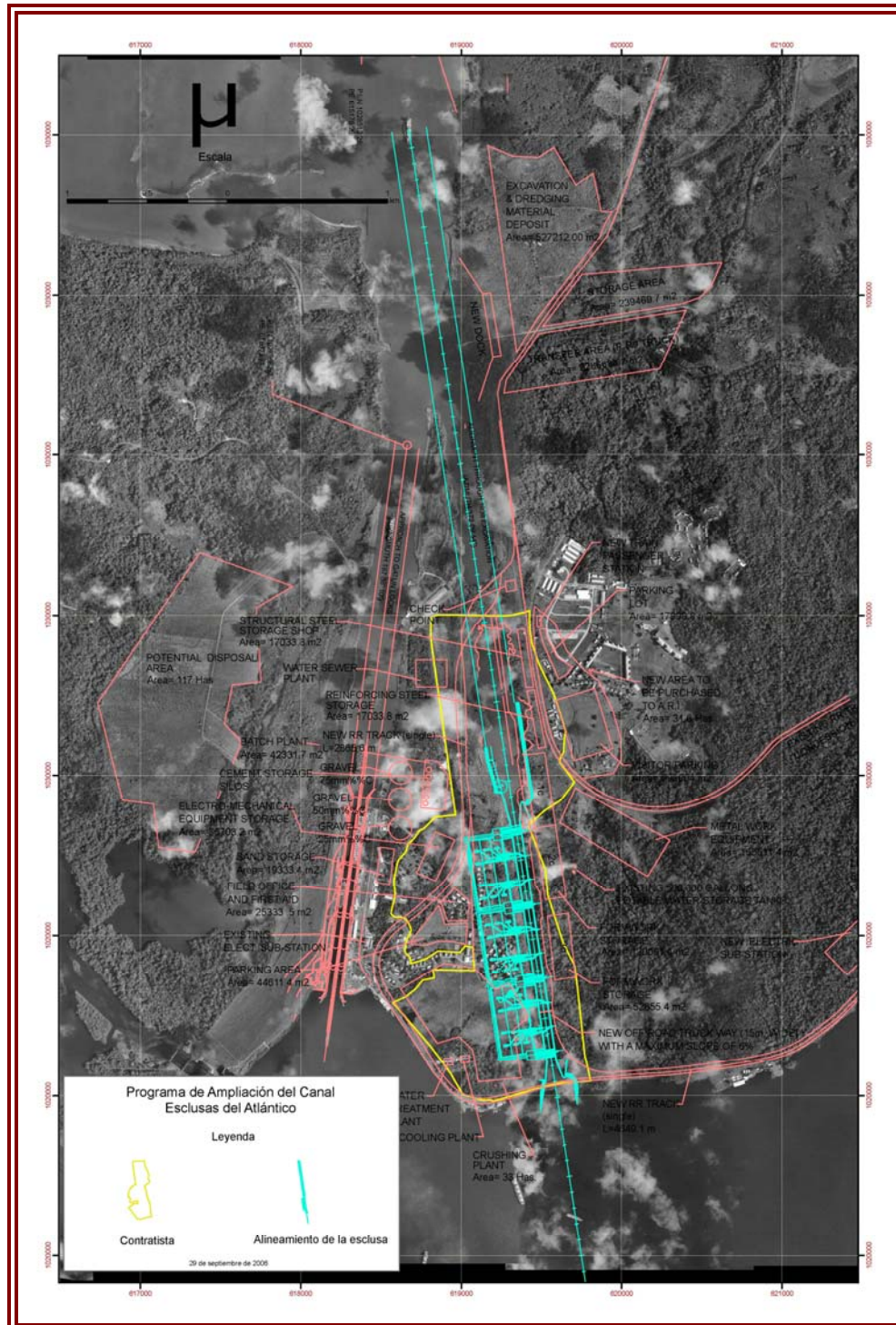
Desmovilización

Una vez finalizada las obras, se llevará a cabo la desmovilización de equipo, oficinas, talleres, plantas y otras facilidades. Las áreas utilizadas se limpiarán y restaurarán.

2.3 Construcción Esclusas del Sector Atlántico

2.3.1 Introducción

La esclusa Post-Panamax del Atlántico incluyendo los muros de aproximación desde el lago Gatún y el océano Atlántico se ubica en el área de Gatún, al este de las esclusas existentes, aproximadamente entre las estaciones 11k + 000 y 12k + 900 (Figura 2-12).



Fuente: ACP Departamento GIS

FIGURA 2-12: ESCLUSAS DEL ATLÁNTICO

La esclusa del sector Atlántico está ubicada en el alineamiento identificado como A1, en el área que fue seleccionada para la construcción del tercer juego de esclusa de 1939. El alineamiento inicia en el kilómetro 6k+888.3 de la estación del Canal existente, al norte de la esclusa de Gatún, con un giro de 9 grados hacia el sureste para barcos con rumbo hacia el Pacífico, y continuaría en esta dirección por 6.1 km donde se conecta con el lago Gatún, al sur de la esclusa habría un canal de navegación de 5.77 km en el Lago que se empalmaría con el Canal existente en Peña Blanca.

Las esclusas se construirían en un terreno con elevaciones hasta 50m sobre el nivel medio del mar y las tinas de ahorro de agua estarían al oeste de la nueva esclusa, al este de la carretera principal del poblado de Gatún. Las esclusas del sector Atlántico se ubicaron aprovechando la excavación realizada en 1939 para el tercer carril de esclusas, sobre la formación geológica de Gatún.

El área de construcción de las esclusas y tinas de ahorro de agua sería de unos 0.7 km² (70 hectáreas), ubicada a unos 1,200 m al este de la esclusa de Gatún.

Para las instalaciones que necesitaría el contratista como oficinas, talleres, depósitos e infraestructura en el Atlántico se presupuso que el contratista utilizaría el área del antiguo poblado de Gatún que es parte del patrimonio de la ACP. Por esto, estas tierras estarían disponibles para uso del contratista.

El desarrollo del estimado de costos y del cronograma para las esclusas post-Panamax del Pacífico se basa en las siguientes suposiciones:

- El material excavado de la esclusa del Atlántico será depositado en el lago Gatún, fuera del canal de navegación; parte de este material también podrá ser depositado en el sector de Mindi.
- El material que se utilizará para agregados, relleno y capa base se obtendrá de la excavación del canal de acceso del Pacífico; luego será procesado y transportado al Atlántico por ferrocarril. También existe la alternativa de transportarlo por barcaza.
- Se prevé una ruta alterna para el tráfico que requiere acceso al banco oeste.

2.3.2 Cronograma

El tiempo total estimado para la construcción de la esclusa del Atlántico sin demoras producto de la contingencia es 60 meses. La excavación, los trabajos de concreto y los trabajos electromecánicos son las actividades que tienen un mayor impacto en el cronograma de construcción. La movilización para los trabajos de excavación y concreto inician tan pronto se adjudica el contrato.

El estimado asume que los trabajos en sitio pueden comenzar tres meses después de la adjudicación del contrato. Si el contratista principal subcontrata estos trabajos a compañías locales, o si la ACP contrata los trabajos por separado removiéndolos del contrato de la obra civil principal, algunos trabajos pudiesen empezar durante la fase de movilización o antes de que se adjudicara el contrato principal. Las actividades que pudiesen ser incluidas en estas primeras etapas son: reparación y reubicación de calles, construcción de una extensión de la vía del tren para recibir agregados y piedra triturada del Pacífico, refuerzo de los tapones norte y sur para poder aceptar tráfico pesado, secado de la excavación de 1939, preparación de áreas para plantas

de trituración de agregados y mezclado de concreto, y limpieza de áreas para plataformas de equipo pesado y talleres.

Se supuso que la excavación de la esclusa empezaría simultáneamente en cuatro frentes distintos. El tiempo estimado para completar la excavación de la esclusa de Atlántico es de aproximadamente 26 meses.

Las plantas (agregados, concreto, hielo, enfriamiento, entre otros) estarían preparadas para iniciar operaciones 12 meses después de que se adjudicara el contrato. Los trabajos de concreto comenzarían en la cámara 3 y el muro de aproximación sur y avanzarían hacia la cámara 1 y el muro de aproximación norte.

Para poder programar apropiadamente el uso del equipo, los trabajos de concreto se han dividido en las siguientes actividades: nichos de compuertas, muros de esclusa, galerías, monolitos de válvulas, conductos de piletas de ahorro de agua, piletas de ahorro de agua y pisos.

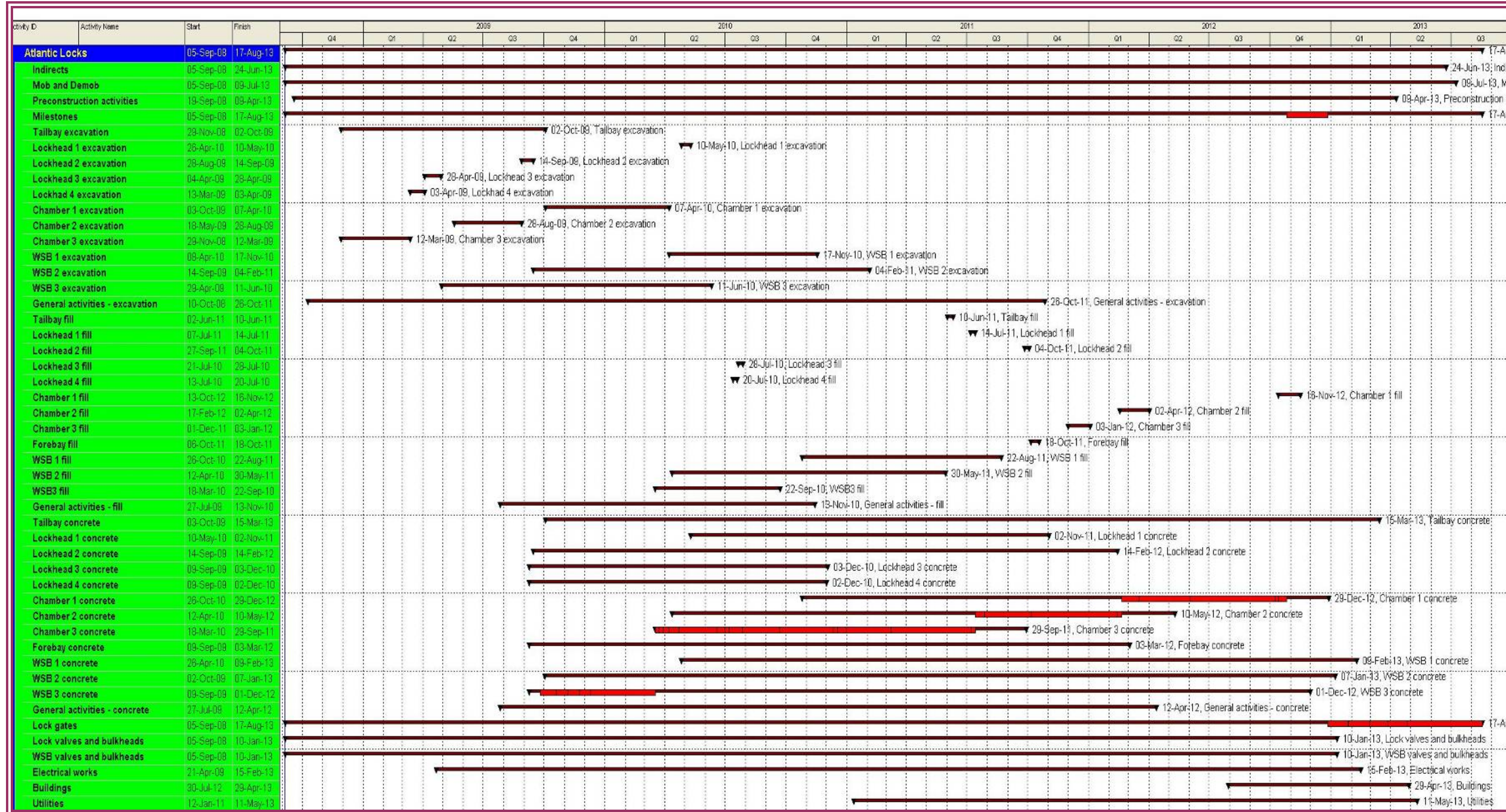
El equipo utilizado para cada una de estas actividades en la cámara inferior es utilizado sucesivamente en las cámaras media y superior. El tiempo estimado para los trabajos de concreto es 42 meses.

En el estimado de costos y el cronograma se asume que las compuertas, las válvulas y los mamparos serían diseñados, fabricados y transportados al sitio bajo un contrato separado. Los trabajos de instalación electromecánica podrían comenzar cuando los trabajos civiles en una cámara dada hayan finalizado. La instalación de válvulas en las alcantarillas principales y en las piletas de ahorro de agua inicia en la cámara inferior y continua hacia las cámaras superiores. El tiempo estimado para la instalación de las válvulas es 12 meses.

La instalación de las compuertas requiere que se inunden las cámaras. Debido a que la marea alta en el Atlántico alcanza la cámara superior, todos los trabajos que deban ser realizados en el piso de la cámara, así como la instalación de todas las válvulas, deben haber finalizado antes de permitir la entrada de agua en la esclusa. Las compuertas del mar (las de la cámara inferior) se pueden instalar con los niveles de la marea del Atlántico.

Para la instalación de las compuertas intermedias y superiores es necesario que las compuertas de cámara inferior estén en operación y con capacidad de retener agua. Una vez se haya logrado esto, se requiere elevar el nivel del agua en las cámaras hasta obtener el nivel necesario para la instalación del resto de las compuertas. El tiempo estimado para la instalación de las compuertas es 4 meses. Luego de colocar la última compuerta, habría un periodo de pruebas a todo el equipo electromecánico cuya duración sería de 4 meses.

FIGURA 2-13: CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DE LA ESCLUSA DEL ATLÁNTICO. MEJORAR RESOLUCIÓN. NO SE VE NADA



Fuente: ACP. Costos y Cronograma para el Diseño Conceptual de las Esclusas Post-Panamax. Febrero 2006

2.3.3 Construcción de las esclusas del Sector Atlántico

Las principales actividades para la construcción de las esclusas del sector Atlántico incluyen:

- Movilización e instalación de infraestructura de apoyo
- Limpieza y desbroce
- Drenado de las lagunas de 1939
- Manejo y desvío del agua
- Excavación
- Rellenos
- Concreto (concreto reforzado y concreto rolado)
- Equipo electromecánico: compuertas, válvulas y mamparos
- Excavación del canal de acceso Atlántico
- Desmovilización

Movilización e instalación de infraestructura de apoyo

Movilización

La movilización de las plantas y el equipo incluye transporte marítimo, cargos en los puertos, transporte en tierra y ensamblaje e instalación del equipo en el sitio de trabajo. La distancia de transporte en tierra se estimó en 20km.

Para descargar el equipo y materiales de construcción se construiría un muelle al nordeste de la nueva esclusa, que tendría un área aproximada de 0.03 km² (3 hectáreas), incluyendo un área para unos 7 silos de 1,200 toneladas cada uno para la descarga y almacenamiento del cemento, equipo para descargar cemento a granel y grúas para la descarga de materiales de construcción y equipo. Este muelle seguiría utilizándose una vez concluya la fase de construcción para las operaciones de movimiento de personal en las lanchas a las embarcaciones en tránsito y para atracar remolcadores.

Instalación de las plantas y construcción de las instalaciones temporales

La instalación de las plantas se refiere a la construcción de las fundaciones, la instalación de las plantas y la construcción de los talleres. Los estimados de las esclusas del Atlántico incluyen la instalación de las plantas de agregados, arena, hielo y concreto; y los talleres de acero de refuerzo, soldadura, carpintería y fabricación de tuberías.

Planta de hormigón: Esta planta (o plantas) estaría encargada de producir unos 2 millones de m³ de hormigón para la construcción de las esclusas, tinas de ahorro de agua y edificaciones alrededor de la esclusa. Tendría en sus inmediaciones depósitos de grava, arena, silos de cemento y aditivos. El área aproximada que ocuparían la planta y depósitos sería de unos 0.3 km² (unas 15 hectáreas) y comprende áreas con casas al sur del poblado de Gatún.

Planta de hielo y agua fría: La planta de agua fría sería necesaria para procesar el agregado y el hielo para la planta de hormigón. Ocuparía un área de unos 0.02 km² (2 hectáreas) cerca de la planta de hormigón y para su operación sería necesario contar con agua dulce que cumpla con las especificaciones requeridas, la misma pudiera ser procedente del lago Gatún.

Planta de tratamiento de aguas servidas: La capacidad de la planta la tendrá que presentar el contratista, dependiendo de la cantidad de trabajadores, turnos y de acuerdo a la normativa existente.

Construcción de áreas para estacionamiento de equipo pesado: Ocuparía un área de unos 0.14 km² (14 hectáreas) que incluye talleres de mantenimiento y depósitos de refacciones y combustible.

Construcción de vías de acceso: Durante la construcción, el contratista se vería obligado a rehabilitar y dar mantenimiento a varios caminos de acceso que llevarían a diferentes áreas de trabajo y que, además, servirían para el acarreo de materiales. Para acceder al proyecto desde el lado este sería necesario rehabilitar aproximadamente 1 km de carretera existente y construir aproximadamente 2 km de nueva carretera paralela al alineamiento de la esclusa para el paso de los camiones de 58 toneladas.

Los accesos temporales incluyen el movimiento de tierra, la construcción, reubicación o rehabilitación de las vías de acceso al sitio, las oficinas y el área de talleres. El movimiento de tierra consiste en limpieza y desbroce, nivelación y excavación. La construcción comprende las carreteras, estacionamientos, cercas y garitas de acceso.

Se asume que el agregado para concreto sería producto de la excavación de la esclusa del Pacífico y sería transportado al sitio por ferrocarril. Para lograr esto, se requeriría la rehabilitación de los rieles de ferrocarril existentes que cruzan sobre el tapón sur y van hasta el pueblo de Gatún o la construcción de un ramal desde la línea de ferrocarril existente. La planta de mezclado de concreto podría estar localizada en el extremo suroeste del alineamiento, cerca del lago Gatún.

También sería necesaria la construcción de una carretera para transportar el material excavado desde la esclusa hasta el área donde se construiría un muelle como centro de acopio para el material de despojo localizado a orillas del lago Gatún.

Construcción de caminos para equipo pesado: Serían caminos para el transporte de material excavado y roca para procesar o para el uso en el área de la construcción. Estos caminos serían temporales, de capa base de piedra triturada, con un ancho de 20m y 5 kilómetros de largo. Los mismos estarían ubicados dentro del área de la esclusa. Se tendrá que construir un muelle flotante o fijo para la operación de descargar el material de excavación en barcazas que trasladarán el material a depósitos localizados fuera del polígono de anclaje en el lago Gatún.

Construcción de carreteras permanentes: Se necesitarían construir o rehabilitar una carretera para conectar ambas esclusas.

Edificios Temporales

Entre los edificios temporales incluidos en el estimado están la oficina principal, 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, pero se consideró que a los trabajadores se les proveería servicio de transporte.

Se estima un área de 0.05 km² (5 hectáreas) que incluiría estacionamientos, oficinas de campo, comedor, vestidores y baños fijos para el personal administrativo y de la construcción.

Los servicios públicos incluyen la iluminación del sitio y de los edificios, sistemas de teléfonos, plantas de tratamiento de aguas servidas, la conexión al sistema de electricidad y agua existente.

Manejo y desagües de agua de lluvia

Para mantener el área de excavación libre de agua, se instalaría un sistema de desagüe que funcionaría durante la mayor parte de la fase de construcción de la esclusa.

Excavación de las Esclusas Post-Panamax del Atlántico

Las esclusas Post-Panamax en el Atlántico, incluyendo los muros de aproximación, están localizadas en el área de Gatún al este de las esclusas existentes, aproximadamente entre las estaciones 11K+000 y 12K+900. La excavación total para la construcción de la esclusa, incluyendo el canal de acceso (entre el tapón norte y el nicho de compuertas No.4 en la cámara inferior y el tapón sur, las piletas de ahorro de agua y los conductos entre las piletas y las cámaras es de aproximadamente 18.06 MMC. De ese total, el 37% corresponde a material de cobertura y lama del Atlántico y el 63% restante es roca suave (formación tipo Gatún).

El eje de la esclusa se ha desplazado unos 38m al oeste del eje de la esclusa diseñada en 1939 para excavar solamente en el banco oeste de la excavación en donde la topografía es más baja y hay menos vegetación, aunque impacta parte de la infraestructura de la población de Gatún, la esclusa se ha ubicado más hacia el sur de la ubicación anterior, pero manteniéndose al norte del tapón natural existente. Se tendrá que ensanchar y profundizar la excavación existente, la mayor parte del material es de la formación Gatún. Se ha asumido que no se emplearán explosivos para la excavación.

En este estimado se asume que el tiempo de movilización del contratista será de 90 días. La excavación podría iniciarse en cuatro frentes al mismo tiempo: el área de salida hacia el Atlántico, la cámara inferior, la cámara superior y el área de salida hacia el lago Gatún, incluyendo las piletas de ahorro de agua de las cámaras superior e inferior. La excavación de la cámara media después de la excavación de la cámara inferior, incluyendo la excavación de la pileta. La excavación total se terminaría en 26 meses.

En base a la información geológica disponible, se supuso que la excavación a la entrada del tramo sur de la esclusa sería en formación lama del Atlántico. Las áreas de entrada a las esclusas, las tres cámaras, los nichos de las compuertas y las piletas de ahorro de agua serían excavados en la formación Gatún.

De acuerdo con la última versión del diseño conceptual, la excavación en las cámaras contaría con pendientes 1H: 6V hasta una berma de 4m y luego con pendientes 1H: 3V hasta el material de cobertura. La extensión total necesaria en el fondo de la excavación es de 101.5m. Las pendientes finales se protegerían de los elementos con malla de alambre y concreto rociado para evitar accidentes debido a la posible caída de rocas.

La mayoría del material resultante de las excavaciones se transportaría al área de despojo localizada tentativamente en aguas profundas del lago Gatún, aproximadamente a 3 km al este de la entrada sur de la nueva esclusa.

Equipo de Excavación

Para la excavación se supuso el siguiente equipo: retroexcavadoras CAT 988G de 8 m³ de capacidad, tractores de oruga D8R y camiones de 25 toneladas para trabajos limpieza y desbroce; palas CAT 385 de 88 toneladas y camiones CAT 773E de 54 toneladas para materiales en general; y buldózers D8R con escarificadores de roca, palas CAT 385 y camiones CAT 773E para la roca suave de la formación Gatún. El agua lluvia y subterránea se controlaría con bombas sumergibles de 6 pulgadas y de 95 hp. Cantidades detalladas de equipo de construcción se describen en el Capítulo IV de este documento.

La mayor parte del material sería transportado a sitios de depósito. Un muelle para barcazas sería construido cerca del lago Gatún hacia donde los camiones transportarían el material. La distancia de acarreo media hasta el muelle sería de 1 km. Se supuso que el material se transportaría al sitio de depósito del lago en barcazas de descarga por el fondo con una capacidad de aproximadamente 3,500m³ asistidas por remolcadores. El área donde se depositaría el material deberá ser limpiada con anterioridad para eliminar troncos sumergidos por la creación del lago Gatún y así permitir el acceso seguro de las barcazas y los remolcadores.

El material de relleno detrás de los muros y sobre los conductos de operaciones hidráulicas será material triturado proveniente de los trabajos de excavación en el Pacífico. Se asumió que el transporte de este material se hará por tren.

Concreto (concreto reforzado y concreto rolado)

Para propósitos del estimado se dividió la esclusa en cuatro componentes principales: muros de aproximación, muros de la cámara, nichos de compuertas y piletas de ahorro de agua.

Los vaciados de concreto comenzarían un año después de la adjudicación del contrato. Para ese entonces, la excavación de las cámaras 2 y 3 habrían sido terminadas, mientras que las excavaciones de la cámara 1 y de los muros de aproximación tendrían avances de entre 50 y 75%.

La Tabla 2.9, a continuación, muestra los volúmenes totales de concreto para la esclusa con tres piletas de ahorro de agua.

TABLA 2.9: VOLÚMENES DE CONCRETO PARA ESCLUSA CON TRES PILETAS DE AHORRO DE AGUA

Detalle	Cantidades (m ³)		
	Concreto Reforzado	Concreto Rolado Compactado	Concreto Pobre
Muros de aproximación y pisos	126,740.00	8,850.00	3,790.00
Muros y pisos de cámaras	679,090.00	80,460.00	16,680.00
Nichos de compuertas	508,950.00	-	6,800.00
Piletas de ahorro de agua	367,860.00	244,260.00	145,180.00
Total	1,682,640.00	333,570.00	172,450.00

Note: Alcantarillas de los Muros de las Esclusas

Fuente: ACP. Costos y Cronograma para el Diseño Conceptual de las Esclusas Post-Panamax. Febrero 2006

El equipo que sería utilizado para la construcción de las alcantarillas de los muros de la cámara 3 consiste en 2 grúas con bandas transportadoras y 2 grúas Link-Belt de 110 toneladas. Estas grúas se encargarían del manejo del acero de refuerzo, formaletas y de los vaciados de concreto. Se contaría con dos juegos de formaletas plegables que requerirían de una superficie que permita que estas sean transportadas en rieles a lo largo de la alcantarilla. Para esto, el piso de la alcantarilla sería construido primero, como parte de las fundaciones de los muros de las cámaras. Una vez, se concluya la construcción de las alcantarillas de la cámara 3, el equipo y las formaletas serían transferidos a la cámara 2 y, por último, a la cámara 1.

Piletas de Ahorro de Agua, Monolito de Válvulas y Conductos

Para la programación de los trabajos de excavación y relleno, los conductos de las piletas de ahorro de agua se dividieron en dos secciones: las que cruzan las cámaras y las que pasan debajo de las piletas.

Los conductos que cruzan la cámara se construirían utilizando una grúa de 20 toneladas y de una bomba de concreto de 8 pulgadas. Una vez se termine la construcción de los conductos de la cámara 3, el equipo y las formaletas serían transferidos a la cámara 2. Los conductos de la cámara 1 iniciarían después de los de la cámara 2.

Se supuso que la construcción de los conductos que pasan debajo de las piletas de ahorro de agua iniciaría en la cámara 3 para luego continuar en las cámaras 2 y 1. La construcción de los muros de las piletas comenzaría una vez se concluya el relleno sobre los conductos. La construcción de los pisos sería la última actividad de concreto que sería realizada en cada cámara e iniciaría en las piletas de la cámara 3, continuaría en las de la 2 y finalizaría en las de la 1. Para estos trabajos se utilizarían 3 grúas de 20 toneladas y 3 bombas de concreto.

Los monolitos de válvulas serían construidos utilizando una grúa de oruga y están programados para iniciar luego de terminados los conductos. La secuencia de construcción sería similar a la de los conductos que cruzan la cámara.

Nichos de Compuertas

La construcción de los nichos de compuerta 3 y 4 comenzaría un año después de la adjudicación del contrato. En cada nicho se utilizaría una grúa Link-Belt para el manejo de acero de refuerzo y formaletas y una grúa con bandas transportadoras para el vaciado de concreto. Una vez que hayan concluido las obras en los nichos 3 y 4, los equipos utilizados en la construcción de esas estructuras serían trasladados a los nichos 1 y 2, respectivamente, donde se utilizaría el mismo procedimiento.

Muros de la Esclusa

La construcción de los muros de las cámaras y sus contrafuertes se realizaría utilizando bombas para los vaciados de concreto y grúas Link-Belt para manejar la colocación del acero de refuerzo y formaletas. La construcción de los muros inicia en la cámara 3, continua en la cámara 2 y concluye en la cámara 1.

Muros de Aproximación

El diseño conceptual de CPP contempla la construcción de muros de aproximación en ambos extremos de la esclusa. Debido a las condiciones geológicas del extremo norte de la esclusa, el

muro noroeste sería una combinación de muro de concreto y pilotes de 2m de diámetro rellenos de arena con capiteles de concreto. El muro de aproximación norte se construiría simultáneamente con el muro de la cámara 2. La fundación del muro se construiría utilizando 2 grúas con bandas transportadoras para el vaciado de concreto y 2 grúas Link-Belt para el manejo de acero de refuerzo y formaletas. Las paredes del muro serían vaciadas por medio de bombas; mientras que el manejo del acero de refuerzo y formaletas seguiría a cargo de las grúas Link-Belt. Una vez este muro sea concluido, el equipo se trasladaría al muro de aproximación sur para realizar la misma operación. Los pilotes del muro de aproximación norte se hincarían luego de que se haya inundado el extremo norte de la esclusa.

Galerías de Máquinas y Cables

La construcción de los muros de esclusa y aproximación descrita anteriormente no incluye la construcción de las galerías. Para comenzar este trabajo, deben haber concluido la construcción de los muros y sus contrafuertes y el relleno de la parte posterior de los muros, ya que los pisos de las galerías se apoyan sobre el material de relleno. Los equipos que serían utilizados en la construcción de las galerías serían ubicados sobre el relleno, eliminando la necesidad de ocupar la cámara y permitiendo el inicio de los trabajos de inundación de cámara e instalación de compuertas. El vaciado de las galerías se llevaría a cabo utilizando bombas, mientras que el manejo del acero de refuerzo y formaletas requeriría una grúa de 20 toneladas. La construcción de las galerías inicia en la cámara 3, continua en el muro de aproximación norte, la cámara 2, la cámara 1 y concluye en el muro de aproximación norte.

Pisos de la Cámara

El diseño conceptual incluye pisos de RCC para todo el piso de la esclusa.

Equipo electromecánico: compuertas, válvulas y mamparos

Compuertas Deslizantes

Las compuertas deslizantes son estructuras de acero fabricadas con platinas reforzadas, marcos estructurales internos y cámaras de flotación, que cierran el ancho total de la esclusa y se retraen hacia un nicho ubicado perpendicularmente al muro. Estas compuertas son utilizadas cuando se requiere cerrar aperturas de ancho considerable. Las compuertas deslizantes con largos mayores a los 55m requeridos para las esclusas Post-Panamax existen en varias esclusas de Europa (la esclusa de Berendrecht en Antwerp, Bélgica, tiene compuertas de 68m de longitud – ver Figura 2.6). El nicho se puede sellar para aislarlo de la cámara y permitir así su secado para mantenimiento o reparación de compuertas. Los nichos deben estar equipados con una compuerta flotante y un sistema de bombas que permita su secado.

Para la esclusa de tres escalones del Atlántico se necesitarían ocho compuertas deslizantes. Las compuertas se apoyan sobre vagones deslizantes superiores e inferiores en una configuración tipo “carretilla”. Esto consiste en un vagón inferior que se desliza en rieles en el quicio y un vagón superior que corre sobre rieles que se apoyan en cantolibres que se proyectan de las paredes del nicho. El vagón superior se utiliza para transmitir la fuerza de empuje a la compuerta deslizante. Las compuertas del Atlántico tienen un peso total de 20,674 toneladas.

Las compuertas son operadas por un sistema de malacate, que está conectado al vagón superior. El sistema de malacate consiste de (1) dos motores AC de empuje de 300 KW cada uno (uno en

operación y el otro de reserva), (2) un motor AC de emergencia de 30KW, (3) un panel central de engranaje, (4) dos paneles de engranajes secundarios y (5) dos carretes para cables de aproximadamente 2m de diámetro (ver Figura 2-8). Los dos cables están conectados en uno de sus extremos al vagón superior de apoyo por medio de un juego de poleas, y en el otro extremo al carrete.

Las compuertas para la nueva esclusa, las cuales operan en ciclos de aceleración - velocidad constante - desaceleración, se diseñaron para abrir y cerrar en tiempos de entre 4 y 5 minutos.

Una de las premisas básicas del estimado es que las compuertas deslizantes se construirían en un astillero o en una fábrica de industria metálica pesada con capacidad para producir las compuertas en los tiempos requeridos y con los estándares de calidad esperados. Una vez terminadas, las compuertas se transportarían a Panamá en un buque de carga sumergible, en una barcaza o flotando verticalmente y dirigidas por remolcadores.

Al llegar a la costa Atlántica de Panamá, las compuertas se amarrarían hasta que los avances en la construcción de la esclusa permitan la inundación de las cámaras (incluyendo la instalación de todas las válvulas de alcantarillas y conductos). Se asume que cuando esto ocurra los edificios de máquinas donde se instalaría el equipo operacional estarían terminados y que los malacates, engranajes y motores estarían instalados y esperando sus alineamientos y ajustes finales, los cuales se llevarían a cabo cuando cada compuerta esté en su lugar.

Cuando se remueva el ataguía del lado Atlántico, la esclusa del Atlántico se inundaría hasta nivel del mar. Entonces, las 8 compuertas se moverían al nivel inferior de la esclusa, donde serían amarradas. Las primeras compuertas en ser instaladas serían el par T4. Con la marea alta apropiada, cada compuerta se colocaría en su nicho con la ayuda de remolcadores, malacates, cabestrantes y la grúa flotante Titán (o pontones adicionales) para asegurar la estabilidad requerida durante la operación de giro.

Una vez la compuerta se encuentre dentro de su nicho, se incrementaría la flotación de la compuerta para que las vigas de soporte puedan ser posicionadas; luego, se bajaría la compuerta para que quede apoyada en estas vigas. Una grúa de 40 toneladas ubicada sobre el nicho colocaría el vagón de soporte inferior en sus rieles y, luego, con la ayuda de buzos, éste sería acomodado bajo la compuerta. Esta misma grúa instalaría el vagón superior, el cual debe ser conectado a la estructura de la compuerta. Al concluir esta operación, la compuerta se volvería a flotar para remover las vigas de soporte. Entonces, se ajustaría el lastre de la compuerta para hundirla y distribuir el peso entre los vagones inferiores y superiores. Esto permitiría que los cables de acero del sistema de malacate sean conectados a los vagones superiores. Con los cables instalados, se pueden iniciar las pruebas de la compuerta. Se ha programado un mes para la instalación de estas dos compuertas.

La instalación de las compuertas T1, T2 y T3 presenta un reto mayor ya que, incluso con marea alta, el nivel de agua no es suficiente para permitirles flotar y acomodarse en sus nichos. Para poder comenzar la inundación de las cámaras, lo cual permitiría flotar las compuertas T1, T2 y T3, al menos una de las compuertas del par T4 debe estar operando y con capacidad para cerrarse y retener el agua que sería trasladada desde el lago Gatún. Al ser alcanzado el nivel de agua apropiado, se aplicaría para la instalación de las compuertas T1, T2 y T3 el mismo procedimiento descrito para las T4. Se estimó que la instalación de cada par de compuertas tomaría 1 mes y que

el periodo de pruebas del sistema, el cual iniciaría al ser colocadas las compuertas T1, duraría 4 meses.

Válvulas de Alcantarillas y Conductos

Las alcantarillas, los conductos y las válvulas son los componentes de un sistema de llenado y vaciado de esclusa. Las válvulas están localizadas en las alcantarillas longitudinales cerca de los extremos aguas arriba y aguas abajo de la cámara y son utilizadas para controlar el flujo de agua. En sistemas que incluyen piletas de ahorro de agua, las válvulas localizadas en el monolito de válvulas adyacente al muro de la esclusa controlan el flujo de agua desde y hacia las piletas. Las alcantarillas de flujo transversal, llamadas conductos para distinguirlas de las alcantarillas de flujo longitudinal, conectan la cámara con las piletas. Los diseñadores del sistema de llenado y vaciado de la nueva esclusa del Atlántico seleccionaron un sistema operativo de válvulas de vástago ascendente con ruedas operados por cilindros hidráulicos similares a los usados en las válvulas de vástago ascendente de las esclusas existentes.

Para el diseño de tres escalones de la esclusa del Pacífico, se requerirían 16 válvulas de alcantarilla y 36 de conductos.

Una de las premisas básicas del estimado es que las válvulas de alcantarillas y conductos y su equipo operativo se construirían en un astillero o en una fábrica de industria metálica pesada con capacidad para producir las válvulas en los tiempos requeridos y con los estándares de calidad esperados. Una vez terminadas, las válvulas serían transportadas en un buque de carga y desembarcadas en el muelle de manejo de materiales construido para el proyecto en el Atlántico. Luego serían montadas en una mesa que las transportaría hasta el sitio de la construcción.

Cuando los trabajos civiles de los nichos de compuerta (válvulas de alcantarilla) y de los monolitos de válvulas (válvulas de conducto) hayan concluido (incluyendo la instalación de todos los metales empotrados, sellos inferiores y superiores y guías verticales, entre otros elementos), la válvula sería instalada en el nicho por una grúa de 60 toneladas ubicada sobre el nicho de compuertas o monolito de válvulas.

Una vez estén en la posición de cierre, los sellos de la válvula serían ajustados y el cilindro hidráulico sería posicionado con la grúa y asegurado a la losa de concreto que está sobre el cuerpo de la válvula. Luego, la barra cilíndrica sería extendida y conectada mecánicamente a la válvula. La instalación de las unidades de potencia hidráulica y panel de control eléctrico se completarían en sus respectivos cuartos de válvulas. A estas operaciones seguirían las pruebas del equipo.

La instalación de las válvulas iniciaría con las de las alcantarilla de los nichos 3 y 4, continuaría con las de los conductos de la cámara 3, los conductos de la cámara 2, los conductos de la cámara 1 y concluiría con las de alcantarilla de los nichos 1 y 2. Se estimó que la instalación de cada juego de válvulas de alcantarilla tomaría 2 meses, mientras que cada juego de válvulas de los conductos tomaría 3 meses.

Equipo Eléctrico: Luces, Distribución y Control

El supuesto que indica que el sistema de posicionamiento de buques utilizaría remolcadores elimina la necesidad de los componentes eléctricos relacionados a las locomotoras.

La instalación del siguiente equipo eléctrico también sería necesaria en la nueva esclusa: luces (exteriores e interiores), cubículos de distribución (alto y bajo voltaje), interruptores seccionales, generadores de emergencia, cables de alimentación primaria, paneles de control local, controles por controladores lógicos programables (PLC) locales y remotos, computadoras, protectores de voltaje (UPS), circuito cerrado de televisión (CCTV) y circuitos de la fibra óptica de control.

Una de las premisas básicas del estimado es que un subcontratista eléctrico instalaría el equipo eléctrico y que este equipo sería importado debido a su alto grado de especialización.

Equipo de Luces

Los postes de luces de 35m de altura se instalarían una vez el concreto de la losa superior de la galería haya curado. Una grúa de 20 toneladas posicionaría los postes en una base prefabricada, la cual debe ser parte de la losa superior de la galería y contar con los pernos empotrados necesarios. Las lámparas HPS se instalarían bajando el aro de lámparas por medio de un dispositivo portátil.

Las luces reflectoras de la cámara, las cuales serían colocadas en nichos especiales diseñados específicamente para mantenerlas fuera de cualquier contacto con los buques, serían instaladas una vez se concluyan los trabajos de construcción de la galería. Cuando se hayan instalado las compuertas, se procedería a la instalación de las luces reflectoras de compuerta. Las luces en los edificios serían instaladas de acuerdo al cronograma de construcción de cada una de estas estructuras. Los alimentadores eléctricos para cada uno de los equipos de luces se conectarían a un panel de distribución localizado en el cuarto técnico de compuerta más cercano a cada compuerta.

Equipo de Distribución Eléctrica

Todos los cubículos de distribución, transformadores, interruptores seccionales y generadores de emergencia se colocarían en sus respectivos cuartos de alto voltaje con la ayuda de una grúa de 20 toneladas. Estos cuartos estarían adyacentes a los cuartos de máquinas. El tiempo para la instalación de estos equipos dependerá de la habilidad de las grúas para pasar a través de las puertas de esta estructura, o de que el equipo deba ser instalado antes de la construcción del techo.

Las bandejas de cables, los circuitos de alimentación, el resto del cableado eléctrico y las tuberías de aire comprimido corren en la galería que se encuentra en la parte superior del muro. La instalación de este equipo puede ser realizada una vez la galería haya sido construida.

Equipo de Control Eléctrico

Las bandejas de cables y los circuitos de fibra óptica también pueden ser instalados una vez se complete la galería. Los controles PLC se colocarían dentro de los paneles de control local de las compuertas y válvulas. Los PLC tienen que ser cableados (cables de fibra óptica) y alimentados (cables eléctricos) a la vez que se instalan los malacates o unidades de potencia hidráulica. Cualquier equipo de control adicional podría ser instalado dentro de los cuartos de máquinas una vez que estas estructuras hayan sido completadas.

La computadora principal, los PLC, las pantallas, los UPS, las bandejas modulares de fibra óptica, el CCTV y el resto del equipo de control se instalaría en el edificio de control central.

Una vez se haya instalado todo el equipo, el edificio de control podría ser cableado para iniciar las pruebas del sistema.

Desmovilización

Una vez finalizada las obras, se llevará a cabo la desmovilización de equipo, oficinas, talleres, plantas y otras facilidades. Las áreas utilizadas se limpiarán y restaurarán.

2.4 Actividades de Dragado y Excavación en los Cauces de Navegación

2.4.1 Introducción

La construcción de las nuevas esclusas Post-Panamax en el Canal de Panamá requerirá mejoras a los cauces de navegación existentes y la construcción de nuevos cauces de aproximación de las Esclusas Post-Panamax, que requieren trabajos de profundización y ensanche para garantizar el tránsito seguro y expedito de buques Post-Panamax por el Canal.

Como parte del Programa de Expansión del Canal, trabajos de dragado y excavación serían realizados a lo largo de los cauces existentes del Canal desde el extremo Norte de la entrada del Atlántico hasta el extremo Sur de la entrada del Pacífico. Trabajos similares también se requerirían en los nuevos alineamientos de las Esclusas o cauces de acceso.

La profundización y el ensanche de los cauces existentes del Canal, y la construcción de cauces de acceso para las nuevas esclusas producirían cauces de navegación con las siguientes dimensiones mínimas:

- Entrada del Atlántico - 225 m de ancho y 13.7 m de profundidad
- Cauce de aproximación al Norte de las nuevas Esclusas del Atlántico - 218 m de ancho y 13.7 m de profundidad
- Cauce de aproximación al Sur de las nuevas Esclusas del Atlántico - 218 m de ancho y una altura del fondo de 9.14 m PLD
- Lago Gatún - 280 m en bordadas rectas, 366 m curvas y una altura del fondo de 9.14 m PLD
- Corte Culebra - 218 m de ancho y una altura del fondo de 9.14 m PLD
- Cauce de aproximación al norte de las nuevas esclusas del Pacífico - 218 m de ancho y una altura del fondo de 9.14 m PLD
- Cauce de aproximación al sur de las nuevas esclusas del Pacífico - 218 m de ancho y 13.7 m de profundidad
- Cauce de navegación de la entrada del Pacífico - 225 m de ancho y 13.7 m de profundidad

Para conectar las nuevas esclusas del Atlántico con la entrada de mar actual del Canal, se construirá un cauce de aproximadamente 3.2 km. de largo (Figura 1-5). Para conectar a los cauces existentes las nuevas esclusas del Pacífico, se construirán dos cauces nuevos (Figura 1-6). El cauce norte que conectará la esclusa con el Corte Culebra,²³ paralelo el lago Miraflores, será de 5.8 km. de largo. El otro cauce será de 1.3 km. de largo y conectará la esclusa con la entrada de mar existente en el océano Pacífico. Los nuevos cauces serán de 218 m (715') de ancho, lo que permitirá la navegación de buques Post-Panamax por dichos cauces en una sola dirección a la vez.

Estos trabajos también incluyen la profundización del cauce del Corte Culebra y del lago Gatún a un fondo de navegación de 1.20 m (4'), esto es, hasta el nivel 9.20 m (30') PLD, para ofrecer un calado máximo de 15.20 m (50')²⁴ en agua dulce tropical (ADT). En el Canal, una vez ampliado, se permitirán calados de hasta 15.2 m (50'),²⁵ que variarán a lo largo del año, dependiendo del nivel estacional del lago Gatún. Por ejemplo, el Canal podrá permitir hasta 14.6 m (48') de calado en ADT cuando el nivel del lago Gatún esté en 25.3 m (83') PLD.

Se ampliarán los cauces del lago Gatún a un ancho no menor de 280 m (920') en las rectas y a un ancho no menor de 366 m (1,200') en las curvas. Estas dimensiones permitirán encuentros de buques Post-Panamax en el Lago Gatún.²⁶ Se ensancharán y profundizarán los cauces de navegación de las entradas de mar del Canal, en el Atlántico y Pacífico, a un ancho no menor de 225 m (740') y una profundidad de 15.5 m (51') con la marea más baja.

Los trabajos a los cauces de navegación comprenden una combinación de actividades de excavación, perforación y voladura, y dragado. La ACP ha estimado que 50% de los trabajos de dragado serán efectuados por personal de la ACP mientras que el otro 50% será llevado a cabo por contratistas externos. Se estima que la ACP llevará a cabo todas perforaciones y voladuras dentro del lago Gatún y Corte Culebra, mientras que el 100% de la excavación seca será efectuada por contratistas externos.

Las áreas de trabajo de mejoras a los cauces de navegación serán los siguientes:

- Entrada del Atlántico
- Lago Gatún
- Corte Culebra
- Entrada del Pacífico
- Cauces de aproximación de las nuevas esclusas

²³ Este cauce conectará con el Corte Culebra al sur del puente Centenario.

²⁴ Cuando el lago Gatún suba al nivel 25.9 m (85') PLD o más alto.

²⁵ Estos calados podrán ser aprovechados por los buques que transiten por las nuevas esclusas. Los buques que transiten por las esclusas actuales continuarán con calado de hasta 39.5' que permite las esclusas.

²⁶ Encuentros se refiere a buques que se cruzan navegando en direcciones opuestas por este cauce.

2.4.2 Parámetros de diseño para los cauces de navegación

Los análisis preliminares de las operaciones del Canal han demostrado que el método de tráfico en semi-convoy que se utiliza en la actualidad es más eficiente en términos de capacidad de tránsitos de buques Post-Panamax y Panamax; por ende, se presume que tanto el Corte Culebra como ambas entradas al Canal requerirán no menos de un cauce diseñado para el tráfico unidireccional de buques Post-Panamax, mientras que el lago Gatún requerirá una configuración para tráfico de buques Post-Panamax en dos direcciones. Además, si se llegaran a eliminar algunas de las restricciones de operación vigentes una vez que culmine el programa de enderezamiento y ensanche del Corte, se podría permitir tránsitos bi-direccionales a través de las entradas del Canal y el Corte a ciertos buques tipo Panamax²⁷.

Como parte del Programa de Ampliación del Canal, la vía acuática espera poder ofrecer un calado mínimo de 13.1 m (43 pies) y un máximo de 15.2 m (50 pies) ADT, dependiendo de los niveles mínimos de operación del lago Gatún y la elevación del fondo del cauce. Estos niveles estarían sujetos a las condiciones climáticas; luego de la estación lluviosa, cuando el lago haya acumulado suficiente agua, los buques podrían transitar con mayor profundidad de calado mientras que, luego de la estación seca, cuando no se haya embalsado volúmenes adicionales de agua en el lago, sería necesario imponer restricciones mínimas de calado.

Para permitir el tránsito de los buques Post-Panamax y Panamax en las secciones rectas, la ACP estableció anchos de 218 m, 225 m y 280 m en el Corte Culebra y los accesos de las nuevas esclusas, las entradas del Canal y el lago Gatún, respectivamente.

El diseño del nuevo cauce Post-Panamax permitiría el tránsito en una vía de los buques Post-Panamax por el Corte Culebra y la construcción de los nuevos cauces de acceso del norte y sur de las esclusas de 218 m de ancho. Entretanto, con sus 225 m de ancho, las entradas en el Atlántico y el Pacífico permitirían el paso simultáneo de buques de manga Post-Panamax con buques de menor tamaño. El lago Gatún será ensanchado de 280 a 366 m para permitir el tránsito en doble vía de los buques Post-Panamax. También se están considerando tránsitos de buques Panamax en doble vía por el Corte y en las entradas del Canal. Esta operación dependería en gran parte de la programación, y de los tránsitos y la mezcla de buques.

La Tabla 2.9 resume los diferentes largos, anchos y calados propuestos para el tráfico de buques Post-Panamax en el Canal:

²⁷ Autoridad del Canal de Panamá. Análisis Técnico del cauce de navegación de dimensiones Post-Panamax propuesto para el Canal de Panamá (traducción al español de 5 de julio de 2006).

TABLA 2.9: DIMENSIONES PROPUESTAS PARA EL CAUCE DE NAVEGACIÓN POST-PANAMAX
(Escenario: esclusas de 427 m x 55 m x 16.8 m)

	Áreas	Largo aprox.(km)	Ancho mínimo (m)	Profundidad (m)	Elevación mínima del fondo del cauce (m PLD)
1	Cauce de navegación de la entrada del Atlántico	9.80	225 a 260	15.50	-15.66
2	Cauce de aproximación Post-Panamax al norte del Atlántico	4.00	218	15.50	-15.66
3	Nuevas esclusas Post-Panamax del Atlántico	1.70	55		
4	Cauce de aproximación Post-Panamax al sur del Atlántico	4.00	218	14.6 to 16.8	9.14
5	Lago Gatún hasta bordada Juan Grande	38.00	280 a 366	14.6 to 16.8	9.14
6	Corte Culebra y cruce de bordadas Gamboa y Chagres	18.00	218	14.6 to 16.8	9.14
7	Cauce de aproximación Post-Panamax al norte del Pacífico	5.50	218	14.6 to 16.8	9.14
8	Nuevas esclusas Post-Panamax del Pacífico	1.70	55		
9	Cauce de aproximación Post-Panamax al sur del Pacífico	2.00	218	15.50	-17.86
10	Cauce de navegación de la entrada del Pacífico	16.00	225 a 260	15.50	-17.86

Nota: Presumiendo un espacio libre bajo la quilla de 1.5 m en cauces internos y 1.8 en entradas.

Fuente: ACP. Análisis Técnico de los Cauces de Navegación Postpanamax propuesto para el Canal de Panamá. Marzo 2006 (Traducción al español).

2.4.3 Caracterización geológica general del cauce de navegación del Canal

El área del Canal se caracteriza por su diversa y compleja composición geológica, la cual se puede dividir en cinco tipos principales de materiales:

- Sedimento, arcilla, lodo y arena
- Grava y arcilla
- Roca suave con resistencia menor que 15 MPa
- Roca medio dura con resistencia entre 15 y 50 MPa
- Roca dura con resistencia superior a 50 MPa

La Tabla 2.10 a continuación muestra una caracterización geológica general para cada área del Canal que requiera trabajos para el cauce de navegación Post-Panamax:

TABLA 2.10: CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL DEL CAUCE DE NAVEGACIÓN Y CAUCE DE APROXIMACIÓN DE LAS NUEVAS ESCLUSAS

Áreas		Sedimento, arcilla, lodo y arena	Grava y arcilla	Roca suave < 15 MPa	Roca medio dura 15 a 50 MPa	Roca dura > 50 MPa
1	Cauce de navegación de la entrada del Atlántico	X				
2	Cauce de aproximación Post-Panamax norte del Atlántico			X		
3	Nuevas esclusas Post-Panamax del Atlántico			X		
4	Cauce de aproximación Post-Panamax sur del Atlántico			X		
5	Lago Gatún hasta bordada Juan Grande		X		X	
6	Corte Culebra y bordadas Gamboa y Cruce de Chagres			X	X	X
7	Cauce de aproximación Post-Panamax norte del Pacífico				X	X
8	Nuevas esclusas Post-Panamax del Pacífico				X	X
9	Cauce de aproximación Post-Panamax sur del Pacífico				X	X
10	Cauce de navegación de la entrada del Pacífico			X	X	X

Fuente: ACP. Análisis Técnico de los Cauces de Navegación Postpanamax propuesto para el Canal de Panamá. Marzo 2006 (Traducción al español).

El área del Atlántico está compuesta por sedimentos, arcilla, lodo y arena. El material que requiere perforación y voladura en el lago Gatún está en el rango de roca mediana a dura. En el

Corte Culebra, 50% del material que se debe perforar y volar está dentro de la categoría de roca medio dura, mientras que el 50% restante se considera material duro. En el área del Pacífico, la mayoría del material que requiere perforación y voladura se considera roca dura, excepto el tapón intermedio, donde la mayor parte del material está compuesto por formación La Boca, que no requiere perforación ni voladura.

2.4.4 Volúmenes de excavación, perforación y voladuras, y dragado

Para estimar los volúmenes de excavación y dragado del cauce de navegación Post-Panamax, se utilizaron la última información batimétrica y topográfica disponible, y el programa computarizado de ingeniería INROADS. Las premisas clave con respecto a estas estimaciones son las siguientes:

- Se requerirá excavación principalmente en el nuevo cauce de aproximación del Atlántico, el Corte Culebra y el nuevo cauce de aproximación del Pacífico.
- Los volúmenes de excavación para el Corte Culebra se estimaron utilizando como base taludes de entre 3H: 1V y 1H: 4V, para todo el material de excavación por encima de 27.5 m (90') PLD de elevación. Los parámetros de taludes utilizados para el dragado estuvieron entre 1H: 1V ó 2H: 3V, dependiendo de las condiciones geológicas a lo largo del cauce de navegación del Corte Culebra.
- Los estimados de los volúmenes de dragado y excavación para los cauces de aproximación de las nuevas esclusas incluyen los mismos parámetros de los taludes utilizados para estimar los volúmenes del Corte Culebra.
- Todos los volúmenes de dragado incluyen 0.61 m (2 pies) de tolerancia por debajo del diseño del fondo del cauce, y una tolerancia horizontal de 7.62 m (25 pies) en cada cauce, excepto en el área estrecha cercana al Puente de las Américas en la entrada del Pacífico.
- Los volúmenes de perforación y voladura subacuática se estimaron en 1.83 m (6 pies) por debajo de la línea de tolerancia ó 2.44 m (8 pies) por debajo de la elevación del fondo del cauce de diseño.
- Se requerirán varios tapones para realizar la fase de construcción en seco de los nuevos cauces de aproximación y la infraestructura de las nuevas esclusas. Estos también serían excavados y dragados en fases una vez que ciertos componentes del cauce y las esclusas estén listos para ser llenados de agua. Estos tapones se construirían con tierra sacada del sitio o, si fuera necesario, reforzados utilizando materiales competentes tomados de la excavación seca.
- En el Atlántico se requerirán dos tapones para realizar el dragado y la excavación del cauce de aproximación de las nuevas esclusas y de las áreas base de las nuevas esclusas; mientras que para el área del Pacífico se requerirán otros tres tapones debido al largo adicional del cauce de aproximación del norte.

Entrada del Atlántico

Excavación, Perforación y voladuras. Según la experiencia previa del Canal, no se requerirá perforación ni voladura en el área del Atlántico pues la mayor parte del material está formado por sedimento, arcilla, lodo y arena.

Dragado. Con un ancho de 225 m y una profundidad de 15.5 m, el volumen de dragado estimado para la entrada del Atlántico es de 6.95 millones de metros cúbicos.

Cauce de aproximación de las nuevas esclusas del Atlántico

Excavación. Antes de proceder con las operaciones de dragado, el cauce de aproximación del norte en el Atlántico, el tapón del norte en el Atlántico y el tapón del sur en el Atlántico requerirán la excavación de 900,000, 160,000 y 400,000 de metros cúbicos de material seco, respectivamente.

Perforación y voladuras. Al igual que para la entrada del Atlántico, no se prevé la necesidad de perforación ni voladura para el cauce de aproximación de las nuevas esclusas del Atlántico. Sin embargo, como el material encontrado en el cauce sería más duro que el hallado en la entrada del Atlántico, debe ser dragado con una draga más poderosa.

Dragado. El cauce de aproximación de las nuevas esclusas en el Atlántico y el tapón del norte requerirían el dragado de 6.55 y 0.61 millones de metros cúbicos, respectivamente. El volumen de dragado estimado para el tapón del sur en el Atlántico es de 0.79 millones de metros cúbicos.

Lago Gatún

Perforación y voladuras. Se estima que un 10% del área del cauce del lago Gatún requerirá perforación y voladura antes del ensanche a 280 y 366 m (918 y 1,200 pies), y profundización a 9.14 m PLD. Los volúmenes de perforación y voladura en el lago Gatún se estiman en 3.35 millones de metros cúbicos.

Dragado. El ensanche del cauce del lago Gatún a 280 m en las secciones rectas y 366 m en las curvas requeriría la remoción de 16.03 millones de metros cúbicos de material de dragado en el escenario de 9.14 m PLD de elevación.

Corte Culebra

Excavación. La profundización a 9.14 m PLD requerirá de la excavación de 2.5 millones de metros cúbicos de material para estabilizar los taludes de los bancos a lo largo del Corte Culebra.

Perforación y voladuras. Los estimados de perforación y voladura para el Corte Culebra a 9.14 m PLD se separaron en 2 estimados de volúmenes:

- Perforación y voladura dentro del cauce de navegación existente de 192 m (630 pies)
- Perforación y voladura en áreas de ensanche a 218 m (715 pies)
- El volumen requerido de perforación y voladura para bajar el fondo del cauce a 9.14 m PLD en el Corte Culebra se estima en 2.62 millones de metros cúbicos, lo que incluye 1.83 millones de metros cúbicos dentro del cauce de 192 m y 792,000 metros cúbicos de las áreas que se ensancharán a 218 m.

Dragado. El dragado del Corte Culebra a una elevación del fondo del cauce de 9.14 m PLD implica la remoción de 3.88 millones de metros cúbicos del cauce de 192 m de ancho, y un volumen adicional de 2.14 millones de metros cúbicos del cauce de 218 m de ancho. El volumen total de dragado para una profundidad de 9.14 m PLD y 218 m de ancho en el Corte Culebra sería de 6.02 millones de metros cúbicos.

Cauce de aproximación de las nuevas esclusas del Pacífico

Excavación. El cauce de aproximación del Pacífico, del norte del tapón del Corte Culebra, requerirá la excavación de 7.18 millones de metros cúbicos de material. Los volúmenes de excavación del tapón del Corte Culebra y el tapón intermedio del Pacífico se estimaron en 17,000 y 13,000 metros cúbicos, respectivamente.

Perforación y voladuras. Se prevé que la mayor parte del área en el cauce de aproximación del Pacífico requerirá perforación y voladura, principalmente con equipos terrestres hasta 2.44 m (8 pies) por debajo de la elevación del fondo del cauce de diseño.

- **Cauce de aproximación del norte del tapón del Corte Culebra:** Para el cauce de aproximación del norte del tapón del Corte Culebra, el volumen de perforación y voladura se estima en 3.23 millones de metros cúbicos en el escenario de 9.14 m PLD, trabajo que sería ejecutado completamente con equipos terrestres. Sin embargo, podría ser difícil para una draga remover algunos de los materiales duros. Por ende, el equipo terrestre ejecutaría el 90% de la perforación y voladura, y el 10% restante se realizaría utilizando una perforadora flotante.
- **Tapón del Corte Culebra del norte del Pacífico:** El volumen de perforación y voladura para el tapón del Corte Culebra se estima en 620,000 metros cúbicos para el escenario a 9.14 m PLD, y sería ejecutado utilizando equipo de perforación terrestre.
- **Tapón intermedio del Pacífico:** El volumen de perforación y voladura para el tapón intermedio del Pacífico ubicado al norte del área de base de las nuevas esclusas del Pacífico se estima en 495,000 metros cúbicos en el escenario a 9.14 m PLD, que también sería ejecutado con equipo terrestre.
- **Tapón sur del Pacífico:** El volumen de perforación y voladura para el tapón del sur del Pacífico ubicado al sur del área base de las nuevas esclusas del Pacífico se estima en 730,000 metros cúbicos, y también sería ejecutado con equipo terrestre.
- **Cauce de aproximación del sur del Pacífico:** El volumen de perforación y voladura para el cauce de aproximación del sur del Pacífico ubicado al sur del tapón sur del Pacífico se estima en 1.41 MM³. Esta área no está acondicionada para colocar perforadoras terrestres ni una perforadora flotante de tamaño regular, lo que constituye un reto de perforación y voladura. En consecuencia, la perforación y voladura tendrá que realizarse utilizando perforadoras terrestres montadas en pequeñas barcasas.
- **Entrada del Pacífico:** Según el análisis de reflexión sísmica realizado en diciembre de 1999 y las investigaciones sobre perforaciones realizadas por compañías internacionales de dragado que participaron en una licitación de la ACP para profundizar la entrada del Pacífico a 12.6 m de calado, se prevé que aproximadamente el 30% del área de la entrada del Pacífico podría requerir perforación y voladura, lo que representa 4.36 millones de metros cúbicos.

Dragado. Se prevé que la mayor parte del área en el cauce de aproximación del Pacífico requerirá perforación y voladura, principalmente con equipos terrestres hasta 2.44 m (8 pies) por debajo de la elevación del fondo del cauce de diseño.

- Cauce de aproximación del norte del tapón del Corte Culebra: Bajo el escenario de 9.14 m PLD, el estimado de dragado es de aproximadamente 2.82 millones de metros cúbicos para obtener un ancho mínimo de 218 m en el cauce.
- Tapón del Corte Culebra del norte del Pacífico: El tapón del Corte Culebra requeriría la remoción de 0.50 millones de metros cúbicos de material.
- Tapón intermedio del Pacífico: El volumen de dragado para el tapón intermedio del Pacífico se estima en 0.39 millones de metros cúbicos.
- Tapón sur del Pacífico: El tapón del sur en el Pacífico requeriría que se dragara 0.63 millones de metros cúbicos de material para una profundidad del cauce de 15.5 m MLWS.
- Cauce de aproximación del sur del Pacífico: La construcción de este cauce requeriría la remoción de 2.51 millones de metros cúbicos de material de dragado para obtener un ancho de cauce de 218 m y una profundidad de 15.5 m.

Resumen de los volúmenes de perforación y voladura, excavación y dragado

Tabla 2.11 que resume los volúmenes de perforación y voladura, excavación y dragado requeridos para modificar el cauce existente y crear nuevos cauces de aproximación para dar cabida a los buques Post-Panamax. Los volúmenes presentados en el cuadro que aparece a continuación no incluyen los volúmenes de los programas de modernización del Canal para extender su capacidad, tales como la profundización del lago Gatún y el Corte Culebra a 10.4 m (34 pies) PLD; el programa de enderezamiento del Corte Culebra; el programa de ensanche del Corte Culebra a 218 m; la profundización de la entrada del Pacífico a 14.2 m MLWS; o el ensanche de la entrada del Atlántico a 198 m (650 pies) ni su profundización a 14.2 m MLW.

TABLA 2.11: VOLÚMENES ESTIMADOS DE EXCAVACIÓN, PERFORACIÓN Y VOLADURAS, Y DRAGADO PARA LOS TRABAJOS DEL CAUCE DE NAVEGACIÓN POST-PANAMAX

Área	Calado (m)	Ancho del cauce (m)	ESCENARIO A 9.14 m PLD		
			Excavación seca	Perforación y voladura	Dragado
Cauce de navegación de la entrada del Atlántico	13.7	225 a 260			6.95
Cauce de aprox. Norte del Atlántico	13.7	218	0.90		6.55
Tapón norte del Atlántico	13.7	218	0.16		0.61
Nuevas esclusas del Atlántico		55			
Tapón sur del Atlántico	13.1 a 15.2	218	0.40		0.79
Lago Gatún	13.1 a 15.2	280 a 366		3.35	16.03
Corte Culebra	13.1 a 15.2	218	2.50	2.62	6.03
Cauce de aproximación norte del Pacífico al norte del tapón del Corte Culebra	13.1 a 15.2	218	7.18	3.23	2.82
Tapón del Corte Culebra o norte del Pacífico	13.1 a 15.2	218	0.17	0.62	0.39
Cauce de aproximación norte del Pacífico entre el tapón del Corte Culebra y el tapón intermedio	13.1 a 15.2	218			
Tapón intermedio del Pacífico	13.1 a 15.2	218	0.13	0.50	0.30
Nuevas esclusas del Pacífico		55			
Tapón sur del Pacífico	13.1 a 15.2	218		0.73	0.63
Cauce de aproximación sur del Pacífico	13.7	218		1.41	2.51
Cauce de navegación de la entrada del Pacífico	13.7	225 a 366		4.36	6.51
Volumen total de trabajos en el cauce (Mm³)			11.44	16.82	50.12

Notas:

1. El volumen de excavación y dragado en **celeste** corresponde al estudio de los trabajos para las nuevas esclusas.
2. Los volúmenes no incluyen programas de dragado en progreso como la profundización de Gatún y el Corte Culebra a 10.4 m PLD, el enderezamiento del Corte, el ensanche del Corte a 218, la profundización de la entrada del Pacífico a 12.61 m de calado ni el ensanche de la entrada del Atlántico a 198 m

Fuente: ACP. Análisis Técnico de los Cauces de Navegación Pospanamax propuesto para el Canal de Panamá. Marzo 2006 (Traducción al español).

2.4.5 Equipos Propuestos

Existen varios tipos de dragas tales como las retroexcavadoras, las de corte succión, dragas tolvas, dragas de cucharón de almejas, dragas mecánicas de cucharón o dragas de líneas, dragas de succión de ruedas y otras. Sin embargo, sólo ciertas dragas, incluyendo las dragas de

cucharón, las de corte succión y las dragas tolvas han demostrado trabajar de manera eficaz en aguas del Canal.

La ACP tiene a su disposición un equipo especializado para la realización de los proyectos de mejoras y mantenimiento en el Canal de Panamá. Este equipo consta de: dos dragas (Mindi y Christensen), 3 grúas (Hércules, Goliath y Titán), dos barcasas para perforación y voladura (Thor y Barú), remolcadores, tractores, lanchas de registro y mantenimiento, etc.

La draga hidráulica de cucharón Rialto M. Christensen, fue construida por la empresa Hakodate Dock Corporation a un costo de seis millones de dólares; y puesta en servicio en septiembre de 1977. Es una de las dragas más grande en su tipo, con una capacidad de dragado de 15 yardas cúbicas (11.47 m³) en el cucharón con capacidad de remover material hasta una profundidad de 60 pies (18.3 m). Es la draga más nueva de la ACP y ha tomado parte en la mayoría de los proyectos de mejoras al Canal – ver Figura 2-13.



Foto: G.Schattaneck 2006

FIGURA 2-14: DRAGA HIDRÁULICA DE CUCHARÓN RIALTO M. CHRISTENSEN.

La draga de corte y succión Mindi fue construida por la Ellicot Machine Corporation en Baltimore, a un costo de 7 millones de dólares y puesta en servicio en 1943; en aquel tiempo funcionaba con vapor. Entre 1977 y 1979 fue transformada para el funcionamiento a diesel y eléctricamente. La draga Mindi corta el material hasta los 10,000 pies (3048 m) y los va

succionando. Esta bombea y manda el material por los tubos a los sitios de depósito. Tiene 400 pies (121.92 m) de largo, una profundidad de 14 pies (4.27 m) y una escalera con cortador y succionador de hasta 72 pies (21.94 m) – ver Figura 2-14.



Foto: G.Schattaneck 2006

FIGURA 2-15: DRAGA DE CORTE Y SUCCIÓN MINDI.

La barcaza de perforación Thor, es una perforadora flotante. Está diseñada para horadar el substrato rocoso o substrato duro del Canal de Panamá. En los sitios horadados en el substrato se colocan municiones explosivas para romper la roca antes de dragar. La barcaza Thor tiene un sistema electrónico que controla todas sus funciones. Tiene 4 torres que se paran en el punto donde ya se han hecho estudios que indican que hay material duro. La cabeza entra a la profundidad establecida electrónicamente, fractura y quiebra el material y lo retira del lugar; luego viene la R. M. Christensen y lo lleva fuera del cauce. La BARÚ es la nueva barcaza de perforación de la ACP.



Foto: G.Schattaneck 2006

FIGURA 2-16: BARCAZA DE PERFORACIÓN THOR



Foto: G.Schattaneck 2006

FIGURA 2-17: BARCAZA DE PERFORACIÓN BARÚ

Cauce de navegación de la entrada del Atlántico

Dragado

Como la mayor parte del material hallado en el fondo del cauce de la entrada del Atlántico está formado por sedimento, la ACP propone utilizar una draga tolva para ensanchar y profundizar este cauce con una productividad estimada de 110,500 metros cúbicos de banco por semana bajo un horario completo de 3 turnos de 8-horas cada uno 7 días por semana. Dependiendo de lo atractivo del precio que se ofrezca, la ACP también podría contratar una draga de corte succión similar a la JFJ con una producción más alta (aproximadamente 170,000 metros cúbicos de banco por semana).

En el pasado se ha requerido realizar perforaciones y voladura en muy pocas ocasiones, y se espera que no sea necesario para la profundización y ensanche del cauce Post-Panamax en la entrada del Atlántico.

Aproximadamente 31 personas trabajarían a bordo de la draga tolva, además de 2 personas en la lancha hidrográfica y 9 personas en administración para la logística de la operación. Además la ACP suministraría el apoyo a esta draga con 50 personas como oficiales de contrato, prácticos, inspectores, coordinadores, técnicos y marinos quienes estarían en la draga, lanchas para el movimiento de boyas, lanchas de hidrografía, y lanchas de pasajeros.

El depósito del material extraído por la tolva sería transportado por la misma, ya que posee un sistema de autopropulsión y lo descargaría al sitio de rompeolas oeste del Atlántico.

Con una producción anual de 4.6 millones de metros cúbicos por año.

En general, los trabajos de excavación en el área del cauce de entrada del Atlántico finalizarían en 2.5 años²⁸.

Cauces de aproximación del norte y del sur de las nuevas esclusas del Atlántico

Excavación

Para los trabajos de excavación seca, se prevé contratar los servicios de contratistas externos locales o utilizar los servicios de los contratistas que se encargarían de la construcción de las nuevas esclusas del sector Atlántico. La excavación seca también implicaría perforación y voladura en áreas que requieran fragmentación. Los equipos que se utilizan en las excavaciones son equipos de excavación terrestre convencional y comprenden excavadoras, camiones, tractores, niveladoras para mantenimiento de los caminos de acarreo, cargadores y camiones de agua para el control de polvo. En caso de requerirse voladura, se utilizarían perforadoras y explosivos para la detonación. La producción estimada es de casi 34,600 metros cúbicos de banco por semana o un promedio de 150,000 metros cúbicos de banco por mes, lo cual podría aumentar durante la estación seca y disminuir durante la estación lluviosa. Se estima que estos trabajos se completarían en 6 meses²⁷. El horario de trabajo vendrá determinado por el contratista y la fecha de culminación requerida por la ACP. El material se depositaría en el sitio 'Monte Lirio Norte'.

²⁸ ACP (documento interno). Proyecto del Tercer Juego de Esclusas (basado en descripción recibida marzo 2006).

Dragado

Se propone utilizar una draga de corte succión mediana con una cortadora de roca de 2,000 a 3,000-Kw. para dragar la formación Gatún y la lama del Atlántico que se encuentran en el cauce de aproximación de las nuevas esclusas del Atlántico y alcanzar una productividad estimada de 60,000 metros cúbicos de banco por semana bajo un horario completo de trabajo de 3 turnos de 8-horas cada uno 7 días por semana.

Se estima que la draga tendría como mínimo 97 personas a bordo. La draga de corte succión tendría además 24 personas trabajando como apoyo en los tractores para los sitios de depósitos terrestres, en los botes de trabajos y barcazas para el transporte e instalación de tuberías de descarga, y 3 personas en las lanchas que realizan las hidrografías. La producción media de la draga corte succión en esta área estaría en 60,000 m³, por lo que los trabajos de dragado se ejecutarían en 2.75 años²⁷.

El equipo de apoyo requerido para la draga de corte succión incluye tuberías, pontones, una barcaza de ancla, una barcaza sumergible y un bote de trabajo para descarga subacuática; y tractores y tuberías para descargar material en tierra. Se estima que unas 60 personas como coordinadores, inspectores, técnicos, prácticos y marinos de la ACP supervisarían y apoyarían los trabajos de los contratistas en el sector Atlántico²⁷.

En general, se estima que los trabajos de excavación y dragado en esta área Atlántico finalizarían en 3 años²⁷.

Cauce de navegación del lago Gatún

Perforación y voladura subacuática

La ACP propone el uso de las barcazas de perforación Thor o Barú para realizar las operaciones de perforación y voladura subacuática. La Barú tendría capacidad para perforar 16 pozos sin necesidad de moverse resultando en una eficiencia adicional del 25% en comparación con la Thor.

Los 19,400 metros cúbicos de banco producidos por la THOR semanalmente se utilizaron para planificar los trabajos de profundización y ensanche en el lago Gatún bajo un horario completo de 3 turnos de 8-horas cada uno 7 días por semana. Con un aumento del 25% de la productividad, el desempeño de la BARÚ debe ser de 24,250 metros cúbicos de banco por semana en el lago Gatún.

Con una producción estimada de 1.1 millón de metros cúbicos por año, se estima que la voladura en el Lago se completaría en 3 años. A bordo de la barcaza Thor, trabajarían 91 personas en 3 turnos por 7 días a la semana, mientras que 16 personas de apoyo laborarían en los botes de trabajo bajo el mismo esquema de turnos de la barcaza de voladura²⁷. El equipo de apoyo requerido para las barcazas de perforación incluye botes de trabajo y botes especiales para transportar los explosivos.

Dragado

La ACP propone el uso de una draga cortadora mediana para ensanchar y profundizar la mayoría de los cauces de navegación en el lago Gatún. Se estima que una de estas dragas, trabajando en horario completo de 3 turnos de 8-horas cada uno 7 días por semana en el lago Gatún, con una

cabeza cortadora de 2,100 Kw., podría dragar 67,500, (35% más que la Mindi) y 37,500 metros cúbicos de banco por semana en grava y material mediano a duro, respectivamente.

Como la draga cortadora mediana podría no estar disponible durante los primeros años del programa de ampliación del Canal, se presume que la draga de corte succión Mindi dragaría el lago Gatún durante este periodo a un promedio de 50,000 metros cúbicos de banco por semana.

El equipo de apoyo requerido para la draga de corte succión incluye tuberías, pontones, una barcaza de anclaje, una barcaza sumergible y un bote de trabajo para descarga subacuática; y tractores y tuberías para descargar material en tierra.

Alrededor de 97 personas estarían asignadas en cada draga de corte succión para el esquema de 3 turnos de 8-horas de 7 días a la semana. Con respecto a los equipos de apoyo como las lanchas de trabajo y barcasas para la instalación de tuberías de descarga, trabajarían 24 personas también en el horario de 3 turnos de 7 días; y 3 personas de hidrografía en el horario de 5 días de 8 horas²⁷.

Además del personal de los equipos de apoyo, también las dragas contarían con 220 personas en talleres y administración que se encargarían del mantenimiento, re-acondicionamiento y logística de la operación de las dragas, barcasas y equipo de apoyo²⁷.

La ampliación y profundización del Lago podrían completarse en 6.5 años mediante el uso de 2 dragas de corte succión y la barcaza de perforación y voladura. La draga de corte succión descargaría el material de dragado en las isletas localizadas a lo largo del cauce de navegación del lago Gatún²⁷.

Cauce de navegación del Corte Culebra

Excavación

La ACP propone el uso de equipos convencionales como excavadores y camiones, para realizar las excavaciones requeridas en el Corte Culebra con una producción semanal promedio de 34,600 metros cúbicos de banco por semana, o un promedio de 150,000 metros cúbicos de banco al mes. Esta tasa de desempeño se basa en la experiencia del Canal en el Programa de Ensanche del Corte Culebra (PECC)²⁹ a 192 m (630 pies) realizado por contratistas externos.

Estas cifras de productividad podrían aumentar durante la estación seca y disminuir durante la estación lluviosa. El establecimiento del horario de trabajo dependerá de los recursos del contratista externo y de la fecha de culminación requerida por la ACP.

Perforación y voladura subacuática

La ACP propone el uso de las barcasas perforadoras Thor y Barú para realizar las operaciones de perforación y voladura subacuática. La productividad de la Thor para la profundización del Corte Culebra a 9.14 m PLD debería ser de alrededor de 23,500 metros cúbicos de banco por semana bajo un horario completo de 3 turnos de 8-horas cada uno 7 días por semana basado en el actual programa de profundización del lago Gatún a 10.4 m PLD. La productividad de la barcaza de

²⁹ La ACP realizó el Programa de Ensanche del Corte Culebra a 192 m (630 pies) entre 1992 y el 2001.

perforación Barú deberá tener un margen más alto (25%) que la Thor, estimado en 29,500 metros cúbicos de banco por semana.

Con una producción estimada de 1 a 1.2 millones de m³ por año, se estima que la voladura en el Corte se complete en 1.7 años. En cada barcaza de perforación y voladura, 91 personas trabajarían en turnos de 3 turnos de 8-horas cada uno 7 días por semana, mientras que 16 personas laborarían en los equipos de apoyo como los botes de trabajo bajo el mismo esquema de turnos de la barcaza de voladura²⁷.

La draga de cucharón Christensen extraería el material fragmentado. Con una producción anual estimada de 1.2 millones de m³, la draga de cucharón podría finalizar la profundización en 2.5 años. La draga Christensen requeriría unos 71 trabajadores, además de 65 personas para equipo de apoyo y 12 para hidrografía²⁷.

Dragado

El dragado en el Corte Culebra abarcaría una distancia de 18 km (11.2 millas), desde el norte de la Bordada de Gamboa hasta el norte del acceso norte de las nuevas esclusas del Pacífico, y bajaría el fondo de navegación existente de 10.4 metros (34 pies) PLD al nivel de diseño de 9.14 m (30 pies) PLD.

Aproximadamente un 50% de la dureza del material en el subfondo del Corte Culebra llega hasta RH3 y el 50% restante está por encima de RH3. Por ende, se propone utilizar una draga de corte succión con cabeza cortadora de 2,000 a 3,000 Kw. para dragar el material con dureza menor que RH3, sin necesidad de perforación ni voladura; luego se continuaría con la draga de cucharón RMC de la ACP para dragar el resto del material después de las operaciones de perforación y voladura.

Con base en el desempeño de la draga de cucharón RMC en los programas actuales de dragado, para el programa de ampliación del Canal se espera una producción de 28,000 metros cúbicos por semana bajo un horario completo de 3 turnos de 8-horas cada uno 7 días por semana.

La ACP propone el uso de una draga de corte succión con cortadora de 2,000 a 3,000 Kw. para remover todo el material con dureza por debajo de RH3 para la profundización del Corte Culebra a 9.14 m PLD. Presumiendo que no habría necesidad de perforación ni voladura, su productividad estaría alrededor de los 37,500 metros cúbicos por semana bajo un horario completo de 3 turnos de 8-horas de 7 días a la semana.

Para asistir a la draga de cucharón y a la draga de corte succión, y transferir el material dragado a los sitios subacuáticos designados para la disposición de materiales en el caso de la draga de cucharón, se requeriría equipo de apoyos como remolcadores, botes de trabajo, barcasas de desecho, lanchas de hidrografía y botes de pasajeros sería requerido.

Como algunos de los sitios de depósito disponibles a lo largo de las riberas del Corte Culebra están ubicados en áreas ubicadas a más de 2.5 kilómetros de las operaciones de la draga de corte succión, se requerirá de una bomba elevadora de presión para asistir a la draga en la descarga de material en tierra, salvo que se utilicen barcasas de desecho para transferir el material dragado a los sitios designados de disposición de materiales en el lago Gatún.

En general, se estima que los trabajos de profundización del Corte a 9.14 m PLD podrían ser completados en aproximadamente 5 años²⁷.

Cauces de aproximación del norte de las nuevas esclusas en el Pacífico

Excavación

La ACP propone el uso de equipo convencional de excavación terrestre, como excavadoras y camiones, para realizar las excavaciones necesarias en el cauce norte de las nuevas esclusas en el Pacífico con una producción semanal promedio de 34,600 metros cúbicos de banco, ó 150,000 metros cúbicos de banco promedio por mes.

Esta productividad podría aumentar durante la estación seca y disminuir durante la estación lluviosa, y el establecimiento del horario de trabajo dependería de los recursos del contratista externo y de la fecha de culminación establecida por la ACP.

Perforación y voladura terrestre

La ACP propone el uso de equipo terrestre de perforación y voladura disponible en el Canal, incluyendo, entre otros, perforadoras rotativas y percusivas. Con base en experiencia previa en el Canal, la tasa aproximada de productividad para el equipo terrestre de perforación y voladura es de 54,000 metros cúbicos de banco por semana, bajo un horario de 2 turnos diarios, 5 días por semana.

El costo estimado para la perforación y voladura en tierra incluye la operación de las perforadoras terrestres rotativas y percusivas como las P&H, DM-45, 2 TAMROCKS D55 SP y 2 Rangers 700, al igual que el equipo de apoyo que incluye un tractor D-5M, un tractor D-6, un cargador frontal CAT 924, un cargador frontal CAT 934, 2 vehículos reabastecedores de diésel, 1 vehículo de lubricación, 2 bombas de agua, 2 vehículos 4x4, un tanque de almacenamiento de diésel, 2 depósitos portátiles para explosivos y un compresor.

Dragado desde tierra firme

Se requerirán operaciones de dragado desde tierra firme para remover capa superficial de tierra que constituye el 20% del total del material por dragar, en el acceso norte de las nuevas esclusas del Pacífico al norte del tapón del Corte Culebra. La remoción de esta capa de tierra permitirá a una draga retroexcavadora remover de manera eficiente cerca del 50% del material de dragado. Se estima que una excavadora alcanzaría una producción de 25,000 metros cúbicos por semana.

Perforación y voladura subacuática

La ACP propone el uso de la nueva barcaza de perforación Barú para realizar las operaciones de perforación y voladura subacuática. La productividad de la Barú en el nuevo cauce de acceso norte del Pacífico sería de casi 30,000 metros cúbicos de banco por semana bajo un horario completo de 3 turnos de 8-horas cada uno 7 días por semana, lo que representa un aumento del 30% con respecto a la producción de la Thor en el Corte Culebra.

Dragado

La operación de dragado se realizaría en tres fases:

- La primera fase consistiría en el uso de equipo terrestre de dragado para excavar el 20% del material, como se explica en la sección 7.6.3.

- La segunda fase consistiría en el uso de una draga retroexcavadora para remover 50% del material de dragado con una tasa de productividad de 20,000 metros cúbicos por semana, en un horario de 3 turnos de 8-horas cada uno 6 días por semana.
- La draga de cucharón RMC, con mayor alcance que la draga retroexcavadora, removería el 30% restante del material de dragado a una tasa de productividad de 28,000 metros cúbicos por semana.

Cauces de aproximación del sur de las nuevas esclusas en el Pacífico

Perforación y voladura

Para el tapón sur, la ACP propone el uso de equipo terrestre de perforación y voladura disponible en el Canal, como perforadoras rotativas y percusivas, durante la marea baja. La productividad estimada del equipo terrestre de perforación y voladura es baja – 30,000 metros cúbicos de banco por semana – debido a la variación en las mareas en la entrada del Pacífico.

Para el cauce de aproximación sur, la ACP propone utilizar equipo terrestre de perforación y voladura disponible en el Canal, como perforadoras rotativas y percusivas montadas sobre barcasas. La tasa promedio de productividad para este equipo semi-acuático podría estar entre los 20,000 metros cúbicos de banco por semana.

El tapón sur, y especialmente el cauce de aproximación sur, está sujeto a las variaciones en las mareas de la entrada del Pacífico.

Dragado

Para el tapón sur, la ACP propone el uso de una draga retroexcavadora a una tasa de 20,000 metros cúbicos de banco por semana bajo un horario completo de 3 turnos de 8-horas cada uno 6 días por semana. La draga retroexcavadora removería la mayor parte del basalto previamente volado.

Para remover la formación La Boca del cauce de aproximación sur sin necesidad de perforación ni voladura previa, la ACP propone el uso de una draga cortadora mediana, a una tasa de 37,500 metros cúbicos por semana y bajo un horario completo de 3 turnos de 8-horas cada uno 7 días por semana. Para el basalto, la ACP utilizaría la misma draga retroexcavadora hidráulica del tapón sur, con una productividad de 20,000 metros cúbicos de banco por semana y en un horario de 3 turnos de 8-horas cada uno 6 días por semana. El basalto sería volado antes de removerlo con la draga retroexcavadora.

Cauces de navegación de la entrada del Pacífico

Perforación y voladura subacuática

La ACP propone el uso de la nueva barcaza de perforación Barú para perforar y volar un 30% del cauce de navegación de la entrada del Pacífico. La productividad de la Barú en la entrada del Pacífico se estima en unos 30,000 metros cúbicos de banco por semana bajo un horario completo de 3 turnos de 8-horas cada uno 7 días por semana, lo que representa un aumento del 30% en la productividad sobre la de la Thor, en el Corte Culebra.

Esta barcaza requeriría de 71 personas abordo, además de 8 personas en los equipos de apoyo como los botes de trabajo para la movilización de la barcaza que no cuenta con un sistema de auto-propulsión²⁷.

Se estima que la producción anual de este equipo en la entrada del Pacífico sería de 1.5 millones de m³ por lo que la duración de este trabajo sería de 3 años aproximadamente²⁷.

Dragado

Para el programa de ampliación del Canal, las dragas de la ACP trabajarían principalmente en aguas internas del Canal, mientras que se contratarían servicios externos para realizar las actividades de dragado en mar abierto.

El desempeño de la draga de cucharón RMC en la entrada del Pacífico fue de unos 16,500 metros cúbicos por semana de material duro, mientras que la draga de corte succión Mindi dragó material suave a razón de 69,000 metros cúbicos promedio por semana.

la ACP propone el uso de una draga cortadora mediana para dragar el material suave y el material de mediano a duro a una tasa de 60,000 y 37,500 metros cúbicos de banco por semana, respectivamente, bajo un horario completo de 3 turnos de 8-horas cada uno 7 días por semana. No se requerirá perforación ni voladura para el material suave ni para el mediano a duro. Una draga con una cabeza cortadora de 2,000 a 3,000 Kw. podría dragar el material de mediano a duro sin necesidad de perforación ni voladura previa.

En cuanto al material muy duro, la ACP utilizaría una draga retroexcavadora hidráulica a una tasa de 20,000 metros cúbicos de banco por semana bajo un horario completo de 3 turnos de 8-horas cada uno 6 días por semana. Se requeriría perforación y voladura previas para el desempeño efectivo de la draga retroexcavadora. Esta retroexcavadora podría tener una producción anual de 960,000 m³ anuales con 27 personas abordo; 15 personas en los equipos de apoyo como bote de trabajo, lancha hidrográfica y remolcador para transportar las barcas; y 9 personas para la administración de la retroexcavadora. La draga excavadora hidráulica trabajaría 2 años en el cauce de la entrada del Pacífico²⁷.

Mediante el uso de una barcaza de perforación y voladura y 2 dragas, se estima que el proyecto de ensanche y profundización de la entrada del Pacífico duraría en total unos 3.5 años²⁷.

Resumen de equipos propuestos para los trabajos en los cauces de navegación

La Tabla 2.12 presenta los equipos propuestos para realizar los trabajos de mejoras en los cauces actuales de navegación del Canal y la construcción de los cauces de aproximación de las nuevas esclusas:

TABLA 2.12: EQUIPO PROPUESTO PARA LOS TRABAJOS EN EL CAUCE DE NAVEGACIÓN POST-PANAMAX SEGÚN LA CONDICIÓN GEOLÓGICA Y EFECTIVIDAD DE LOS EQUIPOS

ESTIMADO DE PRODUCTIVIDAD PROPUESTO PARA EQUIPOS POR TIPO DE MATERIAL					
Equipo de excavación, dragado y perforación y voladura	Sedimento, arcilla, lodo y arena	Grava y arcilla	Roca suave < 15 MPa	Roca medio dura 15 a 50 MPa	Roca dura > 50 MPa
Equipo terrestre convencional				34,600	
Equipo terrestre de perforación y voladura			54,000		
Perforadora flotante THOR				19,400 to 23,500	
Perforadora flotante BARÚ				24,250 to 30,000	
Excavadora hidráulica terrestre				25,000	
Perforación y voladura en aguas poco profundas < 3 m				20,000	
Draga tolva	110,500				
Draga de corte succión (1 a 2K KW)			50,000		
Draga de corte succión (2 a 3K KW)		67,500	60,000	37,500	
Draga de cucharón RMC				28,000 to 30,000	
Draga retroexcavadora hidráulica					20,000

Fuente: ACP. Análisis Técnico de los Cauces de Navegación Pospanamax propuesto para el Canal de Panamá. Marzo 2006 (Traducción al español).

- Además de las condiciones geológicas, factores como las condiciones de trabajo y la profundización requerida del cauce afectan la productividad del equipo

Estimado de volúmenes para los equipos de la ACP y de los contratistas externos

Debido a que los programas de excavación seca se han realizado con éxito utilizando contratistas externos y a precios competitivos, se prevé que la excavación del cauce de navegación Post-Panamax sería realizada nuevamente por contratistas externos.

Las barcazas de perforación de la ACP se encargarían de los trabajos de perforación y voladura subacuática para el canal Post-Panamax. Las perforadoras terrestres de la ACP también podrían realizar la mayor parte de la perforación y voladura terrestre, y proporcionar los recursos para voladuras, pero se podría contratar parte de estos trabajos de ser necesario.

Con respecto al dragado, se prevé que la ACP y los contratistas externos realicen el 50% de los trabajos, como se muestra en la Tabla 2.13.

La Tabla 2.14 resume en términos de porcentaje los recursos internos y externos de la ACP que se utilizarían para excavar y dragar los cauces Post-Panamax.

TABLA 2.13 ESTIMADOS DE VOLÚMENES DE DRAGADO QUE PODRÍAN REALIZAR LA ACP Y COMPAÑÍAS EXTERNAS DE DRAGADO

ESTIMADO DE VOLÚMENES DE DRAGADO en millones de metros cúbicos QUE PODRÍAN REALIZAR LA ACP Y LOS CONTRATISTAS EXTERNOS		
Área	9.14 m PLD	
	ACP	Contratistas externos
Cauce de navegación entrada Atlántica		
Cauce de aprox. Norte del Atlántico		6.95
Tapón norte del Atlántico		6.55
Nuevas esclusas del Atlántico		0.61
Tapón sur del Atlántico	0.79	
Lago Gatún	16.03	
Corte Culebra	6.03	
Cauce de aprox. Norte del Pacífico al norte del tapón del Corte Culebra	2.26	0.56
Tapón norte o del Corte en el Pacífico		
Cauce de aprox. norte del Pacífico entre el tapón del corte y el intermedio		
Tapón intermedio del Pacífico	0.39	
Nuevas esclusas del Pacífico		
Tapón sur del Pacífico		0.63
Cauce de aprox. sur del Pacífico		2.51
Cauce de navegación de entrada del Pacífico		6.51
VOLUMEN TOTAL	25.5	24.32

Fuente: ACP. Análisis Técnico de los Cauces de Navegación Pospanamax propuesto para el Canal de Panamá. Marzo 2006 (Traducción al español).

TABLA 2.14: ESTIMADO DE RECURSOS EN PORCENTAJES PARA LAS ACTIVIDADES DE DRAGADO DE LA AMPLIACIÓN DEL CANAL

DISTRIBUCIÓN ESPERADA PARA LOS TRABAJOS DE DRAGADO PARA LA AMPLIACIÓN DEL CANAL		
Tipo de operación	ACP	Recursos Externos
Dragado	50%	50%
P y V	100%	0%
Excavación seca	0%	100%

Fuente: ACP. Análisis Técnico de los Cauces de Navegación Pospanamax propuesto para el Canal de Panamá. Marzo 2006 (Traducción al español).

Requerimientos de Equipo para Dragado, y Perforación y Voladuras en Meses-Draga

Dependiendo del volumen de dragado, y de perforación y voladura al igual que del desempeño del equipo en cuanto a productividad, se requeriría el siguiente número de dragas, perforadoras

flotantes y perforadoras terrestres para realizar las mejoras a los cauces de navegación existentes en el Canal, y la construcción de los cauces de acceso de las nuevas esclusas.

TABLA 2.15: ESTIMADO DE DRAGA-MES PARA REALIZAR LOS TRABAJOS EN EL CAUCE DE NAVEGACIÓN POST-PANAMAX.

NÚMERO DE EQUIPOS REQUERIDOS PARA TRABAJAR EN LOS CAUCES POST-PANAMAX		
Tipo de equipo	Escenario a 9.14 m PLD	
	Draga-mes o perforadora-mes	No. de dragas o perforadoras requerido
Draga tolva mediana (5-10k m ³)	18.1	1
Draga de corte succión (cortadora de 1a 2k kw)	56.7	1
Draga cortadora de roca (cortadora de 2 a 3k kw)	121.0	3
Draga terrestre	5.6	1
Draga de cucharón RMC	41.5	1
Draga retroexcavadora para lago y acceso	33.7	1
Draga retroexcavadora para entrada del Pacífico	48.0	1
Perforadoras flotantes	73.9	2
Perforadoras para aguas poco profundas	20.1	1
Perforadoras terrestres	25.1	3 a 4

Fuente: ACP. Análisis Técnico de los Cauces de Navegación Pospanamax propuesto para el Canal de Panamá. Marzo 2006 (Traducción al español).

Los recursos de la ACP incluyen a la draga de cucharón RMC, una nueva draga de corte succión disponible en el 2008, la barcaza de perforación Thor, la barcaza de perforación Barú-disponible en el 2005, perforadoras terrestres, y equipo de apoyo que incluye la draga de corte succión Mindi.

Los contratistas externos proporcionarían servicios de excavación seca, y probablemente algunos servicios de perforación y voladura terrestres, dragas tolva, excavadoras hidráulicas terrestres, dragas retroexcavadoras hidráulicas y dragas de corte succión.

2.4.6 Planificación de la Ejecución de los Trabajos en el Cauce de Navegación Post-Panamax

Se desarrolló un diagrama de Gantt para planificar el programa de ejecución de los trabajos en el cauce Post-Panamax. Se supuso que el equipo que estaría disponibles para realizar los trabajos en el cauce bajo el escenario a 9.14 m PLD consistiría de: una draga tolva, tres dragas de corte succión, la draga de corte succión MINDI, la draga de cucharón RMC, dos dragas retroexcavadoras hidráulicas, las perforadoras flotantes THOR y BARÚ, equipo terrestre de perforación y voladura, y equipo convencional de excavación.

El diagrama de Gantt supone la contratación de servicios externos para los trabajos de excavación y 50% del dragado, específicamente de dos dragas cortadoras de roca, una draga tolva y dos

dragas retroexcavadoras hidráulicas. La ACP alquilaría una de estas dragas retroexcavadoras, la cual sería operada por su personal.

Se presume que la nueva draga de corte succión de la ACP estaría disponible para junio del 2009.

Como se explicó previamente, toda la productividad del equipo incluye el mantenimiento preventivo, reparaciones de emergencia, dragado de mantenimiento y relevo de cuadrillas. Sin embargo, para compensar por la amplitud del tiempo de reacondicionamiento, se presumió que todo el equipo flotante, incluyendo las dragas tolva, las dragas de corte succión, las dragas de cucharón y las perforadoras flotantes permanecerían operativas durante un mínimo de 42 semanas de las 52 que tiene el año.

Entretanto, la disponibilidad completa de la draga retroexcavadora hidráulica se estimó en 48 semanas al año gracias a su naturaleza hidráulica y a sus piezas, que son rápidamente reemplazables. La draga retroexcavadora trabajaría 6 días a la semana al contrario de otros equipos flotantes programados para trabajar 7 días a la semana.

En lo referente al equipo de tierra firme, que incluye las dragas retroexcavadoras terrestres, se presumió que esos equipos trabajarían durante todo el año ya que tienen reemplazos disponibles y su naturaleza no es tan crítica como la del equipo flotante.

2.4.7 Mano de obra para los Trabajos en el Cauce de Navegación Post-Panamax

Se espera que los contratistas externos realicen casi el 50% de los trabajos de dragado para la ampliación del Canal y que requieran del apoyo e inspección de la ACP para realizar estas actividades en aguas del Canal.

A continuación se presenta el apoyo que se espera requerirán los contratistas externos:

- Reubicación de ayudas a la navegación
- Lanchas para transporte del personal de la ACP y el contratista
- Remolcadores de la ACP para apoyar al equipo del contratista externo
- Controladores de tráfico marítimo de la ACP para coordinar la navegación
- Prácticos, coordinadores de proyectos e inspectores de la ACP a bordo de los equipos de los contratistas
- Especialistas en contratos de la ACP y oficiales de contratos para la administración de los mismos
- Servicios de arqueo para auditar el material dragado
- Supervisión de condiciones socio-ambientales
- El estimado de costos del apoyo de la ACP se basó en trabajos realizados con recursos de la ACP en apoyo al programa de profundización de las entradas del Atlántico y Pacífico a 14.2 m MLW, en el 2005 y el 2006.

Para el estimado de la cantidad de mano de obra requerida para los trabajos de excavación y dragado para la expansión del Canal se utilizaron como base la mano de obra a bordo de las dragas y perforadoras flotantes de la ACP y de los contratistas externos, y el número de personas que trabaja actualmente en obras de excavación y dragado en el Corte y el programa de profundización de las entradas del Canal. La Tabla 2.16 muestra el número estimado de trabajadores para cada equipo o actividad³⁰.

TABLA 2.16: NÚMERO APROXIMADO DE PERSONAS TRABAJANDO EN CADA EQUIPO INVOLUCRADO EN EL PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DEL CANAL.

CANTIDAD DE PERSONAS TRABAJANDO DIRECTAMENTE CON EQUIPOS DE DRAGADO Y EXCAVACIÓN PROPUESTOS						
Equipo	A bordo	En tierra	Apoyo	Adm.	Apoyo ACP	TOTAL
Dragas de ACP						
DCS MINDI	92	5	27			124
Perforadora THOR	91		16			107
Perforadora BARÚ	75		8			83
Draga retroexcavadora	14		77			91
Draga RMC	71		77			148
Dragado terrestre		44	4			48
Perforación terrestres		56	5			61
Perforación en aguas poco prof.		29				20
TOTAL						682
Equipo de contratistas						
Excavación seca		50				50
Draga tolva	33		12	9	38	92
Draga de corte succión	44	18	21	14	64	161
Draga retroexcavadora	14		12	9	46	81
TOTAL						384
Apoyo ACP						
Talleres ACP		146				146
División Dragado ACP				67		67
Equipo de admin. de ampliación del Canal				15		15
TOTAL						228

Fuente: ACP. Análisis Técnico de los Cauces de Navegación Pospanamax propuesto para el Canal de Panamá. Marzo 2006 (Traducción al español).

El personal que trabajaría en estas obras de excavación y dragado incluye: capitanes de draga, ayudantes, marinos de cubierta, ingenieros jefe, ingenieros de draga, mecánicos de maquinaria marítima, aceiteros, electricistas, operadores de lancha y marinos, técnicos de hidrografía, cocineros, etc.

Según la planificación de recursos a lo largo del cauce de navegación del Canal reflejada en el diagrama Gantt, la cantidad anual de trabajadores que se requerirían para realizar las mejoras a los cauces y la construcción del nuevo cauce es la siguiente:

³⁰ ACP. Análisis técnico del cauce de navegación de dimensiones Post-Panamax propuesto para el Canal de Panamá.

TABLA 2.17: NÚMERO DE PERSONAS INVOLUCRADO EN TRABAJOS DE EXCAVACIÓN Y DRAGADO POR AÑO

Personal	Año fiscal	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Personal extranjero		0	67	93	237	200	133	165	215
Personal panameño contratado por contratistas de dragado extranjeros		150	180	240	244	86	56	204	130
Personal en dragas de ACP		336	460	521	614	586	355	538	507
Personal de apoyo de ACP		228	292	338	504	440	376	338	228
	TOTAL	714	999	1,192	1,599	1,312	920	1,245	1,080

Fuente: ACP. Análisis Técnico de los Cauces de Navegación Postpanamax propuesto para el Canal de Panamá. Marzo 2006 (Traducción al español)

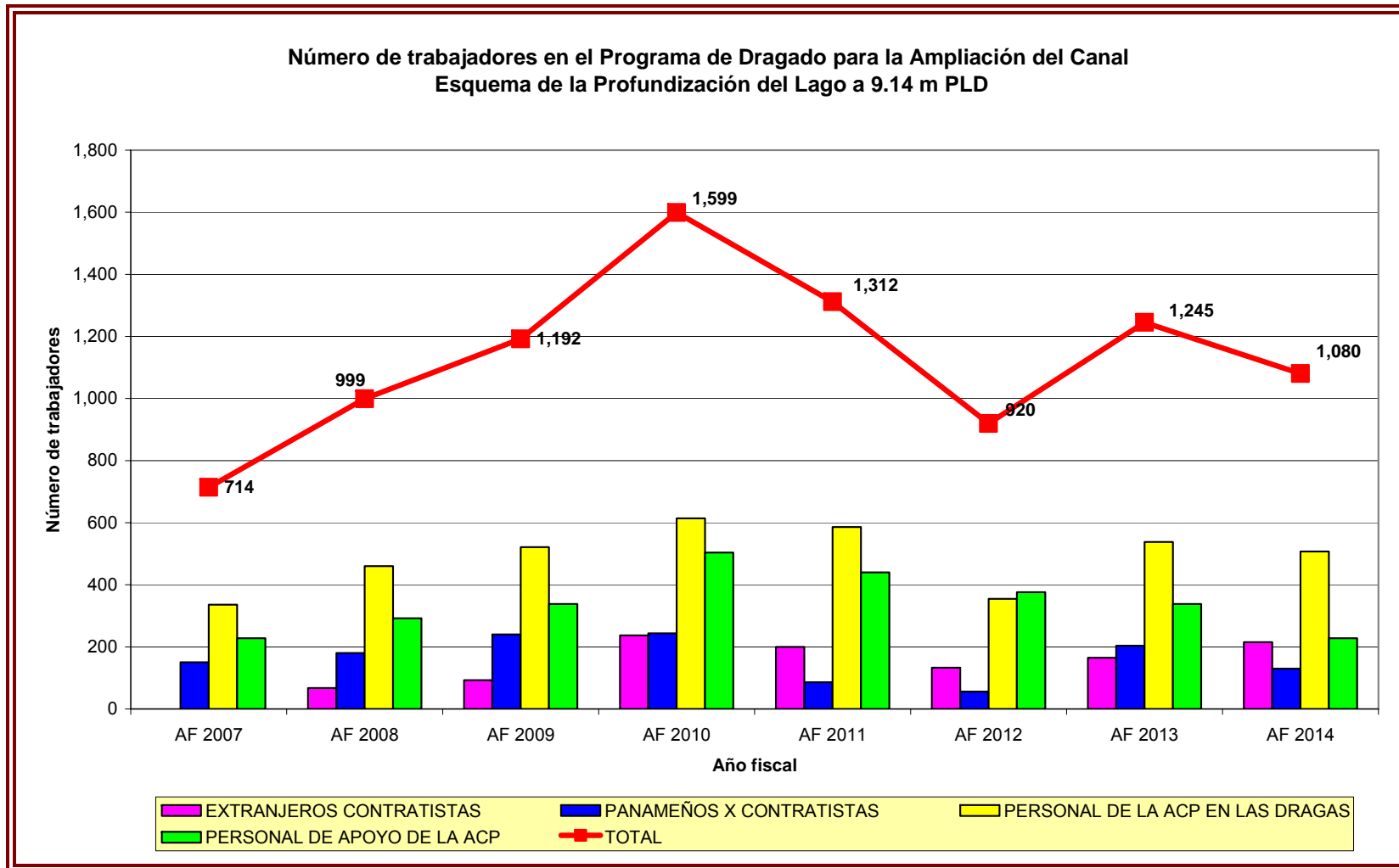
2.4.8 Limitaciones a los trabajos debido a la operación del Canal Existente

Se espera que las operaciones normales del Canal continúen sin que los trabajos de mejoras requeridos para los cauces de navegación Post-Panamax y la construcción de los cauces de aproximación de las nuevas esclusas ocasionen interrupciones.

La construcción de nuevos cauces de aproximación tendrá poco impacto sobre las operaciones actuales del Canal ya que estos cauces no estarán ubicados dentro del área de infraestructura existente del Canal. Debido a que los trabajos de dragado en el Lago tiene un mayor impacto en la navegación de los buques por el Canal y requiere de mayor coordinación con los tránsitos para mantener la vía segura y operativa, la ACP determinó que sería óptimo realizar estos trabajos de dragado en las aguas internas del Canal con recursos internos, ya que poseen la experiencia previa, la efectividad y eficiencia para ejecutar estos trabajos en el tiempo y la calidad necesarios.

El Canal tiene varias limitaciones asociadas con la operación del Canal existente que afectarían los trabajos de dragado, y perforación y voladuras. Estas limitaciones son las siguientes:

- El tráfico de buques por el Canal existente tiene prioridad sobre todas las operaciones de dragado, y perforación y voladuras. Por ende, los trabajos de dragado y perforación serían interrumpidos si afectaran la navegación de los buques.
- Sólo se permitirán detonaciones o voladuras entre las 06:00 y las 18:00 horas, siempre y cuando los buques en tránsito se encuentren a una distancia mínima de 500 m del área de voladura. Esta distancia aumentará a 610 m para los buques que lleven cargas peligrosas.
- Sólo algunas dragas, perforadoras flotantes y ciertos tamaños de barcazas de desecho pueden trabajar de manera eficaz en el Canal. Por ejemplo, las mangas de las dragas y perforadoras flotantes no deben ser tan grandes que puedan arriesgar el tráfico de buques por el Canal, especialmente en las áreas más angostas como el Corte Culebra y algunas otras áreas del Atlántico y Pacífico. Las mangas de las barcazas de desecho no deben ser tan grandes ya que deben trabajar cerca de las dragas de cucharón, y las cortadoras de rocas grandes no trabajarían de manera eficaz en el Corte pues sus anclas se expanden muy lejos para esta área limitada y son muy pesadas para maniobrar.
- Sólo unos pocos equipos de dragado podrían trabajar simultáneamente en el Corte y otras áreas limitadas del Canal.
- Se implementarán medidas de seguridad y coordinación para evitar accidentes e impactos negativos en las operaciones del Canal.



Fuente: ACP. Análisis Técnico de los Cauces de Navegación Pospanamax propuesto para el Canal de Panamá. Marzo 2006 (Traducción al español).

FIGURA 2-18: NÚMERO DE PERSONAS INVOLUCRADO EN TRABAJOS DE EXCAVACIÓN Y DRAGADO POR AÑO.

2.5 Elevación del Nivel Máximo Operativo del lago Gatún

2.5.1 Introducción

El nivel máximo de operación del lago Gatún se elevará en aproximadamente 0.45 m (1.5'), del 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 Gatún y le permitirá al sistema hídrico del Canal suministrar en promedio 165 millones de galones de agua adicionales por día. Este volumen de agua adicional es suficiente para proveer agua para un promedio de aproximadamente 1,100 esclusajes adicionales por año, o el equivalente a aproximadamente el 75% del consumo anual actual de agua de la población que se surte de los lagos Alhajuela y Gatún.

Aunque la elevación del nivel operativo del lago Gatún se encuentra dentro de los límites establecidos por la ACP, existen algunas infraestructuras en áreas aledañas al lago Gatún que tendrían que ser modificadas, reubicadas o adecuadas. Estructuras de la ACP que requerirían modificaciones incluyen las esclusas de Gatún y Pedro Miguel, el vertedero existente en Gatún, presas auxiliares, las instalaciones de la División de Dragado en Gamboa y los muelles a lo largo del Canal. Estructuras de terceros que serán afectadas incluyen el ferrocarril, infraestructuras del Centro Smithsonian en Barro Colorado y del Gamboa Rainforest Resort. Este componente del proyecto también podría afectar unas 9 viviendas que se encuentran en las márgenes del Lago y que están por debajo de los 27.13 m (89') PLD y dentro de terrenos que son propiedad de la ACP³¹.

Tal y como se muestra en la Figura 1-7, en la segunda mitad del periodo de construcción del proyecto, es decir en el año 2011, se iniciará la subida del nivel máximo operativo del lago Gatún. Se estima que todos los trabajos de adecuación de estructuras se efectuarán en aproximadamente cuatro años y que las necesidades de mano de obra serían limitadas probablemente sin exceder unas 200 personas³².

2.5.2 Actividades de Construcción

Los trabajos de adecuación de las infraestructuras afectadas se efectuaran en diferentes puntos del Lago y comprenderán típicas actividades de construcción como:

- Transporte y movilización de los contratistas
- Preparación de sitios e instalación de facilidades temporales
- Actividades de adecuación incluyendo demolición, re-ubicación, construcción, y modificación.
- Desmovilización y restauración de sitios

³¹ ESM-ACP. Inventario de infraestructuras ubicadas en la cota 27.1 metros (89 pies) en el lago Gatún. Marzo 2006

³² ACP (documento interno). Proyecto del Tercer Juego de Esclusas (basado en descripción recibida marzo 2006).

Los contratos principales de trabajos de adecuación de instalaciones de la ACP serían:

- Modificación compuertas del vertedero de Gatún
- Modificación y sello de las compuertas de la esclusa de Gatún
- Adecuación de las presas auxiliares del lago Gatún
- Modificación de las compuertas de las esclusas de Pedro Miguel
- Trabajos de protección de las instalaciones de la División de Dragado en Gamboa
- Posibles trabajos en muelles de la ACP así como en boyas, luces del Corte Culebra y sitios de amarre

Se estima que la modificación de las compuertas de las cámaras superiores en Gatún y Pedro Miguel además de las compuertas del vertedero de Gatún, podrían realizarse en gran medida con personal de la ACP.



Foto: G.Schattaneck 2006

FIGURA 2-19: ESCLUSAS DEL LAGO GATÚN DURANTE MANTENIMIENTO

Los contratos principales de trabajos de adecuación de instalaciones de terceros serían³³:

- Trabajos misceláneos en el ferrocarril (Panama Canal Railway)
- Trabajos en los puentes Monte Lirio y Gamboa
- Tomas de agua del lago Gatún, Monte Esperanza, Paraíso, Gamboa, La Represa, y Laguna Alta y Sabanita
- Otras estructuras como los muelles del Smithsonian en Barro Colorado y facilidades del Gamboa Rainforest Resort.

Estas actividades se llevarán a cabo minimizando posibles interrupciones al tránsito de buques a lo largo del Canal.

2.6 Medidas de Mitigación propuestas para la fase de construcción

2.6.1 Antecedentes

La ACP se compromete en el Plan Maestro³⁴ y en la Propuesta del Proyecto de Ampliación³⁵ a integrar medidas de mitigación como parte del proyecto. Este compromiso se refleja en la inclusión de costos para mitigación ambiental como parte de los costos del Proyecto.

Las medidas de mitigación y el plan de manejo ambiental y seguimiento para el Proyecto de Ampliación del Canal se deben entender y desarrollar dentro del contexto de la estrategia ambiental y social de la ACP. Esta estrategia no sólo provee la dirección general de las acciones de la Autoridad del Canal y, por tanto, de las propuestas de mitigación, manejo y seguimiento para el Proyecto de Ampliación sino que se compone de programas existentes, algunos de los cuales, se podrán aplicar al manejo del Canal una vez ampliado.

En consonancia con su visión y misión corporativa, sus objetivos estratégicos y sus principios guía, la ACP es signataria del Pacto Global de las Naciones Unidas, y es miembro del Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD). Además, la ACP se guía por los Principios de Ecuador en lo referente a los estándares en materia de estudios de impacto ambiental y del monitoreo ambiental responsable de sus proyectos.

Los Principios de Ecuador promueven el desarrollo sostenible y uso responsable de los recursos naturales. En consecuencia, los componentes del proyecto de ampliación, incluyendo las medidas de mitigación y planes de manejo ambiental y social, deben considerarse dentro de este contexto.

El diseño de las medidas de mitigación toma en cuenta la identificación de impactos realizada por la ACP, así como otros estudios realizados por los consultores nacionales e internacionales. Entre

³³ Moffatt and Nichol, Golder Associates, Christensen Association. Flood Mitigation Program for Gatun Lake, 2005.

³⁴ Plan Maestro del Canal de Panamá, Capítulo 8, ACP 24 de abril de 2006.

³⁵ ACP Propuesta de Ampliación del Canal de Panamá. Proyecto del Tercer Juego de Esclusas 25 de abril de 2006.

estos últimos sobresalen las evaluaciones ambientales preparadas por The Louis Berger Group (2004), Moffatt and Nichol et al (2005) y la Universidad de Panamá (2003-2005), en las cuales se incluyeron la preparación de borradores de Planes de Manejo Ambiental (PMA) para cada componente de la construcción de los nuevos alineamientos. El PMA considera las fases de ejecución construcción y operación y mantenimiento de los componentes del proyecto.

Este documento se centra únicamente en las medidas de mitigación y seguimiento para la fase de construcción. Durante la formulación del Estudio de Impacto Ambiental Final, estas medidas se ajustarán o ampliarán según se determine necesario.

Las medidas de mitigación incluyen las acciones para atender los impactos sobre el medio físico, biológico y socioeconómico, planes de contingencias y emergencias de relevancia para la salud humana y el ambiente; seguimiento y monitoreo (aire, ruido, agua, suelos, flora y fauna acuática y terrestre); capacitación de los obreros y la educación de la sociedad en cuanto a la conservación de los recursos naturales y culturales; restauración, conservación y compensación ecológica donde se mencionan las acciones para la recuperación o restauración de las condiciones originales; y plan de Participación Pública. Adicionalmente, incluyen un programa de manejo ambiental y social para el aumento del nivel máximo operativo del lago Gatún con un plan de manejo de las riberas.

Las siguientes medidas también identificadas en los estudios ambientales, forman parte de los programas que la ACP desarrolla actualmente, y se aplicarán para el proyecto de ampliación. Existen procedimientos ya instaurados o aplicados para el transporte de explosivos y combustible, monitoreo de la calidad de agua, establecimiento de una línea base para calidad de aire y ruido. Dentro del diseño del proyecto se incluyen medidas de restauración de drenajes, remoción y restauración de los sitios de trabajo, seguros e indemnización y manejo de relaciones con las comunidades.

2.6.2 Medidas de Mitigación propuestas para la fase de Construcción

Con el objetivo de disminuir los impactos ambientales negativos identificados en los estudios, la ACP ha considerado una serie de medidas de mitigación que permitirán reducir estos impactos contribuyendo a la viabilidad ambiental del proyecto.

El diseño de las medidas de mitigación toma en cuenta la identificación de impactos realizada por la ACP, así como otros estudios realizados por los consultores nacionales e internacionales. Entre estos últimos sobresalen las evaluaciones ambientales preparadas por The Louis Berger Group (2004), Moffatt and Nichol et al (2005) y la Universidad de Panamá (2003-2005), en las cuales se incluyeron la preparación de borradores de Planes de Manejo Ambiental (PMA) para cada componente de la construcción de los nuevos alineamientos. El PMA considera las fases de ejecución (construcción) y operación y mantenimiento de los componentes del proyecto.

Durante la fase de construcción del proyecto de ampliación, deberá cumplirse con las reglas nacionales pertinentes así como con los estándares ambientales de la ACP. Los estándares ambientales más relevantes de la ACP son los siguientes:

- Estándar 3.2.1 Sistemas de tratamiento y recuperación de sentina y aceite usado procedente de embarcaciones.

- Estándar 3.6.1 Manejo de tanques de 55 galones y otros recipientes metálicos.
- Estándar 4.2.2 Recuperación y manejo de desperdicios metálicos.
- Estándar 4.2.3 Recuperación y manejo de aceite usado.
- Manual para Manejo de Materiales y Desechos.
- Reducción de Contaminación Ambiental por Ruido.
- Norma Ambiental de Protección de la Biodiversidad y Recursos Culturales.
- Norma de calidad de aire ambiente.

Como parte del proceso del plan de manejo ambiental de la ACP, se van a considerar durante las fases de diseño los elementos de mitigación y un sistema documentado de control y seguimiento de implementación de las dichas medidas.

A continuación se identifican y describen las medidas de mitigación, manejo y programas de seguimiento propuestas para el proyecto de ampliación durante la etapa de construcción.

Construcción del Canal de Acceso al Océano Pacífico y de las esclusas del Pacífico

Los programas y medidas descritos a continuación se refieren a la construcción de las esclusas del Pacífico con nueva tinas de reutilización de agua así como la excavación del canal de acceso de 8 kilómetros.

De acuerdo con la información incluida dentro de la Propuesta del Proyecto³⁶, el estimado de costos del proyecto del Tercer Juego de Esclusas incluye los recursos apropiados para la reforestación, limpieza y restauración de sitios de depósito de material de excavación y de áreas de trabajo; el manejo y seguimiento socio ambiental, manejo de desechos, control de escorrentías, prevención, rescate y reubicación de vida silvestre, compensación ecológica, seguimiento a la calidad de agua y aire, control de erosión, protección y rescate de hallazgos arqueológicos, culturales o de interés científico (si se encuentran), y para el reemplazo de infraestructura y tratamiento de aguas servidas, entre las acciones de prevención y mitigación más relevantes.

Implementación del plan de manejo ambiental

Las recomendaciones de los planes de manejo ambiental se aplican generalmente a buenas prácticas de operación (por ejemplo, recolección de los desechos, evitar que los hidrocarburos se viertan en el suelo, rociar con agua áreas de trabajo para evitar polvaredas, mantener equipo en buen estado), las cuales se incorporan a las actividades de los contratistas. A través del Plan de Manejo se verificará el cumplimiento de las medidas de mitigación, se establecerán acciones correctivas y se documentará el cumplimiento de las mismas.

Reemplazo, modificación o alteración de la infraestructura

Se refiere a aquellas infraestructuras existentes en el área que como consecuencia de las actividades de construcción deban ser modificadas, alteradas o removidas. Para el canal de

³⁶ ACP Propuesta de Ampliación del Canal de Panamá. Proyecto del Tercer Juego de Esclusas 25 de abril de 2006.

acceso se consideraron principalmente las torres de transmisión eléctrica propiedad de ETESA, Empresa Estatal de Transmisión Eléctrica. Cubre también otras posibles eventualidades no identificadas a la fecha como podría ser adecuación de vías de acceso en caso de que se produzca congestión de tráfico. Las principales obras para la construcción de las esclusas se refieren a la reubicación de tres tuberías de agua. En este caso se hace una provisión en caso de que se deba reubicar el Centro de Convivencias Virgen del Pilar en Cocolí que cuenta con 5 casas y centro de reuniones. Su reubicación aún no se ha definido y dependerá si el sitio se requiera como área de contratistas.

Sitios de depósito de material de excavación (Sitio T6)

El sitio de depósito de material de excavación denominado T6 requiere de la limpieza parcial (120 has), ya que fue utilizado como sitio de prácticas de artillería por el Departamento de Defensa de Estados Unidos y contiene municiones no detonadas (MND). El sitio fue seleccionado por su cercanía a las obras (tanto el canal de acceso como las esclusas) y por encontrarse principalmente deforestado³⁷.

Restauración y reforestación de áreas de construcción, plantas de trituración y sitios de préstamo

Las actividades relacionadas a la construcción del canal de acceso y de la esclusa del Pacífico afectarán áreas circundantes como son los patios para la ubicación del equipo pesado, talleres, plantas de trituración de material agregado y sitios de préstamo. Una vez finalizada la obra, estas áreas se deben limpiar, restaurar.

Programa de control de erosión

Para prevenir la posible erosión en áreas de trabajo se contempló un programa de control con base en el número de hectáreas del área de trabajo y a los costos de prevención. Incluirían el uso de mallas de tejido vegetal o hidro siembra para cubrir el suelo. Con estas medidas también se contribuye a dar mayor estabilidad a los taludes.

Planta de tratamiento de aguas servidas

La construcción de la esclusa del Pacífico incluye la provisión de una planta de tratamiento de aguas servidas que estará en operación para uso del personal de ACP y contratistas para asegurar las descargas de aguas con el debido tratamiento durante el periodo de construcción. Se estima que esta planta se utilizará también para la construcción del canal de acceso. A través de la planta de tratamiento se asegura que los efluentes provenientes de las instalaciones de los contratistas y de la ACP no contengan elementos que alteren la calidad del agua más allá de los límites recomendados.

Programa de rescate de vida silvestre

Para el rescate de vida silvestre se tomaron varias consideraciones, entre ellas, que la mayor parte de los individuos de las especies que habitan el área se moverán una vez se empiecen a realizar los primeros trabajos en el área. Sólo cierto número de individuos tendrán que ser rescatados y reubicados en otras áreas

³⁷ Moffatt and Nichol, Golder Associates, Louis Berger Group Pacific Side Excavation & Dredging Material Disposal Sites Alternatives Evaluation, 2004

Entre los objetivos contemplados en el Programa de Salvamento se encuentra transplantar elementos de especies de flora de interés especial y capturar la mayor cantidad de ejemplares de la fauna de vertebrados que pudieran ser eliminados, perturbados, o perder su hábitat durante la etapa de construcción y trasladar los especímenes capturados a sitios adecuados que aseguren su supervivencia. El objetivo de El Programa de Salvamento se deberá realizar antes del inicio de la etapa de desmonte y remoción, para así asegurar la captura de la mayor cantidad de ejemplares posible. Los grupos de vertebrados a ser rescatados incluirán: mamíferos, ciertas aves y los nidos con huevos, reptiles y anfibios³⁸.

Construcción de las esclusas del Atlántico

Los programas y medidas descritos a continuación se refieren a la construcción de las esclusas del Atlántico, equipadas con nueve tinas de reutilización de agua y las tareas de adecuación del área.

Implementación del plan de manejo ambiental

Al igual que en los trabajos en las esclusas del Pacífico, los costos incluyen inspecciones, ajustes y correcciones que deban realizarse al Plan de Manejo que se definiría como parte del estudio final de impacto ambiental.

Reemplazo, modificación o alteración de la infraestructura

Es posible que algunas áreas en el Residencial José Dominador Bazán se requieran, por lo que se requiere su posible traspaso o en el caso de infraestructuras, su reemplazo.

Planta de tratamiento de aguas servidas

Durante la construcción de la obra, se construirá una planta de tratamiento de aguas servidas la cual podría estar en operación para uso del personal de ACP y contratistas.

Restauración de áreas de construcción

Las actividades relacionadas a la construcción del canal de acceso afectan áreas circundantes como son los patios para la ubicación del equipo pesado, talleres. Una vez finalizada la obra estas áreas se deben limpiar y restaurar.

Programa de control de erosión

Para prevenir la posible erosión en áreas de trabajo se contempló un programa de control con base en el número de hectáreas del área de trabajo y a los costos de prevención. Incluirían el uso de mallas de tejido vegetal para cubrir el suelo. Este programa permite también dar mayor estabilidad a los taludes.

Programa de rescate de vida silvestre

Las actividades son las mismas que las propuestas para la construcción del canal de acceso al Océano Pacífico.

³⁸ The Louis de Berger Group, Informe Final de Evaluación Ambiental de Opciones para la construcción de nuevas esclusas y profundización de las entradas Pacífico y Atlántico del Canal de Panamá, 2004.

Actividades de dragado

Las medidas de mitigación para minimizar los impactos del dragado durante el programa de la ampliación comprenderán las siguientes etapas críticas:

- Identificar las necesidades ambientales relacionadas con la provisión de dragas y maquinaria auxiliar que estén bajo consideración actualmente. El proceso de selección de una flota debe reconocer: a) las necesidades del Programa de la Ampliación; b) la siguiente fase de dragado a largo plazo para mantener las condiciones del canal; y también c) las necesidades para proteger el ambiente acuático del canal durante ambas fases;
- Contratar un experto en el campo de sedimentología acuática, para monitoreo y capacitación necesarios para llevar a cabo un programa adecuado de mitigación;
- La revisión del programa existente de monitoreo de las condiciones dentro del medio acuático y alrededor de actividades de dragado y depósito de materiales, con mediciones de campo para asegurar un monitoreo en tiempo real, y permitir una reacción rápida en caso de encontrar condiciones que no se adecuen con las expectativas del plan de manejo;
- Clasificar todos los sitios de depósito en términos de la probabilidad de que los materiales dispuestos en los sitios van a formar un depósito fijo (no afectado por la erosión).
- Los programas y medidas descritos a continuación se refieren a las actividades necesarias para profundizar el cauce de navegación y ensanchar el Corte Culebra, así como la profundización de las entradas del Canal.

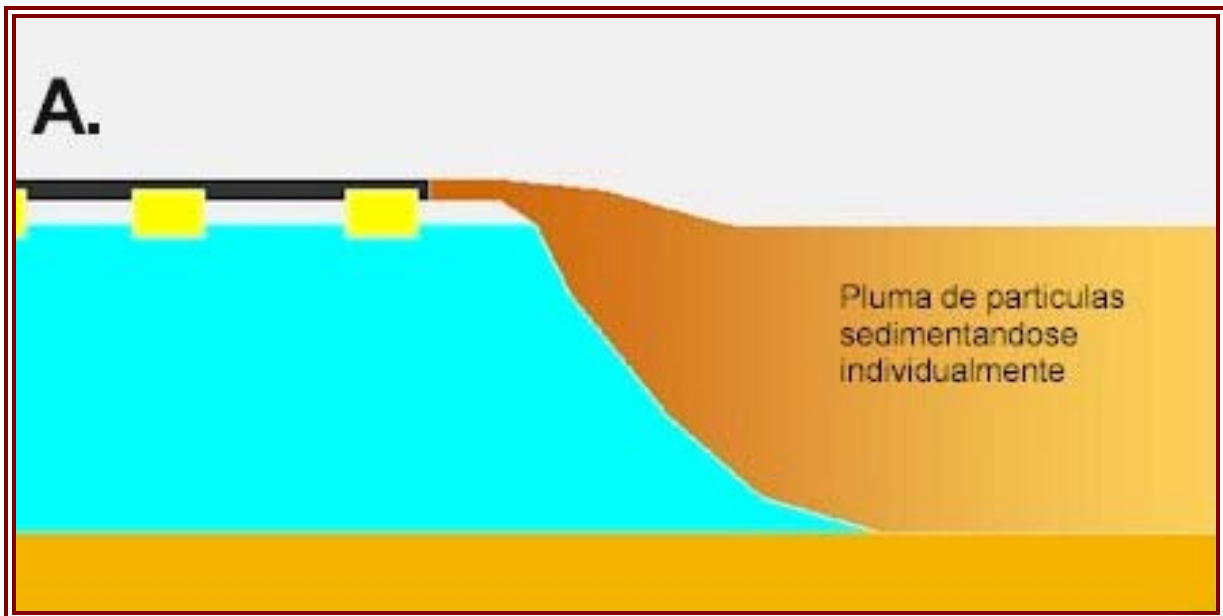
La intensidad de los efectos relacionados con las voladuras, depósito de materiales, sedimentos y rocas y el aumento en la turbidez y sólidos en suspensión puede ser mitigada mediante la utilización de métodos bien factibles y establecidos. La estrategia planteada hasta la fecha incluye:

- Evaluar la posibilidad de utilizar un sistema de alerta sonora cuya intensidad creciente espantaría peces, reptiles y mamíferos fuera de la zona de voladura antes de de iniciarlas.
- Caracterizar los sedimentos que van a ser dragados para conocer su composición residual como resultado de las descargas domésticas e industriales que se han desarrollado a orillas del Canal y sus tributarios.
- Establecer un plan basado en métodos sencillos para minimizar la generación de turbiedad durante las operaciones de dragado.
- De requerirse, seguir un plan de dragar y depositar sedimentos con alta carga orgánica.
- Desarrollar un plan de monitoreo para asegurar conformidad con las normas que funcionarán como una fuente de información y educación sobre la relación sedimentos-biota.

Prevención de la extensión de la turbidez durante el depósito de material.

Para minimizar la turbiedad durante dragado, el objetivo es lograr un flujo de densidad (un chorro) para que la mezcla de sedimentos y agua turbia descienda rápidamente por la columna de agua hasta el lecho béntico. Este tipo de flujo está manejado por el exceso de densidad de la

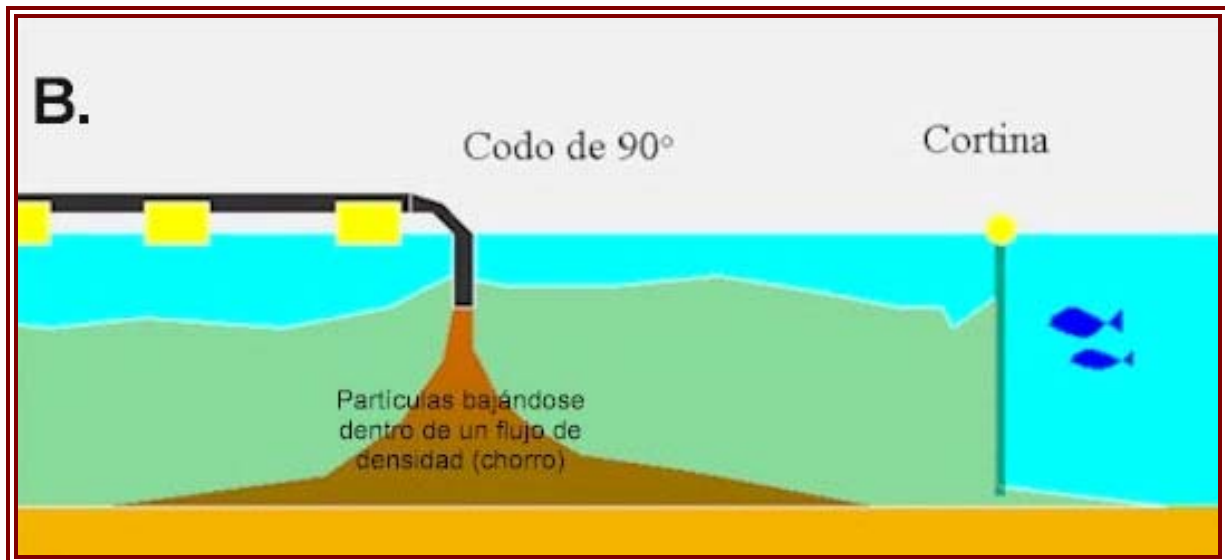
mezcla comparado con la densidad del agua alrededor. Este chorro puede transportar un gran porcentaje de sedimentos hasta el lecho sin perder grandes cantidades en el agua, y así minimizar la generación de turbiedad (Figura 2-20B). Esta situación produce una pluma mucha más pequeña y de vida más corta que una descarga desde un tubo situado por encima del agua³⁹ (Figura 2-20A).



Fuente: ACP-PB Consult –Informe de Viabilidad Ambiental- Propuesta de Ampliación del Canal de Panamá, Proyecto del Tercer Juego de Esclusas, agosto 2006

FIGURA 2-20A: MODELOS DE ACUMULACIÓN DE MATERIA DRAGADA – POR SEDIMENTACIÓN DE PARTICULARES INDIVIDUALES

³⁹ Una descarga desde un tubo por encima del agua genera mucha turbulencia y atrapa mucho aire, lo que destruye la integridad del chorro e inicia un proceso de sedimentación de partículas individuales. La velocidad de sedimentación de partículas de arcilla y limo es muy lenta ($\sim 0.1 \text{ mm s}^{-1}$) por lo que la pluma se mantiene por mucho tiempo, y finalmente se aclara por una combinación de procesos de sedimentación y dilución.



Fuente: ACP-PB Consult –Informe de Viabilidad Ambiental- Propuesta de Ampliación del Canal de Panamá, Proyecto del Tercer Juego de Esclusas, agosto 2006

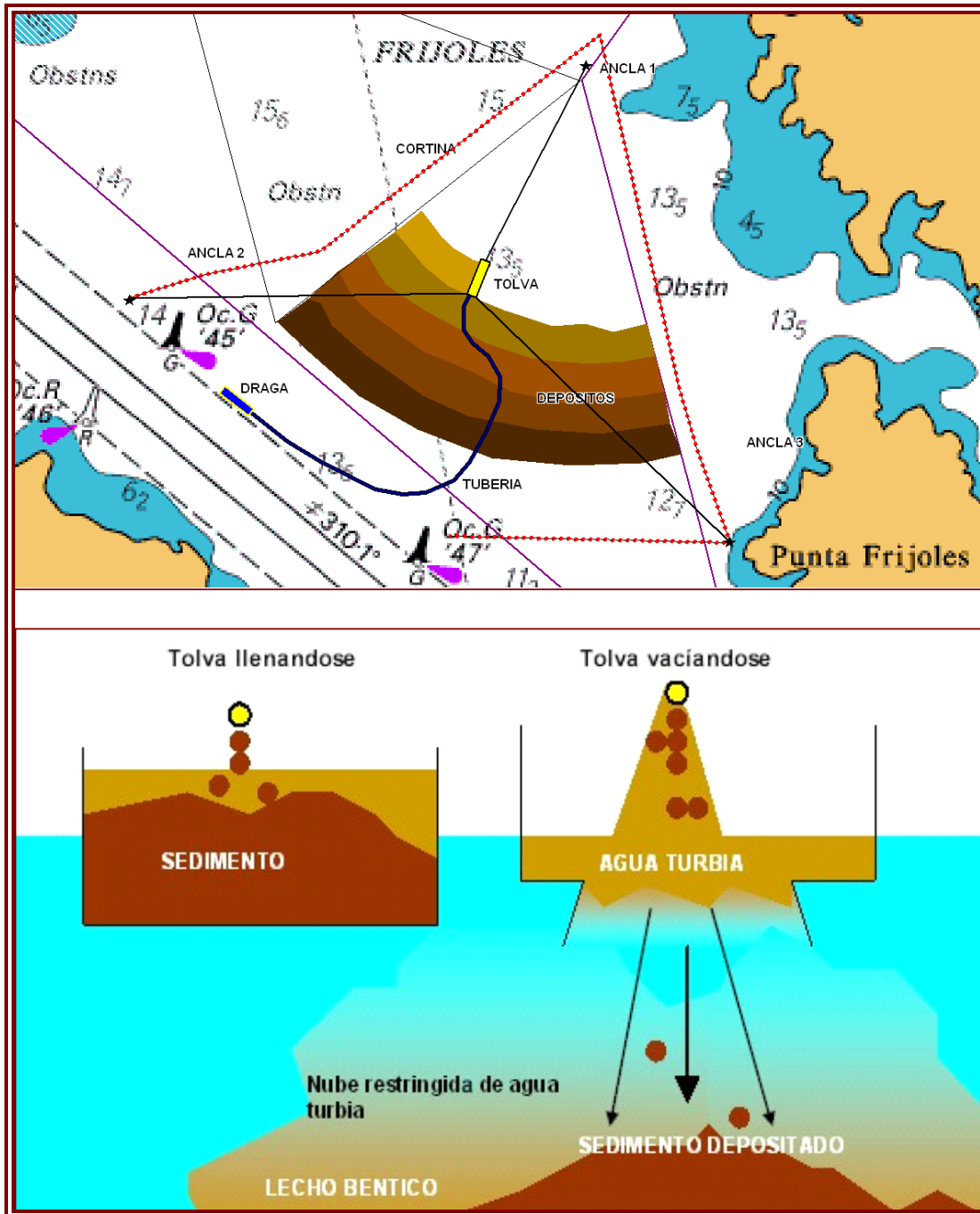
FIGURA 2-20B: MODELOS DE ACUMULACIÓN DE MATERIA DRAGADA – POR CHORRO

El empleo de una tolva con puertas de fondo asegura la formación de un chorro en el momento de la deposición. El uso de una tubería en conjunto con una draga de corte-succión, se puede utilizar con un codo que pone la apertura de descarga sumergida en el agua y favorece la persistencia del chorro. La tubería también puede descargar dentro de una tolva para reconstituir el depósito y regularmente abrir las puertas de la tolva para enviar los sedimentos hasta el fondo en una serie de chorros (Figura 2-21).

Otro método para contener zonas de aguas turbias es el uso de cortinas que se mantienen flotando entre la superficie y el fondo (Figura 2-21). Quizás no sería factible emplear cortinas en la entrada Pacífica, donde se encuentran corrientes con una velocidad de hasta ~0.3m/s.

En el caso de depositar sedimento dragado en sitios terrestres usando una draga de corte-succión, se necesita desarrollar e implementar un plan de construcción y manejo de un estanque de sedimentación. Este estanque asegurará un nivel de turbidez en las aguas desbordadas conforme al régimen de sólidos suspendidos en las aguas naturales de la localidad.

Finalmente, para sedimentos con materia orgánica y bacterias se podría considerar dragarlos con una draga de succión sin permitir, en casos críticos, el desbordamiento de aguas desde la tolva. Estos sedimentos necesitan ser depositados en lugares profundos para evitar la recirculación de los contaminantes y situados lejos de áreas sensibles desde un punto de vista ambiental. En el lago Gatún y en la costa Pacífica talvez existen lugares con una profundidad adecuada (aunque existe la necesidad de verificarlo).



Fuente: ACP-PB Consult -Informe de Viabilidad Ambiental- Propuesta de Ampliación del Canal de Panamá, Proyecto del Tercer Juego de Esclusas, agosto 2006

FIGURA 2-21: ESQUEMA DE DESCARGA CON TOLVA CONTROLADA

El uso de una tolva con una tubería que genera un flujo de depósito según la densidad, con lo que se minimiza la turbidez. Vista desde arriba de un lugar de depósito. Sección vertical de la tolva y la columna de agua.

Elevación del nivel operativo Lago Gatún

Los programas y medidas descritos a continuación se refieren a la elevación del nivel operativo del lago Gatún a 89 pies.

Reemplazo, modificación de infraestructura

Aunque la elevación del nivel operativo del lago Gatún se encuentra dentro de los límites establecidos por la ACP, existen algunas infraestructuras en áreas aledañas al lago Gatún que tendrían que ser modificadas, reubicadas o adecuadas. Estas infraestructuras fueron identificadas y están siendo verificados su nivel de alteración prevista.

Participación Pública

Durante la elevación del nivel operativo del lago Gatún en 45 centímetros, será necesario mantener a la comunidad y al público informado sobre el desenvolvimiento del proyecto en relación a los aspectos ambientales. Para ello se necesitarán reuniones públicas y divulgación de resultados de estudios de monitoreo, en seguimiento del estudio de impacto ambiental y los aportes resultantes de la consulta pública correspondiente. Estas reuniones cubren un aproximado de 46 comunidades localizadas en las márgenes del lago Gatún y otras áreas aledañas al proyecto, así como también información al público en general sobre los aspectos ambientales del proyecto.

Medidas de Mitigación y Programas de Seguimiento adicionales para el canal de acceso y las esclusas del Pacífico y Atlántico

Con la finalidad de reducir los impactos ambientales, se incluyen otras medidas de mitigación y programas de seguimiento para el Proyecto de Ampliación, tanto para el canal de acceso, como las esclusas del Pacífico y Atlántico.

Compensación por pérdida de hábitat

En el proyecto se afectarán aproximadamente 500 hectáreas de bosques de las cuales alrededor de 26 son manglares y el resto bosques secundarios. Para estimar el valor de compensación se consideró la Resolución de la Autoridad Nacional del Ambiente, Resolución No. AG-0235-2003 del 12 de Junio de 2003, que establece la tarifa para el pago en concepto de indemnización ecológica para la expedición de los permisos de tala rasa y eliminación de sotobosques o formaciones de gramíneas, que se requiera para la ejecución de obras de desarrollo, infraestructuras y edificaciones. Esta tarifa tasa en 10,000 balboas la hectárea para la afectación de manglares, 5,000 balboas la hectárea de bosque primario y 3,000 balboas la hectárea de bosque secundario de desarrollo intermedio. Los bosques afectados para la ampliación son en su mayoría secundarios de desarrollo intermedio excepto por una cantidad reducida de manglares, como se indica inicialmente.

Otras consideraciones incluyeron el valor en libros asignado por la ACP que en sus estados financieros (Informe Anual de 2000) consideró que el metro cuadrado selvático es de 0.50 balboas o 5,000 balboas la hectárea. Este valor no distingue entre el tipo de bosque sino que asigna un valor único para todos; así como otros estudios realizados por Theodore Panayotou Green Markets (1993) cita el valor presente neto de una hectárea en el Perú en 8,000 a 9,000 balboas y David Pearce, Our Forests, Our Future (1999) estima entre 630 a 4,500 balboas por hectárea de bosque tropical incluyendo la captura de carbono. Para Costa Rica el estudio Valoración Económica – Ecológica de los activos naturales de un ecosistema en sucesión”, 2001.

Realizado por CRESEE para Fundación Geotrópica, Heredia, Costa Rica asigna el total de activo naturales de un ecosistema en sucesión en aproximadamente 2.000 balboas por ha.

Los servicios ambientales prestados por los bosques afectados están relacionados a su función como hábitat de especies. Su aporte para regulación hídrica es muy limitada ya que una cantidad considerable se encuentra fuera de la Cuenca del Canal (100 has en el sector Atlántico) y el resto se encuentra en los bordes del Canal actual, es decir, no están en cuencas altas ni prioritarias (Plan regional para el desarrollo de la Región Interoceánica 1996). Su valor escénico se ve reducido ya que estas áreas están restringidas a la visita del público y sólo en el Atlántico se notaría su eliminación desde una sección de la carretera más cercana. Tampoco cumplen un servicio como área de recolección de productos del bosque (semilla, frutos, hojas, madera) debido a que su acceso es limitado por estar dentro de las áreas de bajo administración de la ACP. Los bosques afectados tampoco se consideran con significado religioso o nacional, ni están dentro de un área de investigación científica o área protegida.

Como opciones para la compensación ecológica se evaluarán alternativas como: restaurar un área degradada dentro del área administrada por la ACP, o canalizar fondos a un área protegida cercana para dotarla de suficientes recursos y garantizar su conservación. Posibles sitios pueden ser el área de manglares a la entrada del canal de navegación en el Pacífico o Atlántico, PN Camino de Cruces, PN San Lorenzo, áreas designadas en los alrededores de Cocolí en el Plan de uso de suelo de la ARI como área silvestre protegida. Este tema será tratado con la Autoridad Nacional del Ambiente durante la elaboración del EIA.

Programas de Arqueología y Paleontología

Dos estudios recientes de arqueología y paleontología han confirmado la presencia de restos en el área del proyecto, los cuales requieren especial atención durante la fase de construcción de las obras. Las recomendaciones de estos estudios se implementarán antes y durante la etapa de construcción de acuerdo con su pertinencia. Ambas tareas se incluirán en el plan de manejo ambiental resultante del estudio de impacto ambiental⁴⁰

El plan de manejo incluirá las acciones necesarias para el establecimiento de un programa de reducción de impacto que especifique los requisitos para monitorear excavaciones y las acciones necesarias para rescatar los restos y fósiles en la eventualidad que se encuentren en las excavaciones; las recomendaciones específicas son⁴¹ :

- Contratar personal calificado (arqueólogo/paleontólogo) para implementar el programa;
- Formar un equipo de monitores para estos fines;
- Reportar directamente al jefe del proyecto;
- Estar presente durante operaciones en áreas consideradas de alto potencial
- Los restos y depósitos de fósiles deberán ser recuperados usando técnicas modernas;

⁴⁰ Consultoría sobre recursos Paleontológicos en sitios de excavación en las áreas de proyectos de modernización y ampliación del Canal, Michael Kirby 2005 y 'Prospección arqueológica en el alineamiento probable de la nueva esclusa en el sector pacífico del canal de Panamá', Dr. John Griggs, Lic. Luis Sánchez y Prof. Carlos Fitzgerald 26 de Enero de 2006

⁴¹ Consultoría sobre recursos Paleontológicos en sitios de excavación en las áreas de proyectos de modernización y ampliación del Canal, Michael Kirby 2005 p52

- Se medirán secciones estratigráficas donde sea apropiado;
- Todos los hallazgos deberán ser identificados, preservados y preparados para su almacenamiento en una institución depositaria permanente; y
- Elaborar un informe final que documente las actividades de monitoreo y rescate así como la importancia de los especímenes fósiles encontrados.

Monitoreo de calidad de agua y aire

Los programas de monitoreo para calidad de agua y aire permitirán establecer las condiciones actuales existentes en las áreas del proyecto así como dar seguimiento de acuerdo a los parámetros establecidos en el Estudio de Impacto Ambiental.

Participación Pública

Durante la construcción será necesario mantener a la comunidad y al público informado sobre el desenvolvimiento de la obra en relación a los aspectos ambientales. Para ello se necesitarán reuniones públicas, divulgación de resultados de estudios de monitoreo y otras actividades tanto en el sector Atlántico como en el Pacífico, en seguimiento del estudio de impacto ambiental y los aportes resultantes de la consulta pública correspondiente. Estas reuniones cubren las comunidades de Pedro Miguel, Paraíso (en el sector Pacífico) y José D. Bazán (sector Atlántico) y otras áreas aledañas al proyecto así como también información al público en general sobre los aspectos ambientales del proyecto.

Programas de formación del personal de construcción

Se plantea un programa de formación para asegurar que los panameños puedan hacer uso de las ventajas y oportunidades que se les ofrezcan durante el periodo de construcción. Este programa de formación está siendo coordinado y fomentado por ACP⁴² e instituciones públicas y privadas. El calendario de formación para oportunidades de empleo toma lugar 3-4 años antes del pico de construcción, con lo que ese periodo debe ser adecuado para asegurar que las personas adquieren las aptitudes necesarias para llevar a cabo su trabajo.

Maximizar los beneficios de la economía local relacionados con el proceso de construcción

La ACP, además de ser el creador directo e indirecto de oportunidades de empleo durante el periodo de construcción, también tendrá la oportunidad de maximizar los beneficios económicos locales como parte del proceso de construcción a través de la provisión de bienes y servicios para satisfacer las necesidades de la mano de obra de construcción. Ya existe en el canal un grupo de servicios que está bien desarrollado para cumplir las necesidades de la construcción los servicios marítimos; sin embargo, un proyecto de esta envergadura es probable que genere expectativas adicionales sobre este grupo a todos los niveles.⁴³

⁴² INADEH, MEDUCA, la UTP, la Universidad de Panamá (UP), la Cámara Panameña de la Construcción (CAPAC), el Consejo Nacional de la Empresa Privada (CoNEP), el Sindicato de Industriales de Panamá (SIP), la Sociedad Panameña de Ingenieros y Arquitectos (SPIA), la Cámara de Comercio, Industrias y Agricultura de Panamá (CCIAP) y la empresa privada involucrada en proyectos de construcción. 'Estudios de Requisitos Laborales Preliminares ACP Marzo 2006.

⁴³ Ibid p32.

La ACP, junto con empresas locales, podría comenzar un proceso de comunicación, para aumentar la conciencia y diseminación de información para asegurar que las empresas locales sean capaces de participar y beneficiarse del proyecto, y que estén preparados para cumplir las necesidades del proyecto durante el periodo de construcción.

Esta orientación podría beneficiar especialmente a pequeñas/medianas empresas, y mujeres en empresas, por medio de asegurar que estén bien preparados para beneficiarse de cualquier oportunidad que pueda existir en la cadena de distribución del proyecto de construcción mientras continúan el abastecimiento de sus clientes regulares. Esto podría ayudar a respaldar las declaraciones de la ACP sobre que los ‘subempleados y la mujer’⁴⁴ se beneficiarán de las oportunidades del proceso de construcción. Otros grandes proyectos del mundo⁴⁵ han empleado recursos internos de personal para continuar la comunicación y apoyo a pequeños contratistas locales antes y durante el periodo de construcción; esta puede ser una acción que la ACP pudiera implementar y la planificación a implementación de tal iniciativa empezaría antes del EIA final y sería incluida al final de las estrategias de mitigación.

⁴⁴ Propuesta de Proyecto para el Programa de Expansión del Canal abril 2006.

⁴⁵ Ver por ejemplo proyectos de BP en Azerbayán y Chevron Texaco en Angola.

3 EVALUACIÓN DEL SISTEMA CARRETERO EXISTENTE Y VÍAS DE ACCESO

3.1 Objetivo y Enfoque

El objetivo de este capítulo es la evaluación de efectos potenciales en el tránsito de la red de accesos a la zona de construcción, durante la etapa de construcción del Tercer Juego de Esclusas.

Para ello se procedió a la determinación del estado actual de tránsito en las principales carreteras Panamá-Colón. La identificación de las condiciones existentes se basó en visitas de campo a lo largo de la Carretera Transístmica desde Panamá hasta Colón, observaciones de tránsito en los dos puentes principales que cruzan el Canal (Puente de las Américas y Puente Centenario), así como el recorrido de rutas internas a la zona de contratistas del Atlántico y Pacífico y sus conexiones a la red vial nacional en ambos frentes.

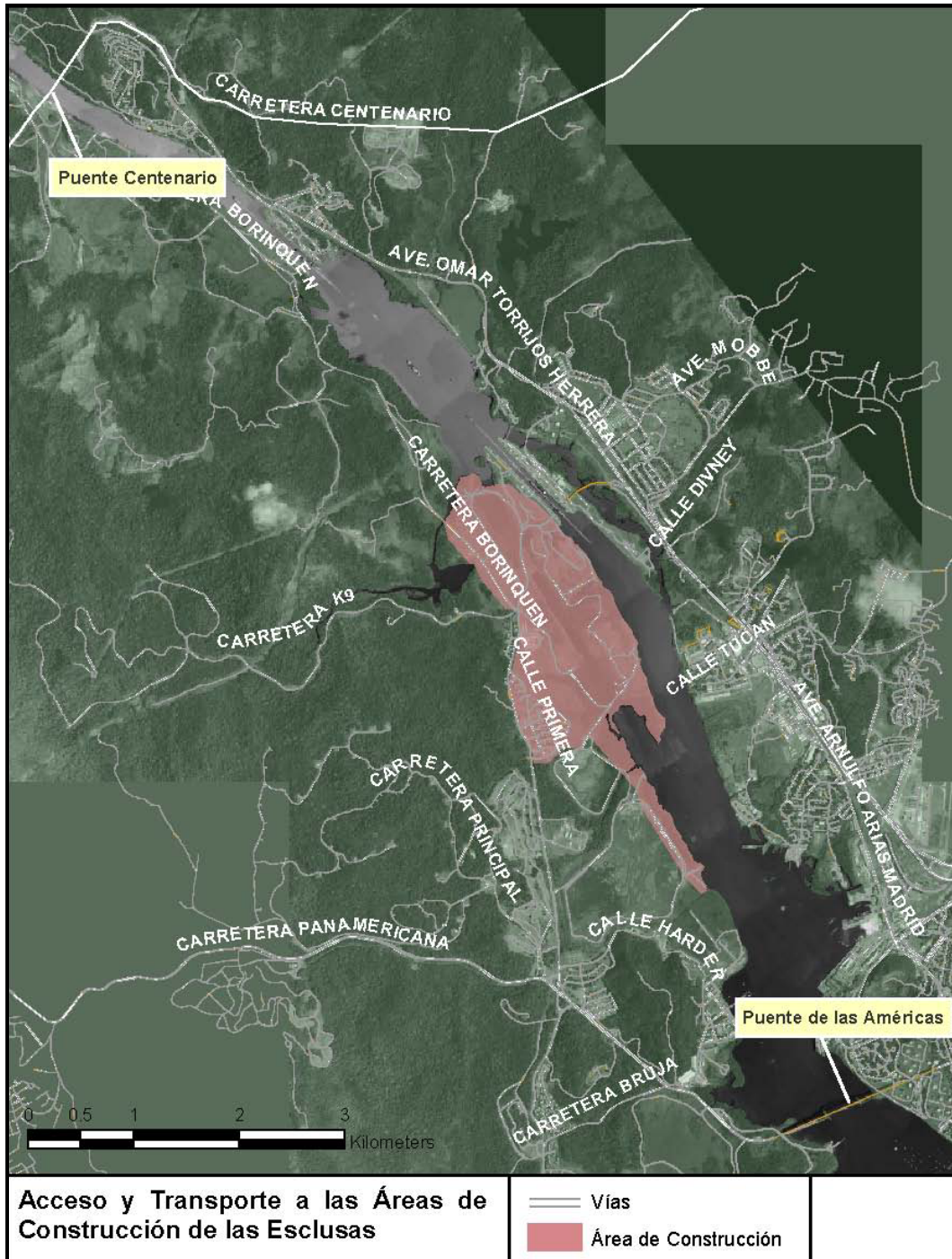
Posteriormente, se solicitaron aforos o conteos volumétricos en sitios claves, los cuales fueron analizados para determinar el volumen diario vehicular y nivel de congestión existentes en las distintas rutas de acceso, así como el perfil diario de demanda para determinar la hora (u horas) de demanda pico.

Finalmente, basado en el cronograma de construcción, en el número anticipado de trabajadores que se necesitarán durante el periodo pico de construcción⁴⁶ del Tercer Juego de Esclusas, así como también en el crecimiento esperado del tránsito para dicho periodo se re-evaluó el sistema existente para determinar la posibilidad de impactos en la red de accesos.

3.2 Descripción de las rutas de acceso dentro del sistema carretero existente

Las figuras 3-1 y 3-2 muestran parte de la red vial existente de la ciudad de Panamá y su conexión con las zonas de construcción en el Atlántico y el Pacífico. Como se observa, la zona de construcción en el frente Pacífico (Figura 3-1) se encuentra al Oeste del Canal actual. La nueva Carretera Centenario y el nuevo Puente Centenario, vía Carretera Borinquen, presentan una excelente ruta de acceso al área de construcción para tránsito generado en la ribera este del Canal, evitando así el Puente de las Américas con su habitual congestión. El tránsito generado en la zona oeste puede utilizar la Carretera Panamericana y luego la carretera Bruja hasta llegar a la misma Carretera Borinquen hacia el Norte para acceder a la zona de trabajos.

⁴⁶ 2009-2010 de acuerdo a la descripción incluida en la Sección 1.4



Fuente: ACP – Departamento de Ingeniería y GIS

FIGURA 3-1: ACCESO Y TRANSPORTE A LAS ÁREAS DE CONSTRUCCIÓN DE LAS ESCLUSAS – ESCLUSAS DEL PACÍFICO

En el frente Atlántico, la zona reservada para construcción se encuentra ubicada al Este del Canal actual, facilitando el acceso a la misma directamente desde la ciudad de Colón, como se muestra en Figura 3-2.

3.3 Utilización y capacidad del sistema carretero existente

Para la determinación de la utilización actual del sistema carretero existente, se realizaron visitas de campo observando la configuración, estado y tránsito existente en la Carretera Transístmica, la Nueva Carretera Centenaria, el Puente Centenario, la Carretera Panamericana y el Puente de las Américas.

Además, se solicitó información a la Autoridad del Tránsito y Transporte Terrestre (ATTT) en forma de aforos o conteos, disponibles en secciones estratégicas para evaluar cuantitativamente las rutas bajo consideración como potenciales accesos a las zonas de construcción. Las secciones siguientes presentan dicha información.

3.3.1 Flujos de tránsito

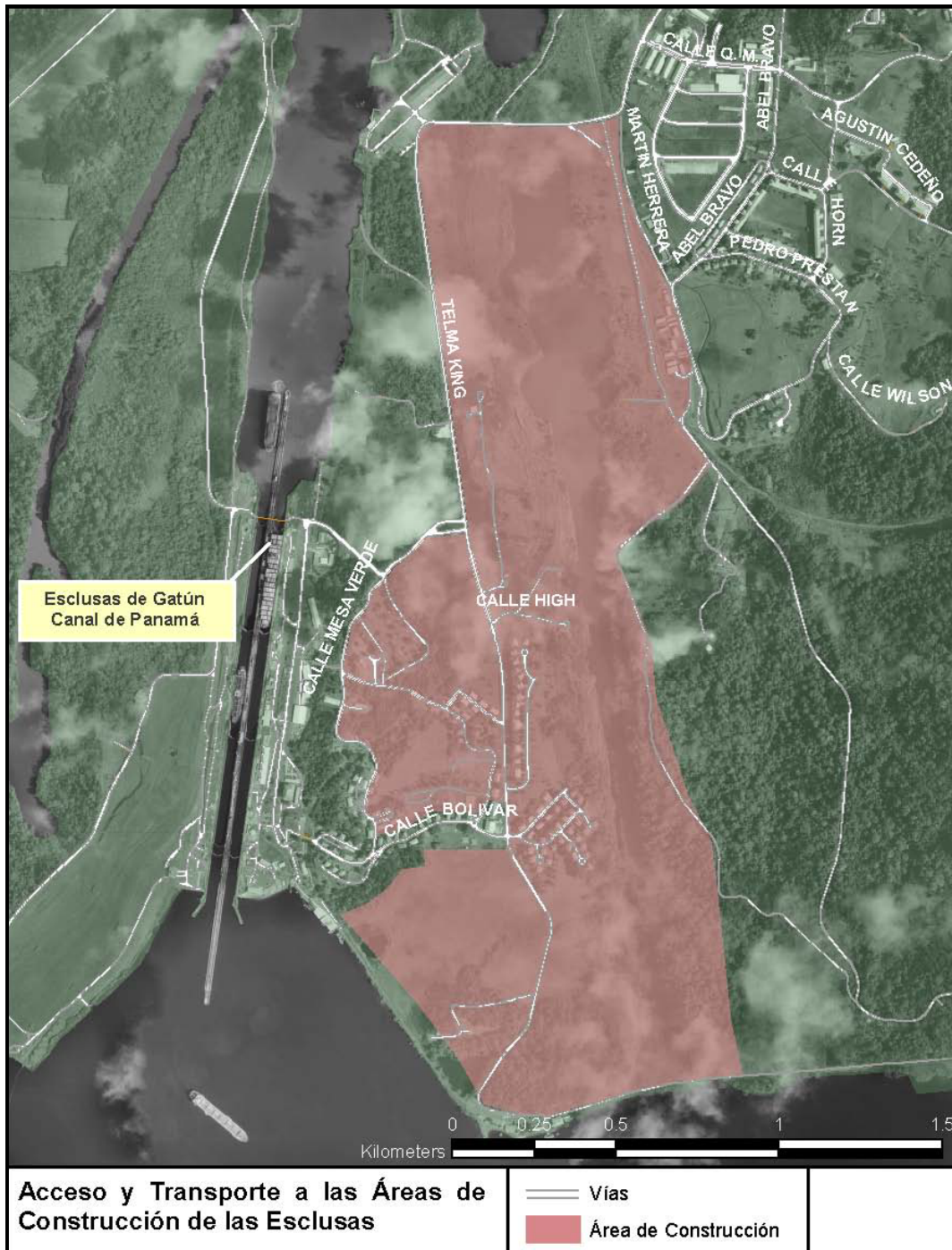
Se utilizaron los aforos de tránsito obtenidos de ATTT en las siguientes secciones:

- Carretera Panamericana entre Arraiján y Panamá (1)
- Carretera Centenario: en dos ubicaciones,
 - Próximo al Estadio Nacional (en el lado Este del Canal) (2)
 - Próximo a Burunga (en el lado Oeste del Canal) (3)
- Carretera Colón – Costa Abajo (después de las Esclusas de Gatún) (4)

La Figura 3-3 muestra gráficamente las ubicaciones aproximadas de los sitios de aforos (1), (2) y (3), de acuerdo al listado anterior. Figura 3-4 muestra la ubicación de sitio de aforo (4).

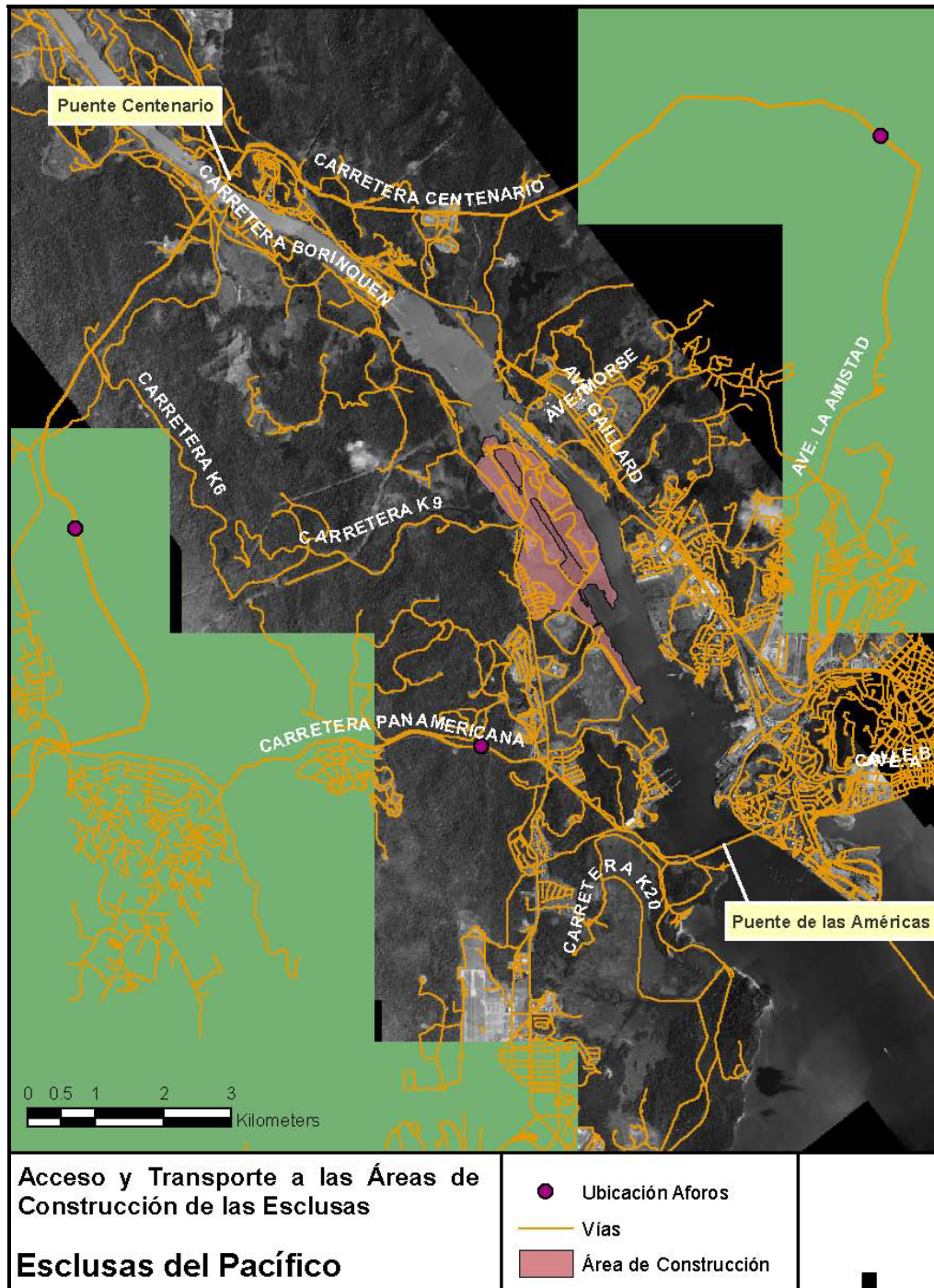
Por otro lado, las figuras siguientes 3-5 a 3-11 muestran gráficamente la distribución de flujos horarios de estas secciones tanto para los días hábiles como para los fines de semana.

La Carretera Panamericana (entre Arraiján y Panamá) tiene un tránsito medio diario aproximado de 40000 vehículos por día (vpd) de flujo bi-direccional. En la Figura 3-5 se pueden observar claramente los picos de flujo horario (vehículos por hora) durante la mañana hacia Panamá y durante la tarde hacia Arraiján. La duración de estos picos es de una hora, lo cual indica que, aunque exista una moderada congestión, la ruta aún tiene capacidad suficiente como para procesar la demanda pico en el término de una hora.



Fuente: ACP – Departamento de Ingeniería y GIS

FIGURA 3-2: ACCESO Y TRANSPORTE A LAS ÁREAS DE CONSTRUCCIÓN DE LAS ESCLUSAS – ESCLUSAS DEL ATLÁNTICO



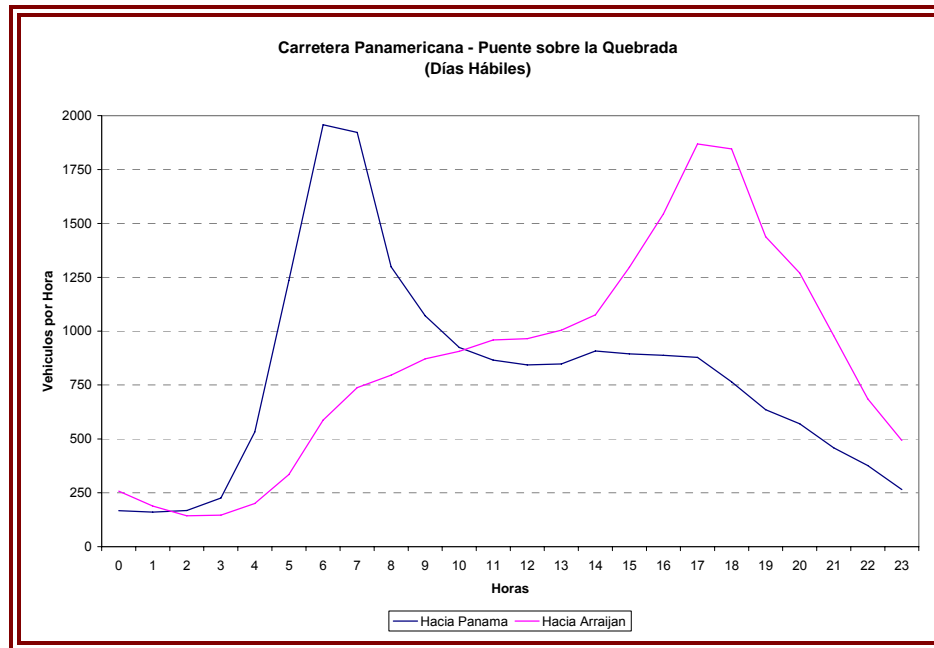
Fuente: ACP – Departamento de Ingeniería y GIS

FIGURA 3-3: ACCESO Y TRANSPORTE A LAS ÁREAS DE CONSTRUCCIÓN DE LAS ESCLUSAS – ESCLUSAS DEL PACÍFICO



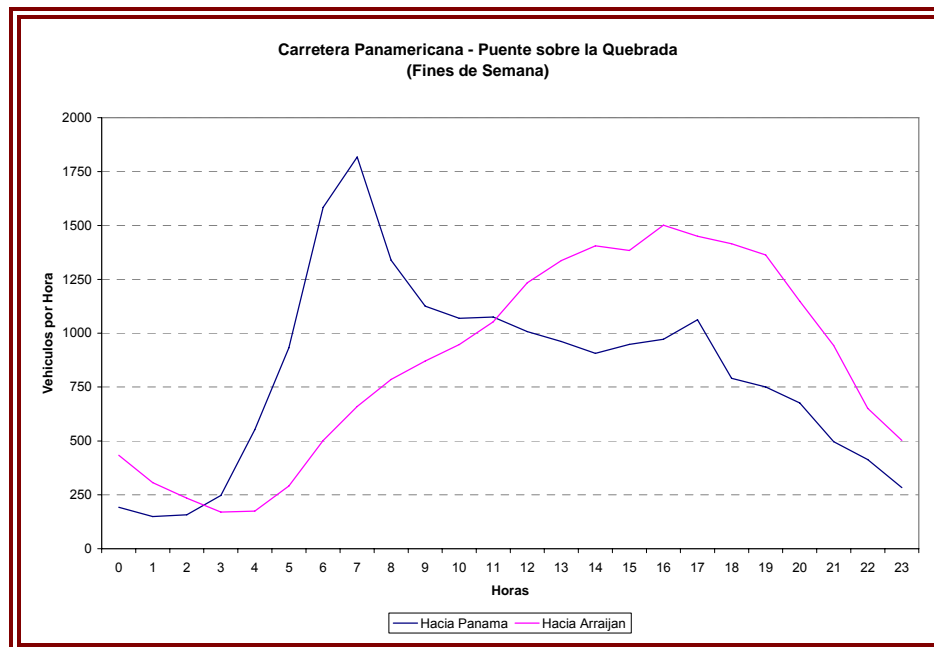
Fuente: ACP – Departamento de Ingeniería y GIS

FIGURA 3-4: ACCESO Y TRANSPORTE A LAS ÁREAS DE CONSTRUCCIÓN DE LAS ESCLUSAS – ESCLUSAS DEL ATLÁNTICO



Fuente: Aforos de Tránsito de la Autoridad del Tránsito y Transporte Terrestre (ATTT)

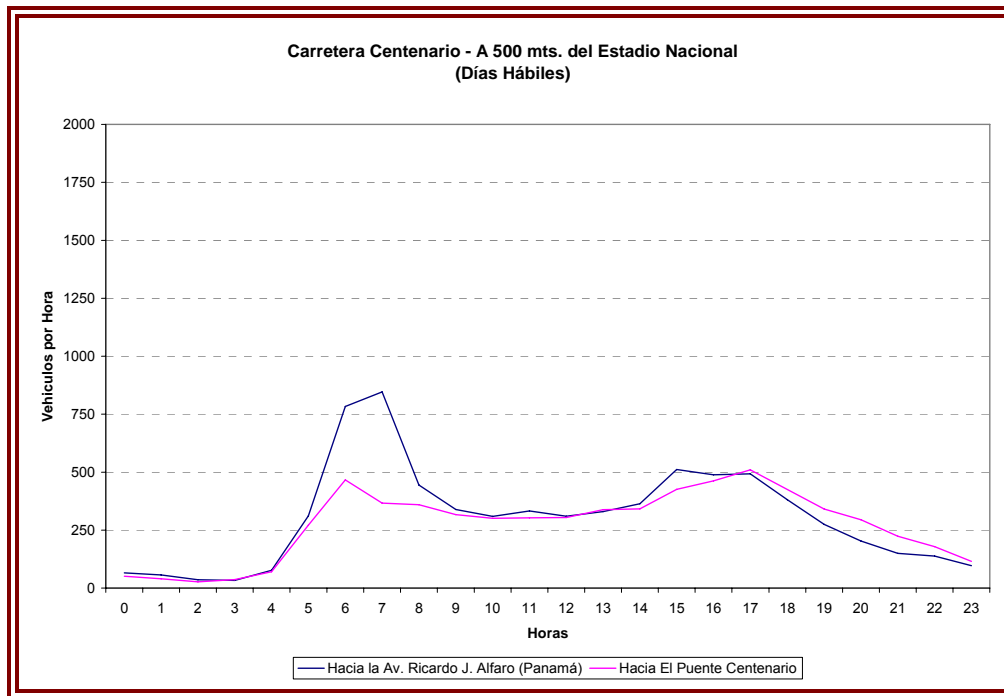
FIGURA 3-5: CARRETERA PANAMERICANA, DÍAS HÁBILES, JUNIO 2006



Fuente: Aforos de Tránsito de la Autoridad del Tránsito y Transporte Terrestre (ATTT)

FIGURA 3-6: CARRETERA PANAMERICANA, FINES DE SEMANA, JUNIO 2006

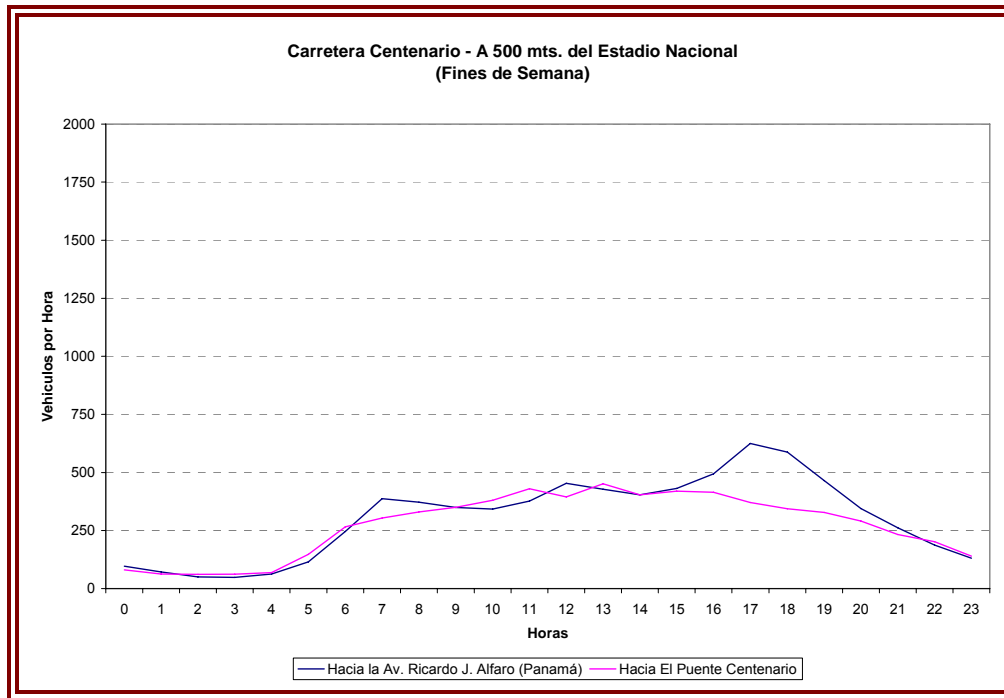
Durante los fines de semana el flujo medio diario bidireccional de la Carretera Panamericana (entre Panamá y Arraiján) es también aproximadamente de 40000 vpd. En este caso, aún cuando la distribución horaria muestra un pico de demanda hacia Panamá durante las horas de la mañana, éste no alcanza a los valores de flujo por hora que se observan durante la semana laboral. Durante las horas de la tarde, si bien se denota un direccionalismo del tránsito saliendo de Panamá y hacia Arraiján, los valores son moderados indicando que no existen problemas de capacidad.



Fuente: Aforos de Tránsito de la Autoridad del Tránsito y Transporte Terrestre (ATTT)

FIGURA 3-7: CARRETERA CENTENARIO – LADO ESTE DEL CANAL - DÍAS HÁBILES, JUNIO 2006

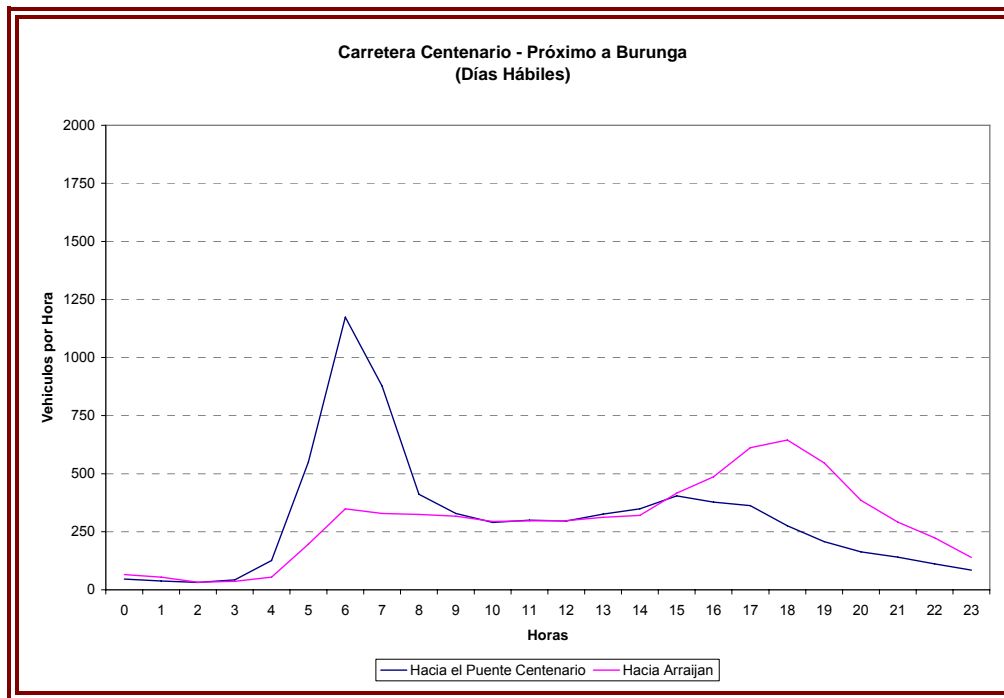
La carretera Centenario muestra valores de tránsito muy reducidos. El flujo medio diario durante la semana laboral es apenas 14000 vehículos por día. El direccionalismo de los flujos se manifiesta durante las horas de la mañana hacia Panamá, pero no durante la tarde indicando una baja utilización de la capacidad de la misma.



Fuente: Aforos de Tránsito de la Autoridad del Tránsito y Transporte Terrestre (ATTT)

FIGURA 3-8: CARRETERA CENTENARIO – LADO ESTE DEL CANAL - FINES DE SEMANA, JUNIO 2006

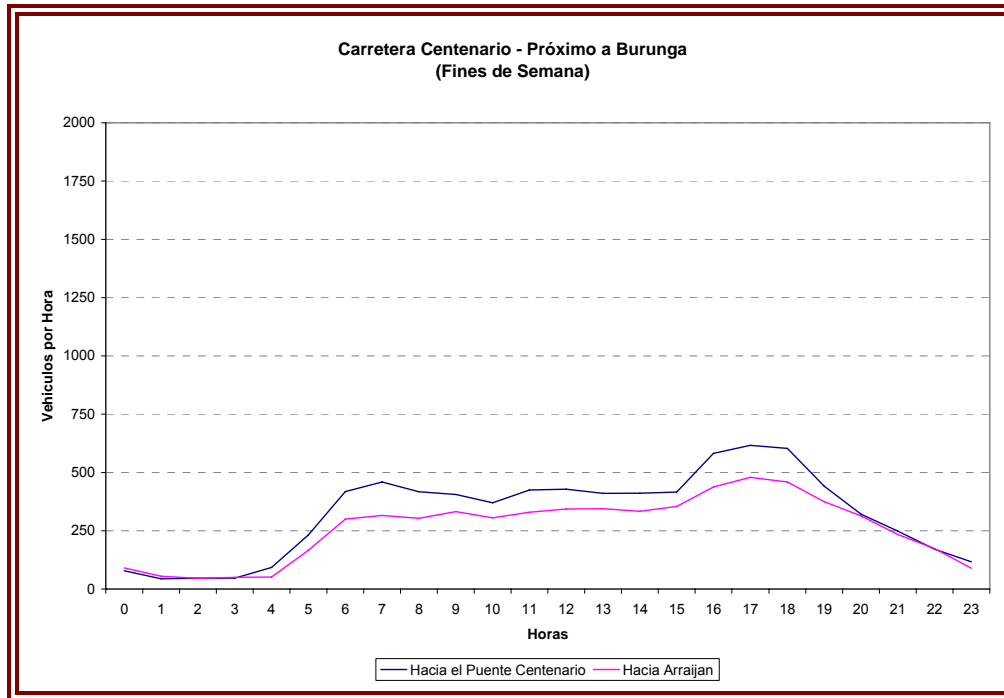
Durante los fines de semana, la carretera Centenario muestra valores de tránsito aún más reducidos que durante la semana laboral apenas alcanzando los 14000 vpd. El direccionalismo es prácticamente inexistente.



Fuente: Aforos de Tránsito de la Autoridad del Tránsito y Transporte Terrestre (ATTT)

FIGURA 3-9 CARRETERA CENTENARIO – LADO OESTE DEL CANAL - DÍAS HÁBILES, JUNIO 2006

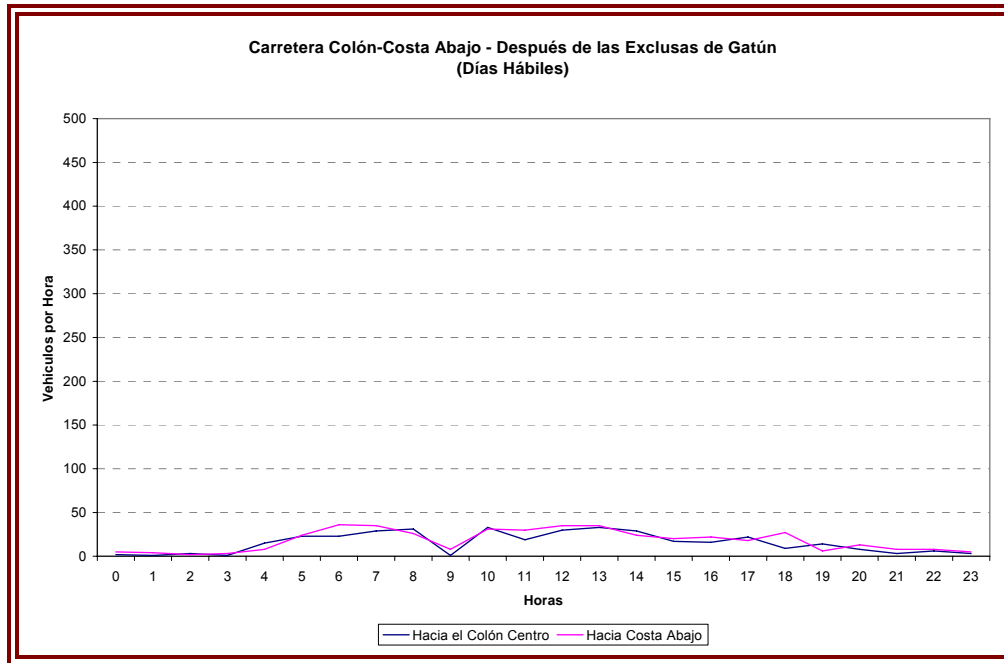
Durante los días laborables y del lado Oeste del Canal, la Carretera Centenario presenta flujos diarios del mismo tenor (alrededor de 14000 vpd), aunque para algunas horas –temprano en la mañana—los flujos horarios son un poco más elevados y el direccionalismo un tanto más significativo que en el lado Este del Canal.



Fuente: Aforos de Tránsito de la Autoridad del Tránsito y Transporte Terrestre (ATTT)

FIGURA 3-10: CARRETERA CENTENARIO – LADO OESTE DEL CANAL – FINES DE SEMANA, JUNIO 2006

En los fines de semana y en las cercanías a Burunga (lado Oeste del Canal), la carretera Centenario también presenta flujos diarios de alrededor de 14000 vpd. El direccionalismo es prácticamente inexistente, aunque sí se observa un mayor flujo hacia Panamá durante todo el día que hacia Arraiján, lo que estaría indicando que durante los fines de semana la carretera y el Puente Centenario son usados con dirección preferencial hacia el Este.



Fuente: Aforos de Tránsito de la Autoridad del Tránsito y Transporte Terrestre (ATTT)

FIGURA 3-11: CARRETERA COLÓN-COSTA ABAJO – DÍAS HÁBILES, JUNIO 2006

Por último, los aforos proporcionados para el cruce del Canal en la costa Atlántica muestran un tránsito medio diario extremadamente reducido (alrededor de 400 vehículos por día). La razón se debe a que este cruce se realiza por encima de las Esclusas de Gatún las que, debido al tránsito del Canal mismo, están prácticamente en utilización todo el día, es decir que el cruce sólo es permitido en contadas ocasiones. Esto es observable en la Figura 3-11 donde ambas direcciones presentan prácticamente la misma distribución horaria, indicando la habilitación del cruce en intervalos discretos

3.3.2 Análisis de capacidad del sistema

En la costa Atlántica desde Colón hacia el área designada para la construcción sólo existen rutas de dos trochas indivisas. La capacidad de las mismas está determinada por la geometría y el mantenimiento. Durante la visita de campo se constató que el estado de ciertos tramos no es el óptimo por lo cual se asumió conservadoramente una capacidad horaria máxima de 800 vehículos por hora por línea. Dada la escasa densidad habitacional de la zona, se asume un coeficiente de hora pico para zonas suburbanas del 10%, con lo cual esta capacidad se traduce en un volumen alrededor de 8000 vehículos por día por dirección. No obstante, los volúmenes circulantes en la zona aledaña al Canal son sustancialmente menores que esa capacidad de acuerdo a los aforos obtenidos, con lo cual se estima que el sistema del frente Atlántico cuenta con capacidad remanente.

La costa Pacífico, por otro lado, presenta características urbanas de mayor densidad poblacional que la Atlántica. De acuerdo a las visitas de campo realizadas y al análisis de los aforos obtenidos se pudo determinar que el sistema actual también cuenta con capacidad suficiente para el tránsito circulante. Para las carreteras Panamericana y Centenario, se asumió conservadoramente una capacidad de 1100 vehículos de pasajeros por hora y por línea con un coeficiente de hora pico estimado a partir de los aforos del orden del 9% en el caso más extremo y por lo tanto más conservador. De esta manera, la capacidad diaria aproximada de ambas carreteras que cuentan con dos carriles por dirección, resultaría en alrededor de 48000 vpd para cada una.

Los volúmenes actuales totales que cruzan el Canal en la zona del Pacífico suman alrededor de 54000 vpd⁴⁷. De manera que el sistema total cuenta con una capacidad remanente –a valores actuales—de más del 60%.

3.4 Capacidad del sistema para absorber los flujos generados por la construcción

De acuerdo a lo expuesto en la Sección 1.4 de este reporte, se estima que en el periodo pico de obra (2009-2010) trabajen directamente más de 6,000 personas en las obras de ampliación, incluyendo artesanos, técnicos, especialistas y profesionales.

3.4.1 Generación de flujos de tránsito durante el año pico de construcción

Para la estimación de los flujos vehiculares para el período 2009-2010⁴⁸ se extrapolaron los volúmenes aforados en 2006 utilizando una tasa anual de crecimiento del 4.5%. Esta tasa –considerada suficientemente conservadora—fue utilizada en los Estudios de Impacto Ambiental de la autopista de acceso al Puente Centenario⁴⁹. Con este crecimiento acumulativo se espera que para dicho período, los flujos diarios en las carreteras Panamericana y Centenario lleguen a 47.000 y 17.000 vehículos por día respectivamente. Basándose en estas proyecciones la sub-utilización actual de la Carretera Centenario continuaría por muchos años, permitiendo suficiente capacidad para absorber flujos de tránsito relacionados con la construcción del proyecto del Tercer Juego de Esclusas. De cualquier manera, el total de tránsito utilizando ambas conexiones a través del Canal sumará aproximadamente entre 64000 y 65000 vehículos por día circulando entre las riberas Este y Oeste del Canal, con lo cual la capacidad del sistema continuará siendo suficiente.

⁴⁷ 14000 vehículos por día en la Carretera Centenario y 40000 vpd en la Carretera Panamericana

⁴⁸ Período estimado como pico en las obras de ampliación del Canal

⁴⁹ Estudio de Impacto Ambiental Categoría III – Autopista de Acceso al Segundo Puente sobre el Canal de Panamá – Sección Este (Tramo IV), Consultores de Ambiente y Tecnología, S.A., Mayo 2003

3.4.2 Efectos del flujo generado en el sistema carretero existente

En la costa Atlántica, la mayor circulación vehicular se presenta entre Colón y la zona de puerto libre y Panamá vía Carretera Transístmica. Esta carretera, con número de carriles variables a lo largo de su tramo⁵⁰ no se espera sea impactada en forma directa por los trabajos de ampliación del Canal, ya que la construcción tendrá dos frentes (Atlántico y Pacífico). De tal forma, se estima que en general, residentes de la zona Atlántica concurrirán a las obras de construcción en ese frente, y que residentes de la zona del Pacífico harán lo propio, con muy escasas excepciones.

Asumiendo que los dos frentes de trabajo ocupen la misma cantidad de obreros, implicaría que 3000 viajes diarios se realizarían desde las zonas residenciales hacia las de trabajo en ambos frentes de construcción (Atlántico y Pacífico). Asumiendo a su vez dos turnos con igual cantidad de obreros en cada uno, resultarían en 1500 viajes por turno por zona de construcción en un día determinado. Por último, asumiendo que dichos viajes se realizarán en micro-buses de capacidad de entre 15 o 20 pasajeros (propuesta más conservadora a la hora de determinar el número de vehículos extras generados por las tareas de construcción) resultaría que, a lo sumo, habría 100 (o menos) vehículos extras en las horas de entrada y salida de cada turno circulando por la red carretera. Como puede observarse, este número es considerablemente reducido en comparación con los actuales niveles de tránsito y con la capacidad remanente de la red vial, por lo cual no se considera que pueda producir impacto notable en la red de accesos a la zona de contratistas.

3.5 Conclusiones y recomendaciones para un programa de manejo de acceso

En función de lo detallado en las secciones anteriores, se deduce que en la medida que el transporte sea provisto para el personal de obra en la forma de mini-buses o buses, no se espera que la construcción de las obras de ampliación del Canal resulte en un impacto negativo para la red existente.

La zona de construcción del Atlántico –localizada del lado Este del Canal—tiene acceso directo desde la Ciudad de Colón (Figura 3-2). Si bien la red de accesos de esta zona es la de menor capacidad absoluta dado que son carreteras de dos vías en no muy buen estado de conservación, los volúmenes de tránsito circulantes por el área son también sustancialmente bajos con lo cual, 100 buses más en la hora pico no se espera que resulte en grave congestión.

La zona de construcción del Pacífico—ubicada del lado Oeste del Canal—tiene como acceso la carretera Borinquen que se conecta directamente con la carretera Centenario (Figura 3-1). La carretera Centenario ha sido recientemente construida y está actualmente sub-utilizada con gran capacidad remanente. Tampoco se espera congestión en los accesos a este otro frente de construcción.

⁵⁰ Hay secciones con dos carriles por dirección, secciones con un solo carril por dirección y otras secciones con carriles de sobrepaso en una sola dirección.

Por otro lado, dadas las características de pico de sólo una hora de duración, en el hipotético caso de observarse algún tipo de problema de tránsito, los contratistas pueden establecer el inicio y cierre de los turnos de trabajo de modo que los mismos queden desfasados de las horas pico.

Finalmente, la construcción de las obras de ampliación del Canal cuenta con la gran ventaja del acceso acuático en ambos frentes, lo cual permitirá el eficiente ingreso y egreso de materiales y equipo pesado. Por una cuestión de seguridad vial más que de operación de tránsito, es recomendable que el traslado de materiales y equipo pesado se realice preferentemente por agua y, en caso de ser indispensable su traslado vía carretera, que el mismo ocurra en horas alejadas de las horas pico y con algún tipo de apoyo que alerte a vehículos y peatones.

4 EVALUACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS

4.1 Objetivo y Enfoque

El objetivo de este capítulo es analizar los efectos que la construcción de la obra pueda tener sobre los niveles de polución atmosférica en las comunidades aledañas. Para evaluar los impactos potenciales de las obras es necesario primero hacer un análisis de las posibles fuentes de polución atmosférica existentes, ya que los impactos se miden dependiendo de la manera en que afectan las condiciones existentes. Como se ha descrito en el capítulo I, el Canal de Panamá tiene no solo un alto volumen de tránsito de buques, pero también una larga historia de obras de construcción y operación que llegan hasta el presente.

Las principales fuentes de emisiones existentes actualmente en el área del Canal son los motores de combustión de los barcos, dragas y remolcadores; maquinaria usada para el mantenimiento y reparaciones del Canal (grúas, topadoras, excavadoras, entre otros); las emisiones de los vehículos que transitan por la carretera transístmica (al este del Canal); y la maquinaria de excavación de las obras de modernización.

Las actividades de construcción asociadas con los componentes del proyecto tienen el potencial de afectar la calidad del aire local a través de la emisión de gases de combustión debido a la operación de la maquinaria pesada, la operación de plantas de preparación y mezcla de cemento, agua fría, y la trituración de materiales. Casi la totalidad de estos equipos usan motores de combustión a diesel, los cuales emiten mayores cantidades de óxidos de nitrógeno y partículas finas que los motores de gasolina. Las actividades de excavación y la remoción de material suelto son fuentes de generación de partículas suspendidas, las cuales al mezclarse con las emisiones de maquinaria pesada crean un posible efecto acumulativo.

Como consecuencia, este capítulo hace primero una evaluación (inventario) de las principales fuentes de emisión atmosférica existentes dentro del área de patrimonio de la ACP (incluyendo las de los buques de tránsito del Canal y las operaciones que están bajo el control de la ACP); segundo un inventario de las emisiones relacionadas con el año pico de construcción de las obras (definido como el año 2010 en los cronogramas de obra existentes); tercero una comparación entre las emisiones existentes y las de las obras de Ampliación, a medida de poder poner en perspectiva las emisiones de las obras; y cuarto analiza los posibles efectos de las emisiones de las obras de construcción en las áreas pobladas mas cercanas a las obras.

4.2 Normas de Calidad de Aire de la ACP

La ACP reconoce la necesidad de administrar la vía interoceánica con criterios que tomen en consideración las expectativas de todos los usuarios y la sociedad Panameña. Por tanto, define su misión con sujeción a conceptos de desarrollo sostenible.

Dentro de este proceso de mitigación y estrategia ambiental la ACP ha desarrollado normas para la calidad de aire ambiente y control de emisiones de fuentes fijas.

4.2.1 Norma 2610ESM-109 - Norma de Calidad del Aire Ambiente Propuesta por la ACP

La misma tiene el propósito de establecer normas primarias de calidad del aire ambiente para los contaminantes de criterio: Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Monóxido de Carbono (CO), Material Particulado Respirable (PM₁₀), Dióxido de Azufre (SO₂) y Ozono (O₃) así como los lineamientos para su aplicación, con el fin de proteger la salud de la población y el ambiente en general.

Esta norma es de carácter obligatorio para las áreas de propiedad de la ACP y las áreas bajo su Administración Privativa, donde se ejecuten proyectos, obras o actividades de la ACP o terceros.

El numeral 4 del artículo 7 del Acuerdo No. 116, de 27 de julio de 2006, indica que son funciones del Administrador establecer programas obligatorios de control de emisiones, efluentes y desechos, con objeto de evitar y mitigar efectos adversos al medio ambiente. La División de Administración Ambiental sobre la base de la Directriz: AD-2003-02, estableció el Programa de Control de Emisiones a la Atmósfera, para proyectos, obras o actividades que realice la ACP o terceros en áreas de Propiedad de la ACP y en áreas bajo su Administración Privativa.

En la tabla N°4-1 se detallan las normas primarias de calidad de aire ambiente para material particulado respirable, dióxido de azufre, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y ozono.

TABLA 4.1: NORMAS PRIMARIAS DE CALIDAD DE AIRE AMBIENTE

Contaminante de criterio	Unidad	Valores Norma	Tiempo promedio de muestreo
Material Particulado Respirable (PM ₁₀)	µg/m ³ N	50	Anual
		150	24 horas
Dióxido de azufre (SO ₂)	µg/m ³ N	80	Anual
		365	24 horas
Monóxido de carbono (CO)	µg/m ³ N	10000	8 horas
		30000	1 hora
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	µg/m ³ N	100	Anual
		150	24 horas
Ozono (O ₃)	µg/m ³ N	157	8 horas
		235	1 hora

Fuente: NAAQS, Nacional Ambient Air Quality Standards. www.rtpnc.epa.gov/naaqsfjn

La norma detalla los métodos de medición, ubicación de las unidades de medición, los tiempos de muestreo, y la forma en que deben interpretarse los datos para su cumplimiento con los estándares de la Tabla 4-1.

La misma establece los valores críticos de emergencia ambiental descritos en la Tabla 4-2.

TABLA 4.2: VALORES CRÍTICOS DE EMERGENCIA AMBIENTAL

Contaminante de criterio	Unidad	Valores críticos de Emergencia ambiental	Tiempo promedio de muestreo
Material Particulado Respirable (PM ₁₀)	µg/m ³ N	≥355	24 horas
Dióxido de azufre (SO ₂)	µg/m ³ N	≥812.2	24 horas
Monóxido de carbono (CO)	µg/m ³ N	≥17,800	8 horas
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	µg/m ³ N	≥1,222	24 horas
Ozono (O ₃)	µg/m ³ N	≥402	1 horas

Fuente: NAAQS, Nacional Ambient Air Quality Standards. www.rtpnc.epa.gov/naaqsfm

La División de Administración Ambiental es responsable de:

- Establecer los métodos de monitoreo y la acreditación de laboratorios que presten servicios de monitoreo de calidad del aire ambiente.
- Coordinar con las unidades operativas de la ACP el establecimiento de los mecanismos necesarios para el seguimiento, vigilancia y control para evaluar la calidad del aire ambiente a través de estaciones de monitoreo.
- Realizar en conjuntamente con unidades operativas de la ACP, acciones programas y planes en situaciones de emergencia ambiental o para el mejoramiento de la calidad del aire ambiente.

4.2.2 Norma 2610ESM-110 – Norma Ambiental Propuesta por la ACP para Emisiones de Fuentes

La misma tiene el propósito de establecer los límites máximos permisibles de emisión para fuentes fijas así como los lineamientos para su aplicación, con el fin de proteger la salud de la población y el ambiente en general. Los límites máximos permisibles de de emisión para fuentes fijas se listan en la tabla 4-3.

El control y seguimiento de fuentes fijas nuevas o modificadas debe planificarse de acuerdo a la norma usando acciones preventivas y correctivas, monitoreando los resultados una vez al año, y manteniendo un registro con los resultados dentro de las instalaciones.

Las unidades operativas de la ACP que cuenten con fuentes fijas serán responsables por el cumplimiento de esta normativa.

TABLA 4.3: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIONES AL AIRE PARA FUENTES FIJAS

Actividad	Límites Máximos Permisibles (mg/Nm ³ a menos que indique otra unidad) ¹		
	Partículas totales	Óxidos de azufre	Óxidos de nitrógeno
Generación Termoeléctrica ²	50 ^{3,4}	0.2 tpd/MW (hasta 500 MW) 0.1 tpd/MW (incrementos arriba de 500 MW) No se puede exceder 2000 mg/Nm ³ ni 500 tpd	Petróleo: 460 Diesel N°2: 165 Bunker N°6 y otros: 300

Referencia: Guía del Banco Mundial 1998

1. Se consideran condiciones normales mil trece milibares de presión (1 013 mbar) o ciento uno con tres kilo Pascales (101.3 kPa) y temperatura de 0 °C ó 273.15 °K, en base seca y corregidos a 15% de oxígeno.
2. En el caso de plantas térmicas de generación eléctrica con motores de combustión interna se permitirá un máximo de NOx de 2000 mg/Nm³, para aquellas que se instalaron después del año 2,000 y para aquellas que se instalaron antes de dicha fecha se permitirá un máximo de NOx de 2,300 mg/Nm³.
3. El límite aplicable a plantas con capacidad menor de 50 MW es de 100.
4. Para rehabilitación de plantas existentes el límite es 100.

4.2.3 Normas Propuestas y Niveles Históricos Medidos

La ACP esta actualmente desarrollando normas ambientales para vehículos automotores bajo el control de la ACP.

ANAM esta en el proceso de implementar una serie de normas de calidad de aire ambiental equivalentes, pero hasta la fecha ninguna de ellas ha sido promulgada.

Muestreos esporádicos efectuados por consultores de la ACP en Miraflores, Pedro Miguel, Balboa y Madden entre los años 1977 y 1999; indican que los niveles de Partículas y dióxido de nitrógeno se encontraban dentro de los límites de las normas de la ACP.

4.3 Premisas y Métodos de Estimación

Cambiar contenido a español

In order to estimate the air quality impacts of the proposed Expansion Construction Project it was decided to weight these future impacts against the current air quality impacts of the Panama Canal operations. Current Canal operations include transit of marine vessels, maintenance and modernization of the canal's navigation channel and other tasks. Expansion Construction of the Third locks will encompass heavy construction activities such as excavation, cement batching, sand and aggregate processing, etc. (see chapter 2 for detailed description of the future construction activities). Emissions from Canal operations are spread out across the ACP controlled area while the future construction emissions will be localized in the three areas of construction – Pacific locks, Pacific Access Channel and Atlantic locks. To compare air

emissions from both current Canal operations and the future construction was considered to be the most appropriate way to estimate whether the impacts of the future construction will be significant. The further evaluation of the impacts would call for estimating air quality levels at nearest to construction areas sensitive land uses and comparing them to the ACP Ambient Air Quality Standards.

4.3.1 Contaminantes Principales

Cambiar contenido a español

Air pollutants degrade the atmosphere by reducing visibility, damaging property, reducing the productivity or vigor of crops or natural vegetation, and impairing and affecting human and animal health.

Diesel-fueled engines are widely used in all current Canal operations and are planned to be utilized for the future construction. Diesel combustion is known to produce air emissions of several air pollutants such as nitrogen oxides, soot and dust and others.

The main pollutants of concern from the diesel exhaust are nitrogen oxides (NO_x), particulate matter (PM), sulfur dioxide (SO₂) and carbon monoxide (CO). A brief description of each pollutant is given below.

Nitrogen oxides, or NO_x, is the generic term for a group of highly reactive gases, all of which contain nitrogen and oxygen in varying amounts. Many of the nitrogen oxides are colorless and odorless. However, one common pollutant, nitrogen dioxide (NO₂) along with particles in the air can often be seen as a reddish-brown layer over many urban areas. NO₂ is not directly emitted, but is formed through a reaction between nitric oxide (NO) and atmospheric oxygen. NO and NO₂ are major contributors to ozone formation. NO₂ also contributes to the formation of PM₁₀, small liquid and solid particles that are less than 10 microns in diameter (see discussion of PM₁₀ below). At atmospheric concentration, NO₂ is only potentially irritating. In high concentrations, the result is a brownish-red cast to the atmosphere and reduced visibility.

Nitrogen oxides form when fuel is burned at high temperatures, as in a combustion process. The primary manmade sources of NO_x are motor vehicles, electric utilities, and other industrial, commercial, and residential sources that burn fuels. NO_x can also be formed naturally.

Particulate Matter. Particulate pollution is composed of solid particles or liquid droplets that are small enough to remain suspended in the air. In general, particulate pollution can include dust, soot, and smoke; these can be irritating but usually are not poisonous.

Particulate pollution also can include bits of solid or liquid substances that can be highly toxic. Of particular concern are those particles that are smaller than, or equal to, 10 microns (PM₁₀) in size.

PM₁₀. PM₁₀ refers to particulate matter less than 10 microns in diameter, about one-seventh the thickness of a human hair (Figure 4-1). Particulate matter pollution consists of very small liquid and solid particles floating in the air, which can include smoke, soot, dust, salts, acids, and metals. Particulate matter also forms when industry and gases emitted from motor vehicles undergo chemical reactions in the atmosphere. Major sources of PM₁₀ include motor vehicles;

wood burning stoves and fireplaces; dust from construction, landfills, and agriculture; wildfires and brush/waste burning, industrial sources, windblown dust from open lands; and atmospheric chemical and photochemical reactions. Suspended particulates produce haze and reduce visibility. Additionally, PM_{10} poses a greater health risk than larger- sized particles. When inhaled, these tiny particles can penetrate the human respiratory system's natural defenses and damage the respiratory tract. PM_{10} can increase the number and severity of asthma attacks, cause or aggravate bronchitis and other lung diseases, and reduce the body's ability to fight infections.

Sulfur Dioxide. SO_2 is a product of high-sulfur fuel combustion. The main sources of SO_2 are coal and oil used in power stations, industry, non-road sources and for domestic heating. Industrial chemical manufacturing is another source of SO_2 . SO_2 is an irritant gas that attacks the throat and lungs. It can cause acute respiratory symptoms and diminished ventilator function in children. SO_2 can also yellow plant leaves and erode iron and steel.

Carbon Monoxide. CO, a colorless gas, interferes with the transfer of oxygen to the brain. CO is emitted almost exclusively from the incomplete combustion of fossil fuels. Prolonged exposure to high levels of CO can cause headaches, drowsiness, loss of equilibrium, or heart disease. CO concentrations can vary greatly over relatively short distances. Relatively high concentrations of CO are typically found near congested intersections, along heavily used roadways carrying slow-moving traffic, and in areas where atmospheric dispersion is inhibited by urban “street canyon” conditions. Other non-road engines and vehicles (such as construction equipment and boats) also contribute to CO emissions.

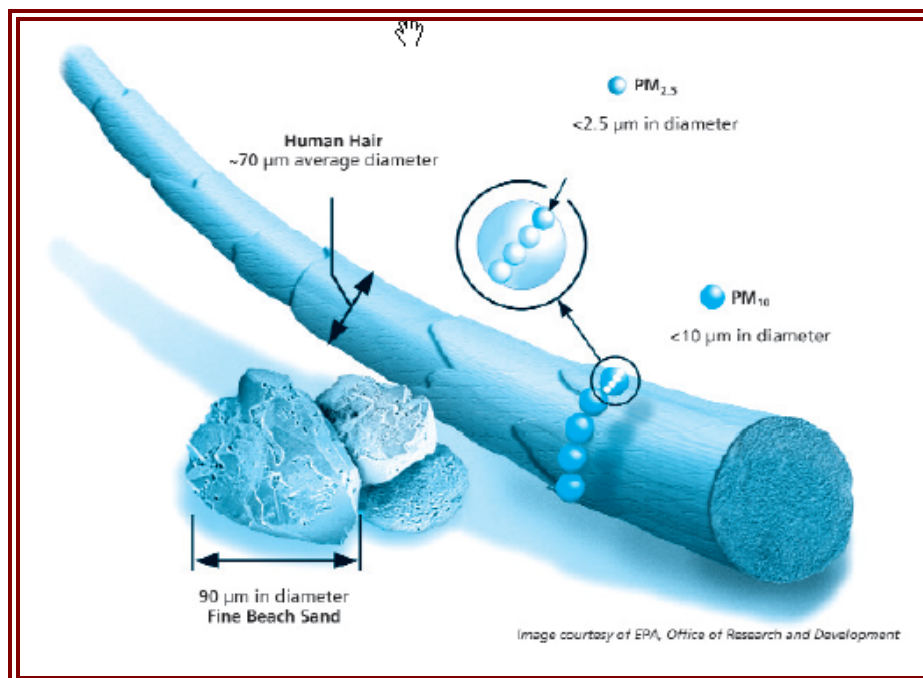


FIGURE 4-1: TAMAÑOS COMPARATIVOS DE PARTÍCULAS PM_{10} Y $PM_{2.5}$

4.3.2 Fuentes de Emisiones Principales

Cambiar contenido a español

With over 12 thousand transit vessels in the Canal in a year, with multiple tugboats and ACP boats used for dredging and other operations, marine sources account for majority of Panama Canal emissions under current conditions. Emissions from marine vessels came under regulation (Regulations for the Prevention of Air Pollution from Ships are contained in Annex VI of the MARPOL Convention) in 1973 and entered into force on May 19, 2005. Regulations in this annex set limits on sulfur oxide and nitrogen oxide emissions from ship exhausts and prohibit deliberate emissions of ozone depleting substances. These regulations establish procedures for the testing, survey and certification of marine diesel engines which will enable engine manufacturers, ship owners and Administrations to ensure that all applicable marine diesel engines comply with the relevant limiting emissions. This process will take some time and currently marine engines by a large margin are not yet in compliance with these regulations.

Construction equipment, aggregate processing, cement production and other construction-related activities under Canal Expansion Plan are considered the major sources of emissions. Most of construction equipment is diesel-fueled. There are currently no regulations to control emissions from the construction equipment and construction activities in Panama. Diesel fuel used in construction contains large percent of sulfur that contributes to SO₂, NO_x and PM₁₀ emissions.

As a rule the major construction impact comes from the fugitive dust generated by the earth moving construction operations (excavation, grading, loading, storage of soil and dirt-road hauling). The climate in Panama provides natural control measures for dust emissions. Tropical climate in Panama is wet and warm. Relative humidity in the Canal area never falls below 70% and is near 90-100% during the rainy season that lasts for about 9 months. In the dry season additional spraying is applied to the freshly exposed areas. Wind erosion of wet soil material is small. In addition, such climate conditions promote rapid growth of the ground cover that inhibits wind erosion. Because of the climate conditions, fugitive dust emissions in the Canal Zone were considered a minor source.

4.3.3 Escenarios Usados para la Estimación de Emisiones

Cambiar contenido a español

Emissions under both current conditions and future Expansion project were estimated for the average peak day. Under current conditions the average peak day included all daily Canal activities and current Modernization Construction projects. Under Expansion Construction the average peak day was selected as an average day in a peak month of a peak year of construction.

4.3.4 Fuentes de Información

Cambiar contenido a español

Information on the Canal operations used in emission's inventory of the current conditions and in estimates of emissions from the future Expansion of the Panama Canal was provided by the ACP.

4.3.5 Estimación de Emisiones

Cambiar contenido a español

Emissions for the current inventory and for the future construction were estimated based on the power of the engine (where applicable), load factors of the engine under operation, utilization rates (hours of operation), number of equipment and emission factors. See Appendix to Chapter 4, Evaluation of the Air Quality Impacts for details on how emissions for each source and each pollutant were estimated.

Number of equipment and transit vessels, information on dredging and current Modernization Construction Project, information on the projections for the future Expansion Project as well as hours of operation for most types of operations were provided by the ACP.

Most emission factors were obtained from the US Environmental Protection Agency (US EPA) sources. Table 4.4 provides references of all main sources of information for the emission inventory.

Sulfur content in marine fuel was obtained from the International Maritime Organization (IMO). The cap for sulfur content in the marine fuel is 4.5 percent according to IMO, but the average percent in use for the past 7 years is steadily 2.67 with a very little margin. The 2.67% (26.700 parts per million – ppm) sulfur was used for all maritime sources.

For construction emissions a 0.2% (2.000 ppm) sulfur content in diesel fuel was used in the estimates, and 0.05% (500 ppm) sulfur content was used for emissions from the auto fleet.

TABLE 4.4: SOURCES OF INFORMATION TO ESTIMATE EMISSIONS FOR THE AIR QUALITY ANALYSIS. CUADRO EN ESPAÑOL

Type of Emissions	Parameter	Information Source
Marine Emissions	Load factors for maneuvering and slow cruise modes of operation	Analysis of Commercial Marine Vessels Emissions and Fuel Consumption Data -- EPA, February, 2002
	Power capacity for various types of transit ships in the Canal	All estimates are based on the Lloyd Register data as analyzed and summarized in the Analysis of Commercial Marine Vessels Emissions and Fuel Consumption Data -- EPA, February, 2002
	Power capacity for the ACP tugboats, dredging boats, various ACP boats	ACP
	Hours of operation and emission factors for the ACP boats	Final Regulatory Impact Analysis: Control of Emissions from Marine Diesel Engines -- EPA, November 1999
	Drilling Boats: power capacity of equipment	Based on similar drill boat (Great Lakes Dredge & Dock Company: www.gldd.com)
	Emission factors for transit ships, tugboats, dredging boats and drill operations	Analysis of Commercial Marine Vessels Emissions and Fuel Consumption Data -- EPA, February, 2002
Construction equipment	Power capacity of various equipment pieces	Caterpillar lists from the www.cat.com
	Emission factors and load factors for construction equipment	EPA NONROAD2004 model for Non-road Engines, Equipment and Vehicles (Report No. NR-009C, April 2004, EPA 420-P-04-009)
Construction Operations	Emission factors for various operations at construction-related cement, sand and coarse aggregate plants	Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, AP-42, Fifth Edition http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42
Auto fleet	Emission factors	EPA Mobile 6.2 Emission Model
Train emissions	Train schedule and information	http://www.panarail.com
	Load factors	Based on the test conducted by MotivePower, a Wabtec company, for the MP36PH-3C locomotive and adjusted to Panama Canal Rail locomotives.
	Emission factors	Emission factors for Locomotives, EPA420-F-97-051
Thermo-Electric Power Plant	Emission rates	Estudio del Plan Ambiental de la Planta Termoelectrica de Miraflores (URS Holdings, Inc, Junio, 2006)

4.4 Emisiones Existentes de la Operación del Canal

Cambiar contenido a español

Emission inventory of the current Panama Canal took into account all major sources of emissions from pollutants of concern. Table 4.5 list major sources of emissions under current operations.

TABLE 4.5: MAIN SOURCES OF EMISSIONS FROM THE CURRENT PANAMA CANAL OPERATIONS

Type of Operation	Emission Source
Maritime	Transit Ships, Tugboats, ACP Boats
Dredging Operations	Dredging and Drilling Equipment, Loaders and Trucks used to dispose of dredging material on shore, Truck trips to disposal sites
Modernization Construction	Construction Equipment, Construction Truck Trips to Disposal Sites
Power production for Panama Canal	Thermoelectric Power Plant at Miraflores
Panama Canal Rail	Locomotive Engines of passenger and freight trains
Auto traffic in the Canal Zone	Vehicle exhaust of the employee trips in the ACP zone

Some sources of emissions were considered insignificant. For example, maintenance shops at the Pacific side (in Gamboa) and at the Atlantic side of the Canal (in Colon near Gatun) that provide support for the ACP boats widely use electric-powered equipment. In addition, part of the operations at these facilities takes place under enclosure. Emissions from the maintenance shops were not considered major and were omitted from emission inventory.

4.4.1 Composición de las Fuentes Principales de Emisión

Cambiar contenido a español

Table 4.6 presents the composition of transit ships that transverse the Canal on a daily basis. The numbers in table 4.6 are estimated from the annual 2006 records provided by the ACP. Detailed description of the data is in the Appendix to Chapter 4, Evaluation of the Air Quality Impacts.

Table 4.7 presents the number of equipment as used in emission estimates for the Modernization Construction projects. Information about the current projects was provided by the ACP.

TABLE 4.6: NUMBER OF TRANSIT SHIPS AND OTHER MARITIME SOURCES PER AVERAGE DAY

List of Maritime Vessels	Number at Canal	Number used in Emission Inventory
Container Ships	9	9
Dry Bulk	8	8
Liquid Tanker	5	5
Reefer	6	6
General Cargo Ships	2	2
Auto Carrier	2	2
Cruise Ships	1	1
All Ships	3	3
ACP Tugboats	25	21
Dredging Tugboats	4	4
ACP Boats	29	29
Boats used in Support of Dredging	31	31
Dredging Boats (Mindi and RMC)	2	2
Drill Boats (Thor and Baru)	2	2
Cranes	4	3

Fuente: ACP – Departamentos de Ingeniería, Dragado y Mercadeo

TABLE 4.7: NUMBER OF CONSTRUCTION EQUIPMENT USED IN MODERNIZATION CONSTRUCTION PROJECTS AND IN SUPPORT OF DREDGING

Site	List of Construction Equipment	Number of Pieces per Site
Lirio	Loaders	6
	Tractors	8
	Trucks	5
Hodges	Loaders	3
	Tractors	4
	Trucks	17
Bas Obispo	Loaders	4
	Tractors	7
	Trucks	4
La Pita Sur	Tractors	5
	Trucks	9
Cartagena	Loaders	3
	Tractors	1
	Trucks	19
Equipment used to dispose of dredging material on shore	Loaders	6
	Tractors	1
	Bobcat forklift	1

Fuente: ACP – Departamentos de Ingeniería, Dragado y Mercadeo



Foto: H.Ginzburg 2006

FIGURE 4-2: DRILL BOAT BARU



Foto: H.Ginzburg 2006

FIGURE 4-3: CRANE TITAN

4.4.2 Estimación de Emisiones Existentes

Cambiar contenido a español

Emissions under current conditions were estimated using 2006 data where available. Tables 4.9 through 4.11 present emissions for each pollutant of concern. All emissions are in metric tons per the average peak day.

Emissions presented in Table 4.9 indicate that the one most significant maritime source of emissions is Canal transit. As can be expected NO_x and SO₂ emissions are the highest from the diesel engines fueled with the marine diesel fuel with high sulfur content. Tugboat operations are the second highest contributor -- see Figures 4-4 through 4-7.

TABLE 4.9: EMISSIONS FROM MARITIME SOURCES UNDER CURRENT OPERATIONS

Emission Sources	CO (t/day)	NO _x (t/day)	PM ₁₀ (t/day)	SO ₂ (t/day)
Transit Ships	48.6	141.0	4.1	76.3
Dredging and Drilling	0.3	2.9	0.1	3.8
Tug boats	1.1	10.8	0.3	14.4
Service boats	1.8	2.7	0.1	NA
TOTAL	51.8	157.4	4.5	94.5

Fuente: Estimaciones del equipo consultor

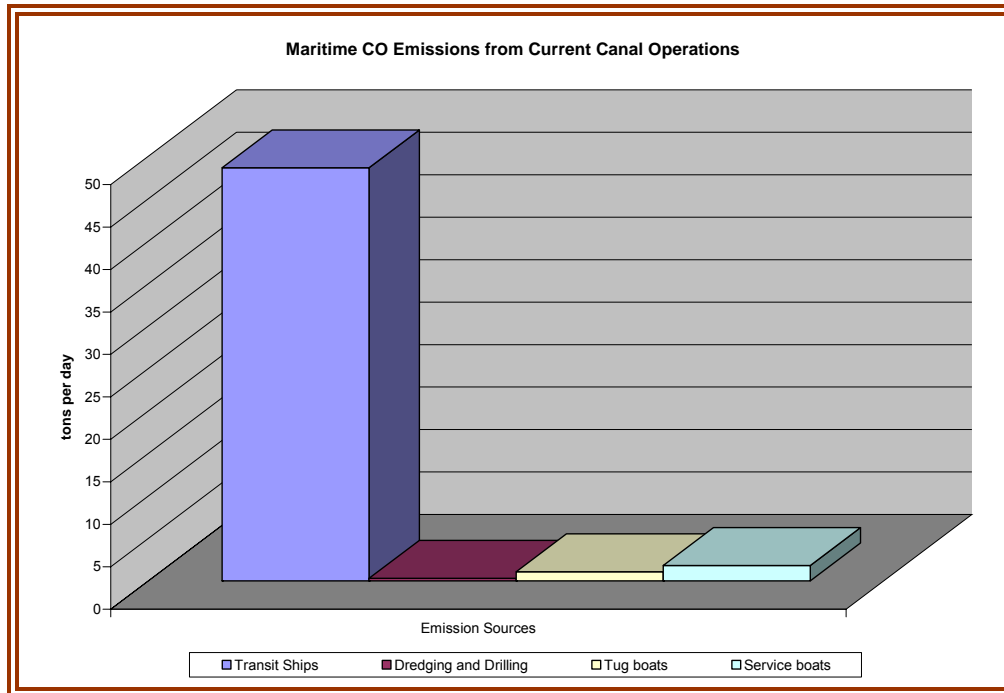
Emissions from Modernization Construction Program are significantly lower than the marine emissions (see Table 4.10). There are presently five modernization construction sites under construction (as of October 2006). Emissions from these sites were considered in the inventory. At several other sites such as Mandingo or La Pita Norte construction is either completed or closed to completion. Emissions from those sites were not considered for the inventory.

TABLE 4.10: EMISSIONS FROM MODERNIZATION CONSTRUCTION

Construction Sources	CO (t/day)	NO _x (t/day)	PM ₁₀ (t/day)	SO ₂ (t/day)
Lirio	0.09	0.26	0.02	0.03
Hodges	0.17	0.46	0.03	0.05
Bas Obispo	0.11	0.27	0.02	0.03
La Pita Sur	0.07	0.20	0.01	0.02
Cartagena	0.16	0.42	0.03	0.05
TOTAL	0.60	1.61	0.10	0.18

Fuente: Estimaciones del equipo consultor

Emissions from other miscellaneous sources are presented in Table 4.11. Vehicular traffic in the ACP zone included all employee trips to and from work during the average day. It was assumed that approximately 80 percent of the employees travel by private cars and 20 percent take buses. It was additionally assumed that 70 percent of all vehicles are diesel-fueled and 30 percent are gasoline-fueled. Emissions from vehicles were estimated using the latest version of the USEPA Mobile emission model (version 6.2.03) with no controls of emissions imposed in the US.



Fuente: Estimaciones del equipo consultor

FIGURE 4-4: MARITIME CO EMISSIONS FROM CURRENT CANAL OPERATIONS

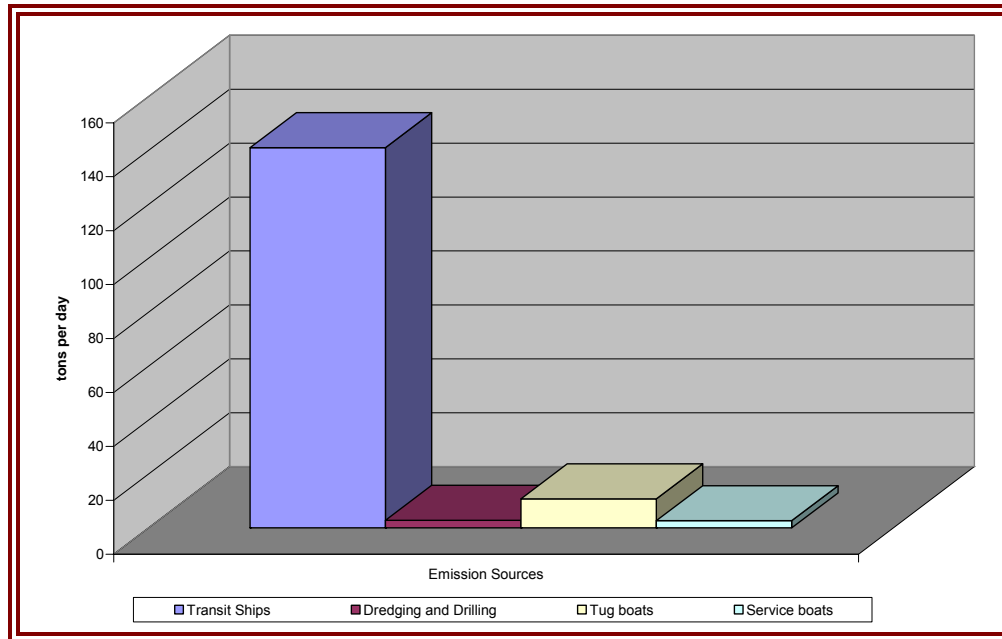


FIGURE 4-5: MARITIME NO_x EMISSIONS FROM CURRENT CANAL OPERATIONS

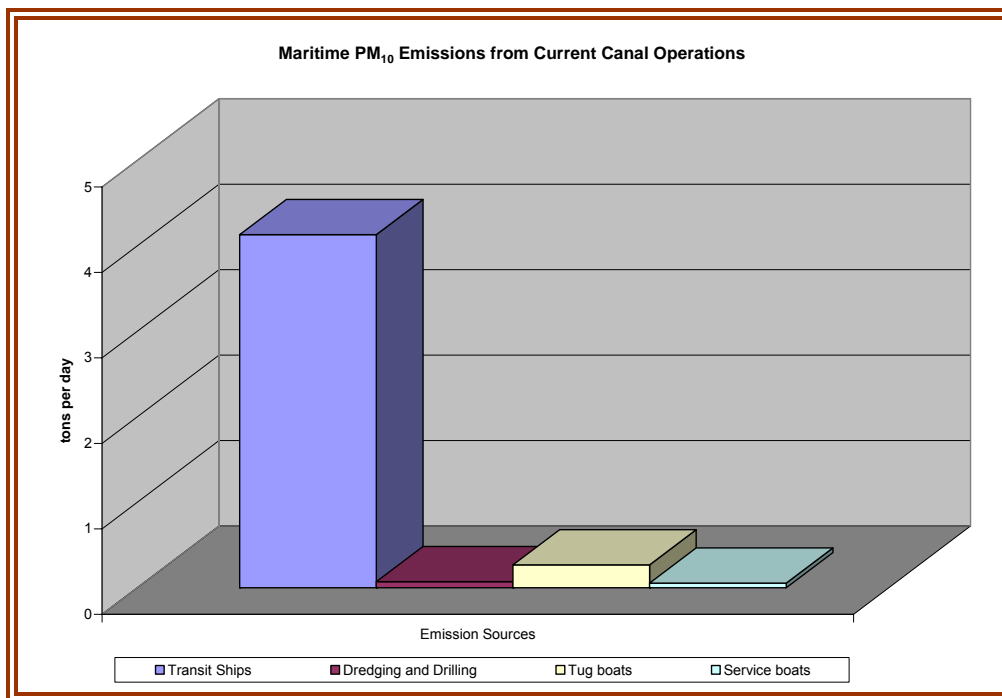
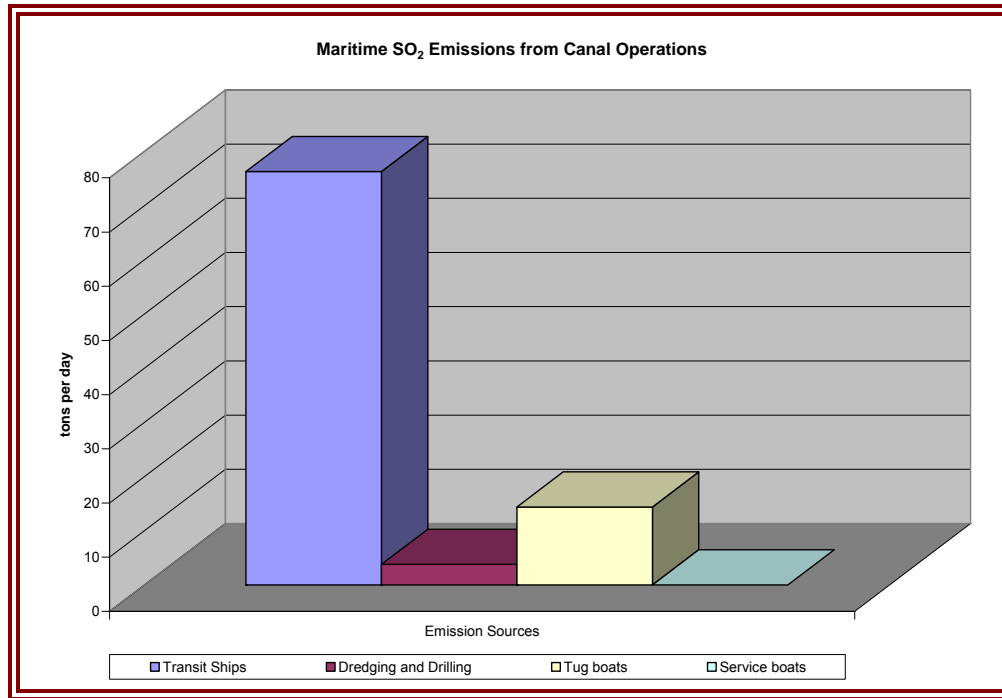


FIGURE 4-6: MARITIME PM₁₀ EMISSIONS FROM CURRENT CANAL OPERATIONS



Fuente: Estimaciones del equipo consultor

FIGURE 4-7: MARITIME SO₂ EMISSIONS FROM CANAL OPERATIONS

As emission levels in Table 4.11 indicate, Thermo-Electrical Power plant contributes significantly to NO_x and SO₂ emissions and the vehicular emissions contribute to CO and NO_x. Panama Canal Rail emissions are orders of magnitude smaller than the other sources.

TABLE 4.11: EMISSIONS FROM PANAMA CANAL RAIL, THERMO-ELECTRICAL PLANT AND AUTOMOBILE TRAFFIC IN THE ACP AREA

Sources	Total Emissions per Day			
	CO (t/day)	NO _x (t/day)	PM ₁₀ (t/day)	SO ₂ (t/day)
Power Plant	n/a	12.5	0.7	6.1
Train Service	0.00002	0.00004	0.000024	
Auto Traffic in ACP Zone	3.7	0.5	0.1	0.02
TOTAL	3.67	12.98	0.80	6.07

Fuente: Estimaciones del equipo consultor



FIGURE 4-8: THERMO-ELECTRICAL POWER PLANT AT MIRAFLORES



FIGURE 4-9: TUGBOAT ACCOMPANIES TRANSIT TANKER AT CULEBRA CUT NEAR LA PITA SUR MODERNIZATION CONSTRUCTION SITE



FIGURE 4-10: MODERNIZATION CONSTRUCTION TRUCKS

4.4.3 Emisiones Totales de las Operaciones del Canal

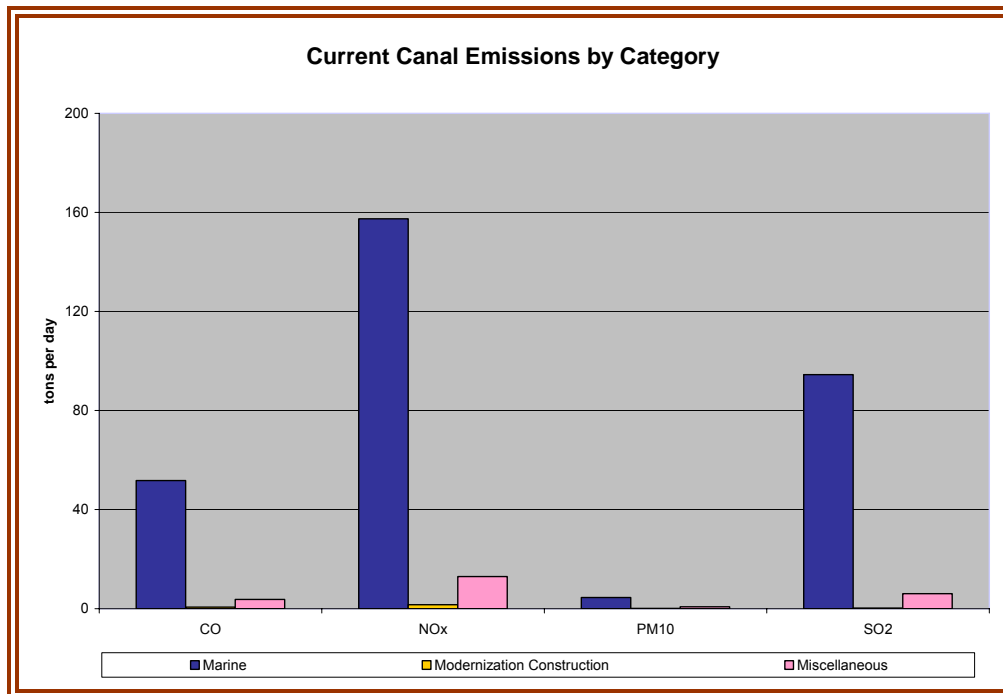
Cambiar contenido y tabla a español

Total emissions from current operation of the Panama Canal are presented in Table 4.12 and on Figure 4-11. As it could be seen from the table the main contributors to emissions of the Panama Canal are maritime sources of which the transit ships contribute most (see Table 4.9).

TABLE 4.12: TOTAL EMISSIONS FROM CURRENT OPERATIONS

EmissionsSources	CO (t/day)	NO _x (t/day)	PM ₁₀ (t/day)	SO ₂ (t/day)
Marine	51.78	157.41	4.52	94.50
Modernization Construction	0.60	1.61	0.10	0.18
Miscellaneous	3.67	12.98	0.80	6.07
TOTAL	56.05	172.00	5.43	100.75

Fuente: Estimaciones del equipo consultor



Fuente: Estimaciones del equipo consultor

FIGURE 4-11: CURRENT CANAL EMISSIONS BY CATEGORY

4.5 Estimación de Emisiones de la Construcción del Proyecto

Cambiar a español

The third locks construction for the Panama Canal Expansion will take place in three discrete areas: Atlantic locks site, Pacific locks site and the Pacific Access Channel site --see Appendix to Chapter 2, Construction Description for the map of the area.

4.5.1 Estimación de las Emisiones de Construcción

Construction equipment that was used in emission estimates is presented in tables 4.13 through 4.15. As mentioned before this equipment was derived from the list for a peak month of the projected peak year. The projected peak year of construction is currently year 2010.

TABLE 4.13: EQUIPMENT PER AVERAGE DAY IN THE PEAK MONTH AT THE ATLANTIC LOCKS

Equipment Type	Number of Pieces
Crane	23
Vibrator	11
Compressor	17
Pump	2
Dozer	9
Tractor	2
Fork Lift	14
Grader	2
Loader	5
Trucks	49

Fuente: ACP – Departamento de Ingeniería

In addition to the construction equipment, emissions from the concrete batch and mixing plants and from aggregate crushing and sand plants were included into the inventory. It was assumed that coarse pre-cooling and ice plants are using electric power and do not generate any emissions. (?)

The detailed lists of construction equipment and plants, emissions from which were included in the inventory, can be found in the Appendix to Chapter 4, Evaluation of the Air Quality Impacts.

TABLE 4.14: EQUIPMENT PER AVERAGE DAY IN THE PEAK MONTH AT THE PACIFIC LOCKS

Equipment Type	Number of Pieces
Crane	24
Vibrator	9
Compressor	19
Roller	4
Pump	2
Drill	24
Dozer	12
Fork Lift	13
Grader	2
Loader	12
Tractor	2
Trucks	66

Fuente: ACP – Departamento de Ingeniería

TABLE 4.15: EQUIPMENT PER AVERAGE DAY IN THE PEAK MONTH AT THE PACIFIC ACCESS CHANNEL

Equipment Type	Number of Pieces
Crane	1
Drill	15
Dozer	7
Fork Lift	1
Grader	2
Loader	29
Trucks	11

Fuente: ACP – Departamento de Ingeniería

4.5.2 Emisiones Totales de la Construcción

As demonstrated in Tables 4.13 through 4.15 and confirmed by Table 4.16 magnitude of construction of the locks on both sides of the Canal exceeds the construction effort needed for the construction of the Pacific Access Channel.

TABLE 4.16: EMISSIONS FROM EXPANSION CONSTRUCTION OF THE PANAMA CANAL

Construction Sites	CO (t/day)	NO _x (t/day)	PM ₁₀ (t/day)	SO ₂ (t/day)
Atlantic Locks	0.69	2.12	0.20	0.24
Pacific Locks	1.05	3.29	0.40	0.38
Pacific Access Channel	0.67	1.93	0.13	0.21
TOTAL	2.42	7.34	0.73	0.83

Fuente: Estimaciones del equipo consultor

4.6 Evaluación de los Posibles Impactos de las Emisiones de Construcción

Construction impacts from the Expansion of Panama Canal were compared to the current emissions of the Canal Operations in order to evaluate impact of future construction on the air quality levels in the Canal area.

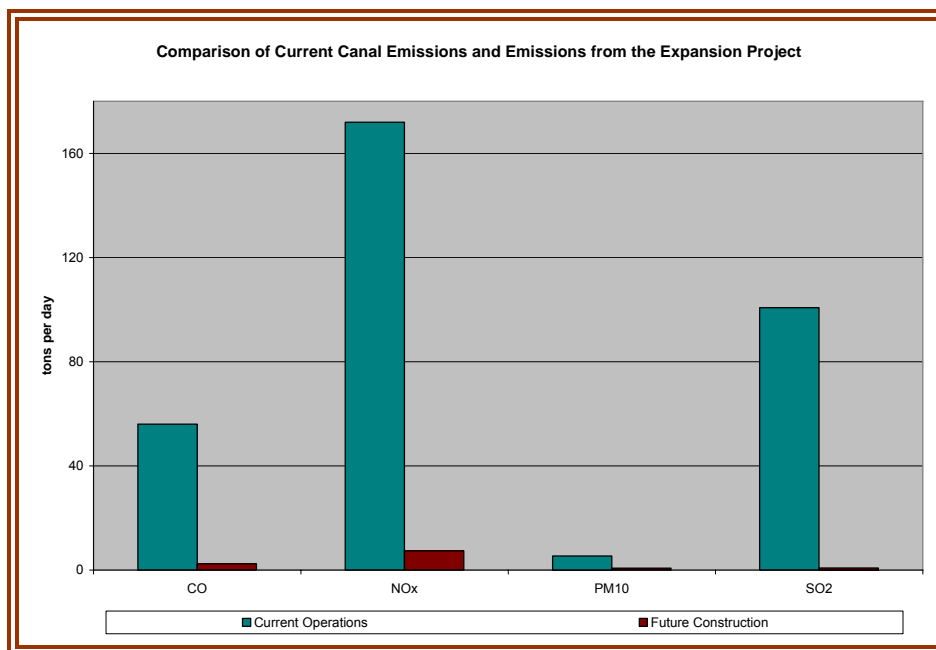
As Table 4.17 indicates emissions from Expansion Project for CO, NO_x and SO₂ are within 5 percent of emissions from the current operations of the Canal. PM₁₀ emissions are higher and are within 15% of the current emissions.

Figure 4-12 visually demonstrate the same comparison.

TABLE 4.17: COMPARISON OF EMISSIONS FROM CURRENT OPERATIONS AND FUTURE CONSTRUCTION OF THE THIRD LOCKS

Construction Sites	CO (t/day)	NO _x (t/day)	PM ₁₀ (t/day)	SO ₂ (t/day)
Current Operations	56.05	172.00	5.43	102.34
Future Construction	2.42	7.34	0.73	0.83
	4.3%	4.3%	13.4%	0.81%

Fuente: Estimaciones del equipo consultor



Fuente: Estimaciones del equipo consultor

FIGURE 4-12: COMPARISON OF CURRENT CANAL EMISSIONS AND EMISSIONS FROM THE EXPANSION PROJECT

4.6.1 Niveles de Calidad de Aire pronosticados

(Cambiar contenido, tablas al español)

In order to evaluate impacts of emissions produced by the Expansion Construction, screening air quality modeling was conducted to estimate concentrations of pollutants at the residential areas close to the future construction sites.

Because there are no known recent monitoring data for the residential locations close to the construction of the third locks that can be used as baseline concentrations, modeling of the existing condition (current Canal operations) was also performed. Concentrations obtained from the modeling of the existing operations were used to estimate total concentrations at the residential receptors.

Total modeled concentrations (the sum of the current Canal impacts and the impacts from the Expansion Construction) were then compared to the Ambient Air Quality ACP Standards (Table 4.1) to see if any exceedances of the standards would result from the Expansion Construction Project and if any mitigation measures are necessary.

USEPA SCREEN3 model (EPA-454/B-95-004) was utilized for the task. SCREEN3 is a single source Gaussian plume model which provides maximum ground-level concentrations for point, area, flare, and volume sources, as well as concentrations in the cavity zone, and concentrations due to inversion break-up and shoreline fumigation. SCREEN model provides a maximum one-hour concentration at any of the 48 meteorological conditions (a full range of combinations of the atmospheric stability and wind speeds) that it examines. In order to obtain concentration for a longer than one hour time periods, persistence factor needs to be applied. Persistence factor accounts for variability of meteorological conditions during the longer time period. The EPA-recommended persistence factors were used in this analysis, as follows:

8 hour – 0.8
24 hour – 0.4
1 year – 0.1

The results of the SCREEN model are necessarily conservative because of the number of factors, including the use of assumed meteorological conditions instead of the real ones; use of the assumed wind direction (directly from source to receptor) instead of an actual wind directions, etc. The use of persistence factor to estimate long term average concentrations also adds a layer of conservatism because the actual variation of meteorological conditions and source strength during the longer time period may be quite different and provide for much lower persistence.

The area source option of the model was utilized in modeling emissions from the Canal and from the Expansion Project. Since the existing Panama Canal operation emissions are dominated by the transit shipping emissions (see tables 4.9 and 4.12 and figures 4-4 through 4-7 and 4-11), and because most of other sources of existing emissions are localized, only transit ship emissions were modeled to represent baseline concentrations at the residential uses. In addition, transit marine emissions were modified to include only emissions from the ships in the Canal and exclude the waiting time to enter the Canal. Table 4.18 presents the emissions from Marine Transit and Construction Sites that were used in modeling.

TABLE 4.18: EMISSIONS USED IN AIR QUALITY MODELING

Construction Sites	CO (t/day)	NO _x (t/day)	PM ₁₀ (t/day)	SO ₂ (t/day)
Marine Transit	12.60	69.90	2.04	36.69
Atlantic Locks	0.69	2.12	0.20	0.24
Pacific Locks	1.05	3.29	0.40	0.38
Pacific Access Channel	0.67	1.93	0.13	0.21

Fuente: Estimaciones del equipo consultor

Air quality levels were estimated at José Dominador Bazán (from the Atlantic Locks Construction), at Clayton (from the Pacific Locks construction) and at Paraíso (from the Pacific

Access Channel construction). The results of the modeling and comparison with the applicable ACP ambient standards are presented in Table 4.19. The details on the modeling procedures are in the Appendix to Chapter 4, Evaluation of the Air Quality Impacts.

TABLE 4.19: HIGHEST CONCENTRATIONS FROM EXPANSION CONSTRUCTION AND CURRENT OPERATIONS OF THE PANAMA CANAL AT RESIDENTIAL AREAS NEAR CONSTRUCTION SITES (IN $\mu\text{G}/\text{M}^3$)

Pollutant	Time Period	Impact from Atlantic Locks	Impact from Pacific Locks	Impact from Pacific Access Channel	ACP Standard
CO	1 hour	217	242	162	30000
	8 hour	152	170	113	10000
NO ₂	24 hour	108	119	87	150
	Annual	27	30	22	100
PM ₁₀	24 hour	20	28	11	150
	Annual	5	7	3	50
SO ₂	24 hour	128	132	120	365
	Annual	32	33	30	80

Fuente: Estimaciones del equipo consultor

The results of the screening analysis presented in Table 4-19 indicate that the air quality levels from the Expansion Construction Project at the residential areas will be within the ACP ambient standards.

4.6.2 Recomendaciones para la Fase de Construcción y Posibles Medidas de Mitigación

In order to more accurately trace the air quality impacts of the future Expansion Construction, it is recommended that ambient monitoring stations be established at the sensitive residential land uses close to the sites with the projected highest concentration of construction activities.

The pollutants for monitoring are likely to be SO₂, NO₂ and PM₁₀. CO does not prove to be a pollutant of concern from the Expansion Project based on emissions levels and modeled concentrations. NO₂ and PM₁₀ are traditional pollutants of concern from construction operations. Their projected emission levels and concentrations are also high. SO₂ is a pollutant of concern for the Panama Canal area due to the high concentration of sulfur in the marine diesel fuel used by the transit ships. This fuel is subject to the IMO regulations and is not under control of ANAM or ACP.

It is recommended that monitoring should start prior to the start of construction to provide baseline concentrations. Baseline concentrations could be used later to evaluate the impact of construction activities.

Air Pollution Control Technologies Applicable to the Construction Industry

The extensive array of measures to reduce air pollution from construction activities includes: replacing older equipment with cleaner new models, re-powering with cleaner engines, retrofitting with emission control systems, refueling with cleaner fuels, reducing idling, replacing diesel powered equipment with natural gas or electric ones, and the use of watering and other techniques to reduce particulates from dust generating activities.

Diesel Emission Control

Emission reduction technologies for diesel engines fall into three general categories

- Engine design/fuel modifications: equipment manufacturers are using cleaner engines to comply with current regulations.
- After treatment /add-on pollution control devices: including oxidation catalysts, diesel particulate filters (DPF), lean catalysts, and selective catalytic reduction (SCR). All of them are retrofits into old equipment.
- Fuel modifications: including synthetic diesel, water-in-diesel emulsions, Biodiesel, and ultra low sulfur diesel (ULSD). These fuels can be used without engine modifications.

The benefits of newer engines on CO, HC, NO_x, and PM emissions will be addressed by providing a clear menu of the emission standards with which engine manufacturers must comply, the time frames (model year) for their compliance, and their applicability to different size and type of engines.

Since stricter emission standards apply only to new engines, after treatment/add on pollution control devices are one of the most common and inexpensive options for reducing diesel emissions on existing equipment.

“After-treatment” refers to a device or technology installed in a vehicle’s exhaust system to reduce emissions; they clean up engine exhaust before it enters the atmosphere. The most common after-treatment (retrofit) devices include: diesel oxidation catalysts (DOC), catalyzed diesel particulate filters (DPF), and active diesel particulate filters (Active DPF). These technologies are all commercially available, and the costs could range from as low as \$ 500 for a DOC to as high as \$ 15,000 for a DPF.

As an example, DOCs reduce HC, CO, PM emissions, and diesel odors. In the Central Artery/Tunnel (CA/T) Project where over 100 pieces of construction equipment were retrofitted with DOCs, we have seen the elimination of black smoke (Figure 3). DOC is one case of a proven technology, millions have been installed worldwide, and they could reduce pollution levels by 20-50% at a cost of 1-2% of the piece of construction equipment in use. DPFs can reduce PM emissions by 60-90%, at a higher cost and with certain limitations. The research will identify benefits, costs and current limitations of each technology.

Cleaner Fuels

Alternative diesel fuels are another area where emission benefits can be achieved without changes to the construction equipment. Two common examples are: emulsified diesel (a mixture of diesel fuel, water, and an additive to maintain the stability of the emulsified mixture) which, reduces PM

and NOx emissions; and Biodiesel (a generic name for a variety of ester-based oxygenated fuels made from soybean or other vegetable oils or animal fats) which reduces HC, CO and PM emissions. However, each one has concerns: emulsified diesel could separate if left without agitation in a tank for over a month, and Biodiesel freezes at higher temperatures than petrodiesel. The research will identify the pros and cons of each fuel, emission reduction potential, effects of fuel consumption as compared to regular diesel and cost implications.

The identification of specific measures should be part of the EIA. Once the project has determined the magnitude and levels of emission reductions, and identified or selected the applicable control technologies; the implementation process requires the development of emission control specifications to be included in the contractors bid package.

4.7 Evaluación de las Emisiones Durante la Fase de Operación

In the future after the Expansion Project is completed Panama Canal capacity will increase. Panama Canal will be able to accommodate a greater number of transits. In order to estimate emissions from the expanded Canal operations in 2025 following assumptions were made:

- All modernization and expansion construction projects were considered completed;
- No increase in emissions were considered for the Thermoelectric Power Plant;
- The traffic in the ACP zone (i.e., the employee trips to and from work) were assumed unchanged;
- The dredging and dredging support operations were assumed unchanged.

Future transit capacity of the Panama Canal in 2025 was provided by the ACP. Transit emissions from the current operations were proportionally increased to estimate emissions from the future operations. Future total maritime emissions were estimated using the same approach as for the current operations (see Table 4.20 and Appendix to Chapter 4 for details).

TABLE 4.20: EMISSIONS FROM MARITIME SOURCES UNDER FUTURE OPERATIONS

Emission Sources	CO (t/day)	NO _x (t/day)	PM ₁₀ (t/day)	SO ₂ (t/day)
Transit Ships	59.0	171.1	5.0	92.6
Dredging and Drilling	0.3	2.9	0.1	3.8
Tug boats	1.1	10.8	0.3	14.4
Service boats	1.8	2.7	0.1	NA
TOTAL	62.1	187.5	5.4	110.8

Fuente: Estimaciones del equipo consultor

The total emissions from the future operations in addition to the maritime emissions included also rail, auto traffic and Thermoelectrical Plant emissions. Total current emissions for the year 2006

(see Table 4.12) were compared with the total emissions of the future operations for the year 2025 as shown in Table 4.21 and on Figure 4-13.

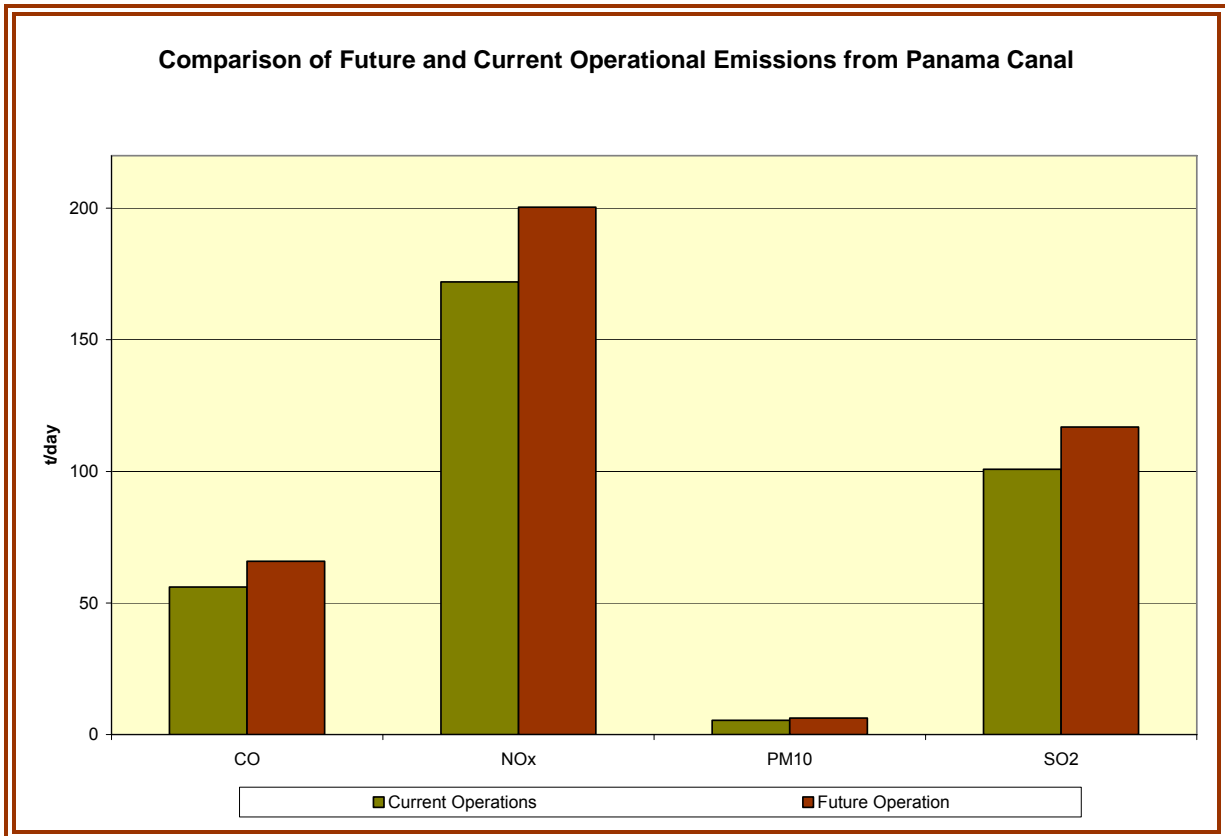
TABLE 4.21: COMPARISON OF EMISSIONS FROM CURRENT AND FUTURE OPERATIONS

Construction Sites	CO (t/day)	NO _x (t/day)	PM ₁₀ (t/day)	SO ₂ (t/day)
Current Operations	56.05	172.00	5.43	102.34
Future Construction	65.80	200.44	6.20	116.83
	17.4%	16.5%	14.3%	16.0%

Fuente: Estimaciones del equipo consultor

Emissions in future will increase by 14 to 17 percent. As was mentioned before, the main input into the operational emissions of the Canal comes from the transit shipping. The increase in the future operational emissions is solely attributed to the increase in transit shipping. This source of emissions is not under the ACP or the ANAM control. Control of the international shipping emissions is in the hands of the International Maritime Organization (IMO). IMO issues rules and regulations for the marine fuel for the marine engines. The most recent regulations that were put into force in May 2005 curb sulfur content in marine diesel. The limit of the sulfur is 4.5%, however, the average content as monitored by the IMO is currently 2.67%. A few SO_x Emission Control Areas were established at sensitive locations in the world ocean where the limit to sulfur content was lowered to 1.5% in order to lower SO₂ and particulate emissions. Other measures to lower emissions such as on-board exhaust cleaning systems for SO_x can be used as a substitute. The NO_x and PM emissions from the marine diesel engines are currently regulated by the IMO, but the more stringent limits are under consideration. IMO also wants to look into using alternative fuels and other types of engines in marine operations to lower emissions, but no guidelines were adopted yet.

As emissions from the Panama Canal transits increase in the future and there is no mitigation measures that the ACP can apply to control them, it is our recommendation that long-term monitoring network is established at the most sensitive locations around the Canal to monitor pollutants of concern such as SO₂, NO₂, and PM₁₀ (or PM_{2.5}). Monitored concentrations at the sensitive locations should then be compared to the ACP/ANAM standards and thresholds to see if monitored levels exceed them. If concentrations are below the established thresholds and standards, there is no reason for concern. If concentrations exceed the standards, consideration should be given to determine mitigation measures for the areas with exceedances.



Fuente: Estimaciones del equipo consultor

FIGURE 4-13: COMPARISON OF CURRENT CANAL (2006) AND FUTURE CANAL (2025) EMISSIONS

5 EVALUACIÓN DE NIVELES DE RUIDO

5.1 Objetivo y Enfoque

El objetivo de este capítulo es analizar los posibles efectos que la construcción de la obra pueda tener sobre los niveles de ruido y vibración, identificar los posibles niveles de ruido durante la construcción, y proponer conceptos que apunten a mitigar los niveles de ruido de construcción, para evitar que los mismos alcancen valores que tengan una influencia negativa en las poblaciones aledañas.

El estudio de ruido fue realizado usando los niveles de ruido característicos de los equipos que serán utilizados durante la construcción del Tercer Juego de Esclusas. Los ruidos que serán generados en las áreas de trabajo cercanas a las comunidades de las áreas del proyecto (Paraíso, Pedro Miguel, La Boca, Altos de Diablo (Altos Jesús), Los Ríos, Clayton, Gamboa y Davis) durante el programa de construcción incluyen: tanto los ruidos provenientes de la operación del equipo de construcción, como el de las actividades mismas de construcción. El nivel de impacto de las fuentes de ruido depende de las características del equipo, las actividades implicadas, el esquema y cronograma de la construcción, y la distancia del equipo a los receptores sensibles.

El siguiente reporte documenta los resultados del estudio de ruido del proyecto de Tercer Juego de Esclusas con la finalidad de:

- Identificar sitios sensibles (críticos) al ruido para medir los niveles existentes.
- Medir niveles existentes de ruido de fondo o ambiental que serán comparados con los niveles de ruido futuros estimados de las actividades de construcción propuestas.
- Predecir los efectos que el proyecto tendrá en el ruido de fondo o ambiental en los sitios de monitoreo.
- Determinar los límites de intensidad de ruidos provenientes de la construcción en las áreas sensibles (ejemplo: residenciales).
- Recomendaciones para reducir el ruido producido por la construcción en los sitios sensibles al ruido si los límites son excedidos.

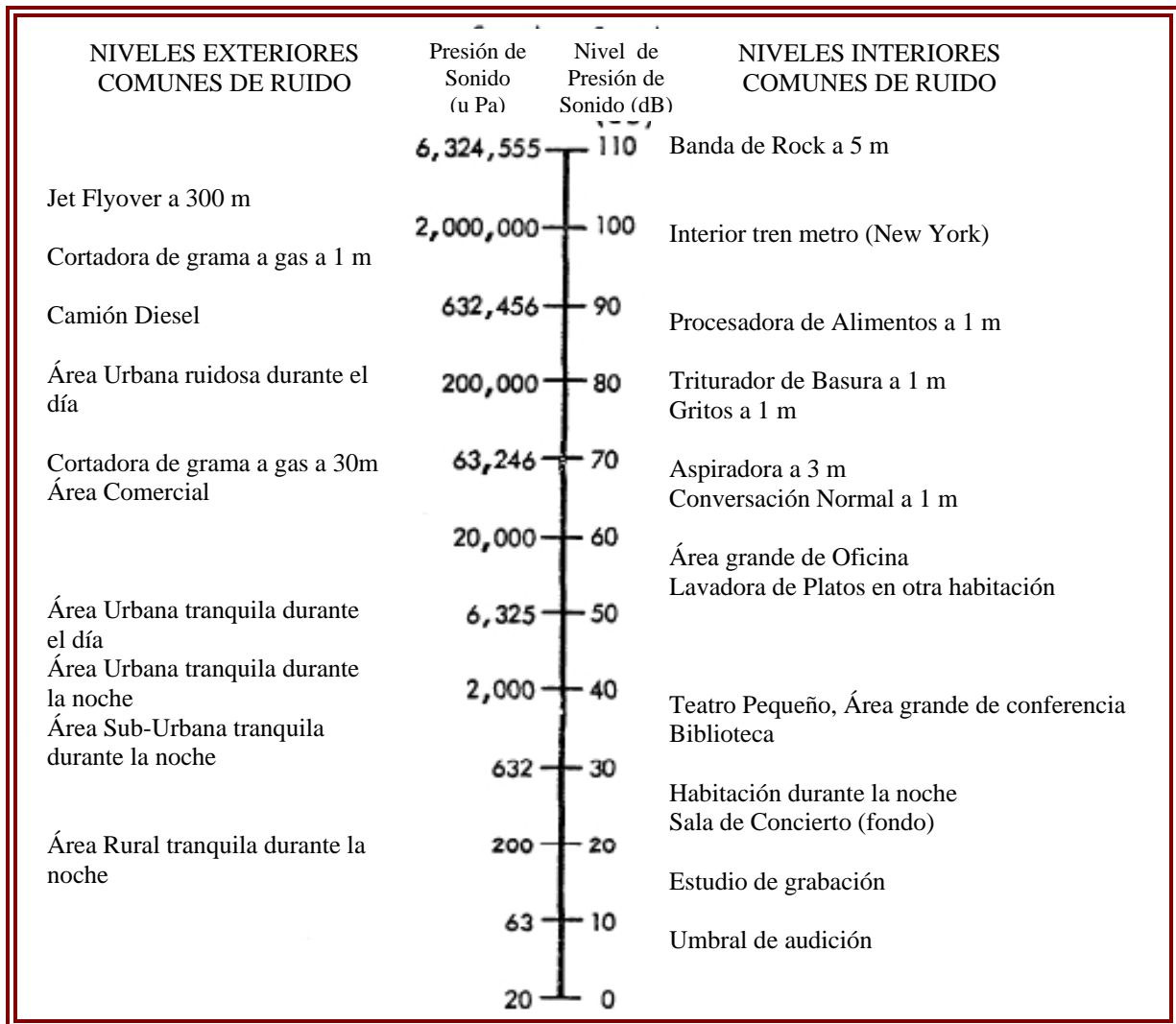
Los niveles de ruido existentes en las zonas identificadas como sitios sensibles (críticos) al ruido que fueron monitoreados para este estudio fueron usados en la determinación de las condiciones existentes del ruido de fondo en estos sitios y en la determinación de los efectos potenciales del programa de construcción propuesto en los sitios de monitoreo. Las mediciones existentes de ruido fueron realizadas en quince (15) sitios caracterizados como sensibles al ruido. Los quince sitios están clasificados como sigue: once (11) residencias, una (1) Iglesia (Crossroads Bible Church) y tres (3) áreas recreativas.

5.1.1 Fundamentos del Sonido y del Ruido

Cualquier sonido es producido por la vibración de las moléculas de aire y estas vibraciones viajan a través de ese medio en la forma de ondas similares a las ondas producidas en la superficie del agua. Las ondas sonoras son producidas por objetos que vibran rápidamente, ejemplo de los cuales incluyen las cuerdas vocales cuando hablamos o el diafragma de una corneta de sonido que se mueve por efecto de una voz o música amplificadas electrónicamente, cuando esas vibraciones (o ondas sonoras) alcanzan los oídos, y las percibimos como ruido. La velocidad con la cual estos objetos vibran de un lado para el otro en un segundo de tiempo es llamada frecuencia y viene expresada en ciclos por segundo o Herzios (Hz). La frecuencia con la que se mueven los objetos determina el tono del sonido que es escuchado subjetivamente. El oído humano puede oír ondas sonoras de una frecuencia o tono desde aproximadamente 20 ciclos por segundo hasta 15000 ciclos por segundo. La intensidad o fuerza del sonido es medida en unidades logarítmicas llamadas decibeles (dB). Debido a que el oído humano no escucha las ondas sonoras de diferentes frecuencias a una misma intensidad subjetiva, frecuentemente se hace necesario realizar un ajuste o promedio entre los sonidos de tonos altos y bajos a los fines de aproximar la percepción humana promedio. Cuando tales ajustes a los niveles de sonido a las diferentes frecuencias se hacen electrónicamente con una red “A-ajustado” (“A-weighted”) en el ruidómetro, los niveles medidos ajustados de ruido se denominan “A-niveles ajustados” (“A-weighted levels”) o niveles de ruido, y son expresados en unidades de “dBA” (que es la unidad logarítmica dB ajustada a la percepción humana promedio). La Figura 5-1 ilustra algunos niveles comunes de ruidos producidos en áreas interiores o exteriores.

Se ha encontrado a través de estudios en gran número de personas, que un cambio de 10 dBA en el nivel de sonido es equivalente a doblar o reducir a la mitad el ruido escuchado por el oído humano. Esto significa que un nivel de sonido de 60 dBA suena el doble de fuerte comparado al de uno de 50 dBA, y que uno de 40 dBA suena la mitad de fuerte que uno de 50 dBA. Esto también significa que un sonido de 70 dBA suena cuatro veces más fuerte que un sonido de 50 dBA.

La escala de decibeles usada para medir la intensidad del sonido es igual a diez veces el cociente logarítmico del nivel de presión de sonido medido al cuadrado sobre el nivel de presión de sonido de referencia al cuadrado. La escala logarítmica está basada en potencia de diez, y por ello la escala no es lineal. Debido a la naturaleza logarítmica de la escala de decibelios, el sonido total proveniente de distintas fuentes no se suma de una forma lineal. Por ejemplo, si un sonido de 60 dBA se añade a otro sonido de 60 dBA, el sonido resultante es 63 dBA y no 120 dBA.



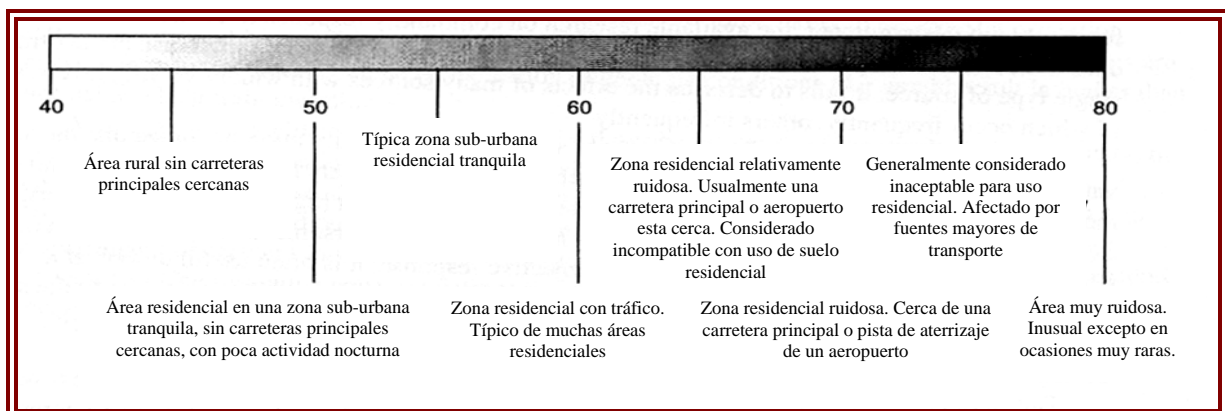
Fuente: "Fundamentos y Mitigación de ruido de Trafico carretero", Federal Highway Administration, 1980.

FIGURA 5-1: NIVELES DE RUIDO COMUNES EN ÁREAS EXTERIORES E INTERIORES

El ruido o nivel de sonido se define como todo sonido no deseado por el receptor. Dado que el sonido producido por la construcción y el tráfico de vehículos no es normalmente deseado, el sonido de construcción y el tráfico de vehículos se denominan usualmente ruido

El nivel de ruido de construcción y tráfico de vehículos para un receptor particular fluctúa de momento a momento por lo que es práctica común el promediar dichos niveles de ruido cambiantes con el tiempo durante un período de tiempo específico, obteniendo un solo número llamado nivel de ruido continuo equivalente (Leq). El nivel de sonido Leq es un nivel de sonido constante en dBA que para una situación y tiempo determinados tiene la misma energía sonora que tiene el sonido que varía en el tiempo. El ruido horario por construcción/tráfico se expresa como Leq(1-hora) dBA. El parámetro Leq se correlaciona bien con la respuesta humana al ruido y a la molestia causada por cambios en los niveles de ruidos. Leq es el principal parámetro utilizado en este estudio. L10 es otro parámetro que describe el nivel de ruido en dBA excedido durante el 10 por ciento del tiempo de observación. La unidad L10 es algunas veces empleada en evaluaciones de ruido de construcción y es la base para establecer niveles de ruido límites en cuanto a exposiciones aceptables al ruido. Lmax: determina el nivel superior para cada equipo de construcción a una cierta distancia (usualmente 50 pies del equipo). El nivel de ruido día/noche (Ldn) describe la exposición acumulativa al ruido de todos los eventos de ruido durante un periodo de 24 horas, con eventos que ocurran entre las 10:00 pm y las 7:00 am incrementados en 10 dBA a fin de tomar en cuenta la mayor sensibilidad al ruido durante la noche en lugares de descanso nocturno. El nivel de ruido Ldn es usado en evaluaciones de ruido si las actividades de construcción se estiman que ocurran durante un período continuo de 24 horas. Niveles de ruido Ldn se muestran en la Tabla 5.1.

TABLA 5.1: NIVELES DE DIA/NOCHE EQUIVALENTES (LDN), dBA



Fuente: Ruido de Transito y Vibración Evaluación de Impactos, FTA, abril 1995.

Los máximos niveles de ruido son los niveles de ruido instantáneos y no los niveles de energía de ruido promediados en el tiempo (Leq) que son ampliamente utilizados por agencias nacionales e internacionales para evaluar impactos de ruido. La presente evaluación utiliza los niveles de ruido horario máximos medidos en los sitios críticos (sensibles) de medición de niveles de ruido.

5.1.2 Normas Para Ruido

Entre las metas básicas de las normativas de ruido están las de minimizar los impactos de ruido adversos en la comunidad y proporcionar controles de ruidos factibles y razonables donde sea necesario y apropiado. Como referencia a esta normativa se cita el Decreto Ejecutivo No. 306 que adopta *El Reglamento para el control de los ruidos en espacios públicos, áreas residenciales o de habitación, así como en ambientes laborales*, dictado por el Ministerio de Salud de fecha 04-09-2002, publicado en Gaceta Oficial No. 24635 de fecha: 10-09-2002, Capítulo III, Artículo 7, *Ruidos Producidos por las Industrias y Comercios Vecinos a Residencias o Habitaciones*. El Artículo 7 fue modificado por el Decreto Ejecutivo No. 1, dictado por el Ministerio de Salud de fecha 15-01-2004. En el Artículo No.1 se determinan los siguientes niveles de ruido, para las áreas residenciales e industriales, así:

Horario	Nivel Sonoro Máximo
De 6:00 a.m. a 9:59 p.m.	60 decibeles (en escala A)
De 10:00 p.m. a 5:59 a.m.	50 decibeles (en escala A)

Fuente: Artículo 1, Gaceta Oficial, martes 20 de enero de 2004.

5.2 Programa de Monitoreo de Niveles de Ruido

5.2.1 Identificación de sitios críticos (sensibles) para Monitoreo

Las características de las condiciones acústicas ambientales existentes en las áreas próximas al proyecto, fueron determinadas realizando una serie de mediciones de ruido en sitios potencialmente críticos (sensibles) al ruido. Las lecturas de ruido fueron tomadas en septiembre y octubre del 2006 para proporcionar los niveles de ruido existentes en el área del proyecto y para obtener los datos que se pueden utilizar para comparar las mediciones existentes de ruido sin el proyecto con las predicciones de ruido futuras durante la construcción del proyecto. Los sitios de monitoreo fueron seleccionados para proveer una amplia cobertura geográfica a fin de caracterizar la gama de condiciones existentes de ruido en los receptores sensibles en el área propuesta del proyecto. Los sitios seleccionados representan receptores similares en el área, aunque los niveles de ruidos en algunos de los receptores adyacentes puedan ser diferentes debido a las características topográficas del terreno o la distancia. Los receptores incluyen los sitios más críticos en términos de proximidad a las actividades de construcción (los más cercanos al alineamiento del canal) y otros receptores sensibles que potencialmente podrían ser afectados como resultado de este proyecto.

Quince localizaciones fueron seleccionadas como representativas de sectores sensibles (críticos) al ruido dentro del área del estudio del proyecto. La localización de los sitios de monitoreo se muestran en el Apéndice 5. Todas las mediciones fueron realizadas bajo condiciones climáticas aceptables y condiciones aptas en la superficie de la calzada de rodamiento de las carreteras

(superficie de la calzada de la carretera seca). Los quince (15) sitios de monitoreo consisten en: once (11) residencias, una (1) iglesia y tres (3) sitios recreativos (el Complejo Deportivo Jarman Field en Clayton, el Summit Golf Course Resort y el Parque Jardín Municipal Botánico). Los quince sitios de monitoreo son representativos de las condiciones existentes de ruido en el área de estudio.

5.2.2 Equipo Utilizado

Las lecturas de ruido fueron tomadas usando un instrumento calibrado de ruido tipo Bruel & Kjaer 2231, Model Sound Level Meter, con un micrófono tipo CEL-250 con protección contra el viento. La calibración del equipo de ruido fue chequeada con un calibrador tipo Bruel & Kjaer 4230 antes de cada medida. El instrumento de ruido (Sound Level Meter) computó los niveles de ruido de Leq por periodos de 20 minutos durante los cuales los niveles de ruido fueron medidos.

5.2.3 Tiempo y Ubicación de las Mediciones

Los niveles de ruido existentes fueron medidos por un período de 20 minutos en quince (15) localizaciones (sitios) en el área del proyecto con la finalidad de describir el ruido de fondo o ambiental existente.

Lecturas de ruido fueron tomadas en los 15 sitios de monitoreo durante un periodo diurno, mañana y tarde, comprendido entre las 8:00am y las 5:00pm aproximadamente. Además de estos periodos, lecturas de ruido fueron monitoreadas durante un período nocturno (noche) entre las 11:59 pm y las 3:00am aproximadamente, en 6 de los 15 sitios seleccionados de monitoreo. Detalles de los sitios de monitoreo incluyendo la fecha y hora de las mediciones, uso del suelo (land use), y los niveles medidos de Leq y L10 están presentados en la Tabla 5.2.

Adicionalmente a las lecturas de fondo ambiental, se monitorearon los niveles de ruido en los dos sitios de voladura mencionados a continuación: La voladura Terrestre No. 30 – Cartagena Fase I, bordada Paraíso lado Oeste del canal (frente a Paraíso Landing), y el Plan de voladura #ECG-069-T-06 proyecto La Pita Norte, bordada Las Cascadas.

Las medidas de ruido que fueron tomadas en los quince sitios de monitoreo incluyen sitios sensibles al ruido en las comunidades de La Boca, Altos de Diablo (Alto Jesús), Los Ríos, Clayton (La Ciudad del Saber), Pedro Miguel, Paraíso, Gamboa y Davis. Además, lecturas de ruido fueron tomadas en el Summit Parque Municipal Jardín Botánico y el Summit Golf Course Resort.

Una información más detallada sobre los sitios de monitoreo y los períodos durante los cuales las medidas de ruido fueron tomadas se indican a continuación:

- En la comunidad de Davis, dos lecturas de ruido fueron tomadas (sitios M1 y M2). Otros lugares identificados en esta área incluyen el Davis Suites Panama Canal Inn, y la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP).
- En la comunidad de La Boca (sitio M3), lecturas de ruido durante el día (períodos de mañana y tarde) y la noche fueron tomadas. Algunas de las fuentes de ruido identificadas en este sitio provienen del tráfico vehicular en el puente de Las Américas y los puertos

- #18 y #17. Otros lugares identificados en esta área incluyen la Iglesia Bautista La Boca y la Florida State University Panama Campus.
- En la comunidad de Altos de Diablo (Altos Jesús), la lectura de ruido M4 (sitio M4) fue monitoreada durante el día y la noche. Algunas de las fuentes de ruido identificadas en este sitio provienen de los autos y camiones que transitan en la Calle Alemania.
 - En la comunidad de Paraíso, dos lecturas de ruido fueron tomadas (sitios M5 y M6). En ambos sitios de monitoreo fueron tomadas lecturas durante el día en los periodos de la mañana y la tarde. Es importante mencionar que mientras se tomaban las lecturas en el día en los sitios M5 y M6, labores de construcción en el Canal se llevaban a cabo en el lado Oeste del canal en Cerro Paraíso (frente a Paraíso Landing). Adicionalmente, una lectura durante la noche fue tomada en el sitio M6. Otros lugares identificados en esta área incluyen: el Centro de Salud Paraíso-Ancón, un área recreativa del Instituto Nacional de Deportes, el Instituto de Marina Mercante y la Escuela Omar Torrijos Herrera. Las siguientes iglesias fueron identificadas en el área de Paraíso: Iglesia Evangélica Unida Bethel, Primera Iglesia Bautista, Templo Canal de Bendición, e Iglesia Kindown Hall de Testigos de Jehová.
 - En la comunidad de Pedro Miguel se tomaron dos lecturas de ruido (sitios M7 y M8). En ambos sitios de monitoreo se tomaron lecturas diurnas en los períodos de la mañana y de la tarde. Adicionalmente, una lectura durante la noche fue tomada en el sitio M8. La comunidad de Pedro Miguel esta situada en el lado Este del Canal. Los carriles del ferrocarril están localizados en el lado Oeste de Pedro Miguel. En el sitio M7 mientras el monitoreo de una de las lecturas diurnas estaba siendo conducido, un tren pasó (ruido de fondo). La Tabla 5.2 muestra las lecturas de ruido de fondo o ambiental en el sitio M7 con la influencia del tren y sin el tren (en el fondo). Algunas de las fuentes de ruido identificadas en el área provienen de autos, buses y camiones que transitan en la Avenida Omar Torrijos, el tren de carga y de pasajeros. Durante las lecturas tomadas en el día en el sitio M7, labores de construcción en el Canal se llevaban a cabo en el lado oeste del canal en Cerro Paraíso. Otros lugares identificados en esta área incluyen: un campo de baseball y el Centro de Orientación Infantil y Familiar (COIF).
 - En la comunidad de Clayton (Ciudad del Saber) dos lecturas de ruido fueron tomadas (sitios M9 y M10). En ambos sitios de monitoreo lecturas durante el día en los períodos de la mañana y la tarde fueron medidas. Adicionalmente, una lectura durante la noche fue tomada en el sitio M10 (zona residencial). La Ciudad del Saber es un área de uso mixto del suelo con zonas residenciales, de oficinas y comerciales. Otros lugares identificados en esta área incluyen: el Campo Recreativo y Deportivo , Kiwanis International, y el Templo Ecuménico. Los siguientes institutos de educación también fueron identificados en el área: Colegio Isaac Rabin, DCA Clayton Academy Guardería, Balboa Academy High School y Balboa Academy Kindergarten. Adicionalmente, hay un proyecto para la construcción del Hotel Escuela de Panamá.
 - En la comunidad de Gamboa dos lecturas de ruido fueron tomadas (sitios M11 y M12). En ambos sitios de monitoreo, lecturas durante el día en los periodos de la mañana y la tarde fueron medidas. Adicionalmente, una lectura durante la noche fue tomada en el sitio M11. Mientras una de las lecturas diurnas estaba siendo monitoreada en el sitio M11, un tren pasó (ruido de fondo). La Tabla 5.2 muestra las lecturas de ruido fondo o ambiental en el sitio M11 con la influencia del tren y sin el tren (en el fondo). La lectura de ruido en

el sitio M12 durante el periodo de la mañana incluyó el ruido proveniente de una voladura subacuática (ruido de fondo) en la barcaza de perforación Thor. Algunas de las fuentes de ruido identificadas en el área provienen de: La División de Dragado de Gamboa, el tren de carga y de pasajeros y el tráfico vehicular en las calles locales. Otros lugares identificados en esta área incluyen: el Vivero Forestal – Smithsonian Tropical Research, un campo de football, la Iglesia San Simón y la Union Church.

- En el Summit Golf Course Resort (sitio M13), una lectura de ruido durante el día fue tomada.
- En el Parque Municipal Jardín Botánico Summit (sitio M14), una lectura de ruido durante el día fue tomada. Este parque municipal funciona como un jardín botánico y parque zoológico. Este sitio de monitoreo está situado en el lado Este del área de construcción de La Pita.
- En la comunidad de Los Ríos (sitio M15), una lectura de ruido durante el día fue tomada en la Iglesia de Crossroad Bible Church. Otros lugares identificados en esta área incluyen: la zona residencial de los Ríos, un jardín infantil, Club de piscinas, Corozal American Cemetery, y Parque la Gloria.

5.2.4 Niveles Medidos durante la Operación del Canal existente

Como se observa en la Tabla 5.2, los niveles de ruido de fondo existentes en los 15 sitios de monitoreo varían de un Leq (hourly) de 44 dBA en el receptor M1 en el área de Davis a un Leq (hourly) de 67 dBA en los receptores M7 y M15 en las zonas de Pedro Miguel y los Ríos respectivamente. El nivel más alto de Leq igual a 73 dBA fue medido en el sitio M7. Este nivel de ruido corresponde con la medida tomada cuando el tren pasó en el fondo. Los valores estimados de Ldn en todos los receptores (sitios) van desde 42 dBA en el sitio M1 a 66 dBA en el sitio M7. Los niveles de ruido nocturnos varían de 46 dBA en los receptores M10 y M11 a 53 dBA en el sitio M4.

5.2.5 Niveles de ruido durante la Operación del Proyecto

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. Esto resultara en un incremento imperceptible de los niveles de ruido sobre los niveles existentes en los sitios de monitoreo. Las operaciones de dragado tomaran lugar por duraciones de tiempo cortas por lo tanto serán temporales y no causaran ninguna molestia significativa en los sitios de monitoreo.

TABLA 5.2: NIVELES DE RUIDO DE FONDO O AMBIENTAL EXISTENTES

Sitio de Monitoreo ID	Dirección Sitios de Monitoreo	Uso del Suelo (Land Use)	Fecha	Hora	Leq (1h) (dBA)	L10 (dBA)	Ldn Estimado
M1	Davis	Residencial	29/9/2006	11:50 am	44	45	42
M2	Davis - # 1 Ave. Pedro Prestán	Residencial	29/9/2006	12:32 am	53	58	51
M3	La Boca - # 912-A Calle Ernesto J. Castellero R.	Residencial	02/10/2006	10:45 am	55	57	59
			04/10/2006	4:10 pm	57	60	
			05/10/2006	3:04 am	52 [^]	52	
M4	Diablo - # 5964 Smith Pl	Residencial	02/10/2006	11:45 am	60	63	62
			04/10/2006	3:10 pm	62	65	
			05/10/2006	2:27 am	53 [^]	54	
M5	Paraiso - # 120A Vista Hermosa	Residencial	02/10/2006	3:10 pm	47*	50*	46
			05/10/2006	8:48 am	48*	51*	
M6	Paraiso - # 359 Paraiso Rd	Residencial	02/10/2006	5:06 pm	58*	56*	60
			04/10/2006	10:55 am	61*	62*	
			05/10/2006	12:44 am	49 [^]	49	
M7	Pedro Miguel - # 9207-2 Cruce Ferrocarril con Ave Omar Torrijos	Residencial	02/10/2006	3:47 pm	67	71	66
			04/10/2006	10:14 am	73 */**	71 */**	
M8	Pedro Miguel - # 908 Manzanillo Pl	Residencial	02/10/2006	4:30 pm	64	66	51
			04/10/2006	9:47 am	59	-	
			05/10/2006	1:16 am	49 [^]	49	
M9	Clayton – Complejo Deportivo Ciudad del Saber – Jarman Field	Residencial / Deportivo	03/10/2006	2:12 pm	52	54	51
			04/10/2006	8:38 am	53	55	
M10	Clayton – # 25B Calle Carlos Renato Lara	Residencial	03/10/2006	3:02 pm	60	62	57
			04/10/2006	9:12 am	56	57	
			05/10/2006	1:50 am	46 [^]	47	
M11	Gamboa - # 308 Gaillard Ave	Residencial	03/10/2006	4:15 pm	66**	62**	55
			03/10/2006	5:23 pm	56	55	
			05/10/2006	10:14 am	53	54	
			05/10/2006	11:59 pm	46 [^]	48	
M12	Gamboa - # 167 Willianson Ave	Residencial	03/10/2006	4:52 pm	50	52	51
			05/10/2006	9:43 am	53***	56***	
M13	Summit – Golf Course Resort	Recreativo	04/10/2006	1:06 pm	50	52	48
M14	Summit – Parque Municipal Jardin Botanico	Recreativo / Parque	04/10/2006	1:45 pm	55	60	53
M15	Los Rios – Crossroads Bible Church	Iglesia	04/10/2006	2:32 pm	67	70	65

Fuente: Parsons Brinckerhoff 2006.

* Lectura fue tomada durante actividad de construcción en el Canal.

** Tren paso durante la lectura (lectura incluye ruido del tren).

*** Durante la lectura a las 9:54 am una voladura sub-acuática (barcaza de perforación Thor) ocurrió.

[^] Lectura Nocturna.

Nota1: M5 – Distancia aproximada del sitio al área de construcción en cerro Paraíso, 2897’.

M6 - Distancia aproximada del sitio al área de construcción en cerro Paraíso, 1184’.

M7 - Distancia aproximada del sitio al área de construcción en cerro Paraíso, 3553’.

Nota 2: Durante las lecturas nocturnas trabajo de construcción no fue observado.

Nota 3: Lecturas de ruido fueron tomadas por 20 minutos de duración por lectura.

5.3 Evaluación de Los Niveles de Ruido Durante La Construcción del Proyecto

5.3.1 Proceso de Evaluación

Las actividades de construcción descritas en el Capítulo 2 – “Descripción de la Construcción” – han sido utilizadas para identificar las fuentes principales de ruido asociadas con el programa de ampliación propuesto. El trabajo de construcción ha sido dividido en tres componentes principales. 1) Construcción de dos conjuntos de esclusas, una en el lado Atlántico y otra en el lado Pacífico con equipo de construcción terrestre, 2) Excavación de un canal de acceso a cada conjunto de esclusas propuestas y la Ampliación del canal de navegación existente, y 3) La elevación del nivel máximo operativo en el lago Gatún. Otras actividades del proceso constructivo incluyen la relocalización de los servicios, la construcción de dos nuevos muelles, uno en el Pacífico y uno en el Atlántico, la rehabilitación y construcción de nuevas vías para el transporte del material de desecho, y la preparación de los sitios de depósito.

A fin de determinar los efectos potenciales de ruido de las actividades de construcción propuestas, los niveles de ruido de fondo monitoreados fueron utilizados para representar las condiciones de ruido existentes en estos sitios críticos. Se calcularon los niveles de ruido de construcción predichos para cada uno de los quince sitios sensibles (críticos) monitoreados y se compararon con los niveles de ruido ambiental medidos a fin de determinar los incrementos potenciales de ruido en los sitios sensibles monitoreados como consecuencia de las actividades de construcción. Los niveles de ruido de construcción fueron estimados de la información obtenida de los equipos de construcción y las actividades de construcción propuestas.

El nivel de ruido de construcción depende de las características del equipo de construcción empleado, los tipos de actividades de construcción, el cronograma de la construcción, y de la distancia de cada equipo a la localización de los receptores sensibles o críticos. La siguiente metodología fue utilizada para evaluar los niveles de ruido de construcción provenientes del equipo a ser utilizado en el proyecto. Las actividades de construcción del proyecto serán llevadas a cabo en varios sectores, los cuales tendrá su propia combinación de equipos. A fin de asumir un punto de vista conservador, el equipo de construcción se agrupó en categorías generales basadas en las características del equipo. Luego estas categorías fueron comparadas con la base de datos de equipos del “Factores de Niveles y Uso de Referencia 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 USA (FHWA Roadway Construction Noise Model (RCNM)) para determinar las emisiones de ruido provenientes de las actividades de construcción propuestas. El modelo de ruido en construcción de vías de la administración federal de vías de los USA, está basado en el programa de predicción de ruido de construcción desarrollado para el Proyecto del *Central Artery/Tunnel Project* en Boston, USA. por Parsons Brinckerhoff Quade & Douglas, Inc. La tabla que presenta la lista de equipos y niveles de ruido del “Factores de Niveles y Uso de Referencia de Emisiones de Ruido” esta en el Apéndice 5.

Los niveles de ruido del equipo de dragado, Draga Rialto M. Christensen y la Draga Mindi, así como los de la Barcaza de Perforación Thor fueron estimados a partir de las medidas de ruido tomadas para estos equipos en Julio 17 de 2003, presentados la Evaluación Ambiental del

Proyecto de Profundización del Cauce del Canal de Panamá/ ACP – Línea Base – Componente Físico.

5.3.2 Normas Establecidas para Límites de Ruido de Construcción

Actualmente no hay regulaciones específicas que definan los límites máximos o reglamento para el control de ruidos generados por actividades de construcción que puedan perturbar sitios sensibles en Panamá. Es reconocido que las personas generalmente son más tolerantes a los ruidos provenientes de actividades de construcción que a ruidos provenientes del tráfico vehicular u otras fuentes. Uno de los criterios más comúnmente aceptados en los EE UU es utilizar el Leq (hourly) = 75 dBA como el límite diurno o un incremento de 15 dBA o mas sobre los niveles de ruido de fondo (existentes) para los sitios/receptores sensibles al ruido. Este valor será utilizado en este reporte como el límite diurno de los niveles de ruido provenientes de la construcción en los sitios sensibles (críticos). El limite absoluto de 75 dBA es excedido en los sitios de monitoreo M11 y M12. Los niveles de ruido en los otros sitios de monitoreo están dentro del 75 dBA y dentro del 15 dBA limites excepto por los sitios de monitoreo M1, M2 y M5 donde el incremento sobre los niveles de ruido de fondo (existentes) son 28, 18 y 25 dBA respectivamente.

5.3.3 Fuentes Emisoras Consideradas

Una descripción detallada de los trabajos de construcción propuestos, cronogramas de trabajo y equipo a usar, puede ser encontrada en el Capítulo 2 – “Descripción de la Construcción”. Sin embargo, a continuación se presenta un resumen de las actividades de construcción. El proyecto del Tercer Juego de Esclusas consistirá en la: Construcción de las esclusas del Pacífico, excavación del canal de acceso en el Pacífico, y construcción de las esclusas del Atlántico. Las esclusas nuevas estarán conectadas con el sistema de cauces existente en el Canal mediante cauces de navegación nuevos. La fase de construcción incluye la ejecución simultánea de la construcción de los dos complejos esclusas, la excavación seca del nuevo cauce de acceso del Pacífico, y el dragado, tanto de los nuevos cauces de acceso a las esclusas, como el de los cauces de navegación del lago Gatún y de las entradas de mar. También incluye la profundización y ensanche de cauces existentes. La construcción de las esclusas tomará entre cinco y seis años, y se iniciará en el año 2008, después de terminados los diseños. La excavación seca y el dragado iniciarán en el año 2007, y requerirán de aproximadamente siete y ocho años, respectivamente. En base al cronograma actual, se estima que el pico de obra ocurrirá en el año 2010. La subida del nivel máximo operativo del lago Gatún se iniciara en el año 2011. Operaciones en el Canal podrán iniciarse entre el año fiscal 2014 y 2015. El proyecto del Tercer Juego de Esclusas 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. El apéndice 5 muestra la ubicación de los sitios de monitoreo de ruido con respecto a las áreas delimitadas para la construcción de las esclusas y canal de acceso.

5.3.4 Esclusas del Pacífico

Las principales actividades para la construcción de las esclusas del sector Pacífico ubicadas en el extremo del Océano Pacífico del Canal, al suroeste de la esclusa de Miraflores incluyen: Movilización e instalación de infraestructura de apoyo, manejo y desvío del agua, excavación, rellenos, concreto, equipo electromecánico, y excavación del canal de acceso Pacífico. El tiempo total estimado para la construcción de la esclusa del Pacífico sin demoras producto de la contingencia es 58 meses. La construcción de las esclusas requerirá la instalación de una planta de trituración de agregado y la instalación y operación de una planta de hormigón con capacidad de 300m³/hr. La planta se ubicará en el área de construcción delimitada de la esclusa del sector Pacífico. La ubicación de las infraestructuras de construcción será decidida por el contratista dentro del área delimitada para su uso.

La excavación del canal de acceso Pacífico desde el lago Gatún a las esclusas Post-Panamax del Pacífico se hará a través de un canal abierto que conectará el Corte Culebra con las nuevas esclusas. Este canal se construirá al Oeste del canal existente y se extenderá desde Cerro Paraíso al Noroeste de la esclusa de Pedro Miguel hasta las nuevas esclusas. Se prevé que la mayor parte del área en el cauce de aproximación del Pacífico requerirá perforación y voladura. Se estima que la excavación total del canal de acceso tomará alrededor de 56 meses. La Tabla 5.3, presenta la lista de los equipos propuestos agrupados en categorías y respectivos niveles de ruido.

5.3.5 Esclusas del Atlántico

Las principales actividades para la construcción de las esclusas del sector Atlántico ubicadas en el extremo del océano Atlántico del Canal, en el lado este de la esclusa de Gatún incluyen: Movilización e instalación de infraestructura de apoyo, manejo, excavación, rellenos, concreto, y equipo electromecánico. El tiempo total estimado para la construcción de la esclusa del Atlántico sin demoras, producto de la contingencia, es 60 meses. La construcción de las esclusas requerirá la instalación de una planta de agregado y la instalación y operación de una planta de hormigón con capacidad de 300m³/hr. La planta se ubicará en el área de construcción delimitada de la esclusa del sector Atlántico. La ubicación de las infraestructuras de construcción será decidida por el contratista dentro del área delimitada para su uso. En el cauce de aproximación de las nuevas esclusas del Atlántico al igual que para el lago Gatún, no se prevé la necesidad de perforación ni voladura. Sin embargo, como el material encontrado en el cauce sería más duro que el hallado en la entrada del Atlántico, debe ser dragado con una draga más poderosa. La Tabla 5.3, presenta la lista de los equipos propuestos agrupados en categorías y respectivos niveles de ruido.

TABLA 5.3: EQUIPOS DE CONSTRUCCIÓN PARA LAS ESCLUSAS DEL PACÍFICO

FHWA RCNM Clasificación Equipo	Numero de Equipo	Factor Acústico de uso	Especificación*	Medición**
			Lmax @ 50 FT	Lmax @ 50 FT
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 (Batch Plant)	9	15	83	N/A
Camión de Concreto (Pump Truck)	2	29	82	81
Bomba	6	50	77	81
Cargador Frontal (Front End loader)	3	40	80	79
Compresor (aire)	19	40	80	78
Pala	14	40	80	78
Camión Volcador	14	40	84	74
Camionetas (Pick-up Truck)	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 - Mindi)	8	20		95
Barcaza de perforación Thor/Baru	2	20		92

Fuente: Parsons Brinckerhoff 2006.

- * Especificación se refiere a los niveles de ruido descritos en las especificaciones de ruido del equipo (valores tomados de la tabla de equipos y niveles de ruido del RCNM).
- ** Medición se refiere a los niveles máximos de ruido (Lmax) medidos a 50' del equipo (valores tomados de la tabla de equipos y niveles de ruido del RCNM).

TABLA 5.4: EQUIPOS DE CONSTRUCCIÓN PARA LAS ESCLUSAS DEL ATLÁNTICO

FHWA RCNM Clasificación Equipo	Numero de Equipo	Factor Acústico de uso	Especificación*	Medición**
			Lmax @ 50 FT	Lmax @ 50 FT
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 (Batch Plant)	8	40	84	N/A
Camión de Concreto (Pump Truck)	2	29	82	81
Bomba	6	50	77	81
Cargador Frontal (Front End loader)	2	40	80	79
Compresor (aire)	5	40	80	78
Palas	14	40	80	78
Camión volcador	3	40	84	74
Camionetas (Pick-up Truck)	10	40	55	75
Soldadoras	9	40	73	74
Planta de mezclado	4	100	78	78
Mezclador de concreto vibratorio	11	20	80	80
Dragas (Rialto M. Christensen - Mindi)	8	20		95
Barcaza de perforación Thor/Baru	2	20		92

Fuente: Parsons Brinckerhoff 2006.

- * Especificación se refiere a los niveles de ruido descritos en las especificaciones de ruido del equipo (valores tomados de la tabla de equipos y niveles de ruido del RCNM).
- ** Medición se refiere a los niveles máximos de ruido (Lmax) medidos a 50' del equipo (valores tomados de la tabla de equipos y niveles de ruido del RCNM).

5.3.6 Canales de Acceso y Cauces Existentes

Como parte del Programa de Expansión del Canal, trabajos de dragado y excavación serán realizados a lo largo de los cauces existentes del Canal desde el extremo Norte de la entrada del Atlántico hasta el extremo Sur de la entrada del Pacífico. Los trabajos a los cauces de navegación comprenden una combinación de actividades de excavación, perforación y voladura, y dragado. Las áreas de trabajo de mejoras a los cauces de navegación serán los siguientes: Entrada del Atlántico, lago Gatún, Corte Culebra, Entrada del Pacífico, Cauces de aproximación de las nuevas esclusas. La Tabla 5.5 presenta la lista de los equipos propuestos agrupados en categorías y respectivos niveles de ruido.

TABLA 5.5: EQUIPOS DE CONSTRUCCIÓN PARA LOS CANALES DE ACCESO

FHWA RCNM Clasificación Equipo	Numero de Equipo	Factor Acústico de uso	Especificación*	Medición**
			Lmax @ 50 FT	Lmax @ 50 FT
Excavadora	5	40	85	81
Niveladora	2	40	85	N/A
Grúa	1	16	85	81
Camion Articulado	29	40	84	76
Tractor	7	40	84	N/A
Bomba	6	50	77	81
Cargador Frontal (Front End loader)	1	40	80	79
Palas	1	40	80	78
Camion Volcador	6	40	84	74
Camionetas (Pick-up Truck)	7	40	55	75
Camiones con equipo de perforación	15	20	84	79
Dragas (Rialto M. Christensen - Mindi)	8	20		95
Barcaza de perforación Thor/Baru	2	20		92

Fuente: Parsons Brinckerhoff 2006.

* Especificación se refiere a los niveles de ruido descritos en las especificaciones de ruido del equipo (valores tomados de la tabla de equipos y niveles de ruido del RCNM).

** Medición se refiere a los niveles máximos de ruido (Lmax) medidos a 50' del equipo (valores tomados de la tabla de equipos y niveles de ruido del RCNM).

5.3.7 Proyecciones de Niveles de Ruido resultantes de la Construcción

Los efectos sobre los niveles de ruidos en las comunidades durante la construcción resultaran de los ruidos provenientes del equipo utilizado en la construcción, de las actividades de construcción y de los vehículos trasladándose desde y hasta los sitios de trabajo. Los niveles de ruido provenientes de las actividades de construcción pueden variar extensamente, dependiendo de la fase y cronograma de las operaciones de construcción.

Los niveles de ruido en un sitio sensible (receptor) dependerán del tipo de construcción, niveles de ruido generados por los equipos de la construcción, la distancia entre la fuente de ruido y el receptor, la presencia de estructuras entre la fuente de ruido y el receptor tales como paredes o edificios, absorción del ruido por las condiciones del suelo entre la fuente de ruido y el receptor, y factores atmosféricos como temperatura, dirección y velocidad del viento y humedad. Los factores atmosféricos tienden a cancelarse en una base anual. El ruido típico producido por los equipos de construcción es considerado como una fuente puntual que emana un ruido que

generalmente decrece en una tasa de 6 dBA cada vez que se duplica la distancia desde la fuente del ruido hasta el receptor. Esta es una relación logarítmica aplicable a la difusión acústica de una onda esférica pura en el aire sin incluir los efectos que se detallaron arriba.

Generalmente efectos de perturbación pueden ser esperados durante la construcción en sitios tranquilos localizados entre 305 metros a 457 metros (1000 a 1500 pies) de la actividad de construcción. La mayoría de los sitios de monitoreo están mas allá de esta distancias. Las distancias a las cuáles perturbaciones de ruido pueden ocurrir dependen de varios agentes incluyendo el tipo y número de equipo usado y sus factores de uso.

Niveles de ruido provenientes de la construcción fueron estimados en los quince (15) sitios de monitoreo del área del proyecto para identificar las áreas donde los niveles de ruido podrían aumentar como resultado de las actividades de construcción propuestas. En la Tabla 5.6 se muestran los resultados de los niveles de ruido de las actividades de construcción propuestas.

Los niveles de ruidos provenientes de la construcción en las zonas residenciales serán limitados a un valor diurno máximo de 75 dBA o a un incremento de 15 dBA o más sobre los niveles de ruido de fondo existentes. Este nivel puede ser alcanzado normalmente limitando los niveles individuales de ruido de cada equipo de construcción a un nivel máximo de 86 dBA a 50 pies del equipo de construcción y recomendar la mitigación necesaria donde los niveles de ruidos de Leq (hourly) excedan el criterio de 75 dBA o 15 dBA o mas en las zonas residenciales o en otros sitios sensibles como escuelas, iglesias, hoteles, entre otros.

Los resultados de los niveles de ruido del análisis de la fase de construcción (Tabla 5.6) pueden ser resumidos como sigue: Los niveles más bajos estimados de ruido de construcción con un Leq (hourly) de 62 dBA son esperados que ocurran en los receptores M9 y M15 (sitios M9 y M15). Los niveles mas altos estimados de ruido de construcción con un Leq (hourly) de 81 dBA son esperados en los receptores M11 y M12 (sitios M11 y M12).

Los sitios M11 y M12 presentan en la Tabla 5.6 las menores distancias (aproximadamente 350 pies de distancia al Canal como valor conservador), al área donde actividades de construcción están previstas teniendo como consecuencia que los niveles de ruido estimados en dichos sitios son los más altos.

Las zonas de construcción en los sitios de monitoreo M11, M12, M13 y M14 no están tan claramente delimitadas como en los sitios de monitoreo localizados en el lado Pacífico y Atlántico, y el canal de acceso, para los cuales en los planos de ingeniería se delimitan las zonas propuestas para la construcción de las esclusas del Pacífico y el Atlántico así como el alineamiento propuesto del canal de acceso. Para los sitios M11, M12, M13 y M14 se asumió de manera conservadora que las actividades de construcción (ejemplo dragado y voladuras subacuáticas) en estos sitios se realizarán en el borde Este del canal determinando de forma conservadora la distancia mas corta hasta el Canal. Para el sitio M3 la distancia fue medida desde el sitio de monitoreo hasta aproximadamente el punto medio del acceso al Pacífico.

TABLA 5.6: ESTIMACIÓN DE NIVELES DE RUIDO

Sitio de Monitoreo ID	*Mediciones Existentes de Ruido Leq (dBA)	Distancia Aproximada a la construcción propuesta (Feet)			Niveles de ruido estimados de construcción Leq (dBA)		
		Distancia Aproximada a las esclusas propuestas en el Pacífico	Distancia Aproximada a las esclusas propuestas en el Atlántico	Distancia Aproximada al canal de Acceso	Leq (dBA) Estimado – Esclusas Propuestas	Leq (dBA) Estimado – Canal de Acceso	Niveles de ruido totales estimados de construcción
M1	44	-	2780	1545	64	71	72
M2	53	-	3906	1538	61	71	71
M3	57	16323	-	1705 [^]	52	70	70
M4	62	9414	-	2131	57	68	68
M5	48	-	-	1244	-	73	73
M6	61	-	-	1465	-	72	72
M7	67**/73***	-	-	2017	-	69	69
M8	64	-	-	2613	-	66	66
M9	53	7522	-	6708	59	58	62
M10	60	6071	-	5840	60	59	63
M11	56**/66***	-	-	335 [^]	-	81	81
M12	53	-	-	356 [^]	-	81	81
M13	50	-	-	5295 [^]	-	60	60
M14	55	-	-	3551 [^]	-	64	64
M15	67	5214	-	-	62	-	62

Fuente: Parsons Brinckerhoff 2006.

* Valor mas grande (Leq) de lectura del programa de monitoreo de ruido.

** Nivel de Ruido sin el tren pasando (sin el tren de fondo).

*** Nivel de Ruido con el tren pasando durante la lectura (con el tren de fondo).

[^] Distancia en esto sitio fue medida al borde este del Canal.

Incrementos de 15 dBA o más sobre los niveles de ruido de fondo existentes son esperados en los sitios de monitoreos M1, M2 y M5. El criterio diurno de Leq 75 dBA será excedido en los sitios de monitoreo M11 y M12. Medidas de mitigación de construcción son recomendadas en estos sitios. En diez (10) sitios de monitoreo (M3, M4, M6, M7, M8, M9, M10, M13, M14 y M15) el límite diurno de 75 dBA y el incremento de 15 dBA sobre los niveles de ruido de fondo no serán excedidos. Medidas de mitigación de construcción no son recomendadas para estos sitios. La sección 5.4 de este reporte presenta una lista detallada de medidas de mitigación durante la construcción.

Entre las medidas de mitigación de ruido prácticas que podrían llevarse cabo en los sitios de monitoreo M1, M2, M5, M11 y M12 esta la de proveer protección acústica a los equipos de construcción más ruidosos; esta protección podría consistir en barreras de ruido fijas y/o móviles o la instalación de ventanas con aislamiento acústicos en los receptores sensibles para mantener el ruido de la construcción afuera. La instalación de ventanas con aislamiento acústicos será efectiva sólo si las ventanas permanecen cerradas y el ambiente interno de la residencia es provisto de ventilación (aire acondicionado) general. El uso de ventanas con aislamiento acústicos está considerada como la medida de mitigación menos deseada, ya que deja las áreas exteriores de las residencias expuestas a los niveles de ruido. El costo de las ventanas con aislamiento acústico va a depender del tamaño de la ventana y el grado de aislamiento acústico necesario. Este costo puede variar entre \$1000 a \$3000 (dólares U.S.A) por ventana.

5.4 Recomendación e Identificación de Posible Medidas de Mitigación Durante la Construcción

Se hará necesario llevar a cabo una evaluación de ruido de construcción más detallada una vez que el diseño final del proyecto permita obtener información más detallada sobre el equipo y técnicas de construcción que van a ser empleados en el proyecto. Se pueden emplear sugerencias específicas al proyecto, relativas al abatimiento del ruido de construcción, con el propósito de minimizar lo máximo posible, o de prevenir impactos adversos como consecuencia del ruido de construcción en sitios críticos del proyecto, las cuales deberían ser incorporadas en los documentos y especificaciones contractuales, tales como:

- Mantener al público informado de cuando se realizaran los trabajos de construcción.
- Mantener registros telefónicos de quejas.
- Limitar el número y duración de equipo ocioso en el sitio de obra.
- Cada motor de combustión interna utilizado para cualquier propósito en trabajos relativos al proyecto deberá estar equipado con un silenciador del tipo recomendado por el fabricante. Ningún motor de combustión interna debería ser operado dentro del proyecto sin tal silenciador.
- Mantener todo el equipo de construcción en buenas condiciones de operación.

- Donde fuese posible, reducir el ruido de todo equipo e instalaciones estacionarias mediante la utilización de cubiertas adecuadas (barreras de ruido fijas y/o móviles).
- En lo posible, minimizar el uso de alarmas de retroceso durante los períodos nocturnos.
- Organizar la carga y descarga de camiones, y las operaciones de manejo con el propósito de minimizar el ruido de construcción en el sitio de obra.
- El contratista deberá cumplir con todas las normas, regulaciones y ordenanzas gubernamentales en referencia a control de niveles de ruido aplicables a cualquier trabajo relativo al contrato y deberá garantizar cumplir con la norma ambiental.
- Las limitaciones a los trabajos de construcción debido a las operaciones existentes del Canal limitarán las operaciones de voladuras a un horario entre las 06:00 y las 18:00 horas, tomando en cuenta que los barcos en tránsito deberán mantener una distancia mínima de 1650 pies al área de voladuras. Esta distancia deberá ser incrementada a 2013 pies para el caso de barcos que acarreen materiales peligrosos.
- Para sitios afectados como resultado de las operaciones de construcción, se requerirán medidas de mitigación del ruido ocasionado por dichas actividades. Las estructuras localizadas en estos sitios necesitarán ventanas con aislamiento acústico para abatir el ruido proveniente de actividades de construcción y requerirán mecanismos de circulación de aire para sus áreas interiores, de manera de proveer condiciones ambientales aceptables en dichas áreas al mantener las ventanas cerradas.
- No se requieren medidas de mitigación para las vibraciones por construcción asociadas con dragados hidráulicos o para excavación sin voladuras.
- Realizar monitoreo por consultores idóneos y tener documentación actualizada.

5.5 Voladuras y Vibración

Esta sección presenta una discusión general de los impactos de ruido y vibración aplicable a proyectos de construcción.

5.5.1 Ruido de Voladuras

La voladura de rocas con explosivos produce una ráfaga de aire que no es sino una onda de presión transmitida desde la voladura hacia las afuera en las regiones circundantes. Esta onda de presión consiste en un sonido audible que puede ser escuchado, y una concusión o sonido sub-audible que no puede ser escuchado. Si la presión de esta onda (denominada sobre presión) es suficiente, puede causar daños estructurales. Sin embargo, las ráfagas de aire es usualmente una molestia y no causa daños estructurales. El sonido producido por dichas ráfagas es primordialmente energía de baja frecuencia, y los dispositivos de medición de sonido deberán tener capacidad de respuesta a las frecuencias bajas para poder así representar con precisión los niveles de ruido totales. Es por ello que, es preferible utilizar una red de pico lineal (linear-peak network), que tenga un tiempo rápido de respuesta e igual sensibilidad desde muy bajas hasta muy altas frecuencias, en el equipo de medición de sonido.

5.5.2 Vibración por Voladuras

Algunas de las fuentes más comunes y sus niveles de vibración son presentadas en la Figura 5-2. A causa de la preferencia generalizada de usar velocidad como medida tanto de la molestia ocasionada como el daño a las edificaciones, el criterio de vibración y los datos medidos de vibración se presentan en términos de niveles de velocidad de vibración no ponderados (VdB). Las actividades de construcción tales como voladuras en roca e hincado de pilotes producen ondas sísmicas que mucha gente dentro de las edificaciones pueden sentir, si las vibraciones son suficientemente fuertes. Las ondas sísmicas se clasifican en ondas superficiales y ondas profundas. Las ondas superficiales producen grandes movimientos en el suelo y llevan consigo grandes cantidades de energía.

El propósito de las voladuras es el de fracturar la roca. Al ocurrir el fracturamiento, la energía es disipada y eventualmente cae a un nivel por debajo de la resistencia de la roca, y la fractura se detiene. La energía remanente pasa a través de la roca, deformándola mas no fracturándola, dado que la deformación ocurre dentro del límite elástico. Esta deformación resulta en la propagación de ondas sísmicas. Cuando la onda sísmica pasa a través de la roca, las partículas rocosas vibran alrededor de su posición de equilibrio. La velocidad con la cual dichas partículas vibran esta relacionada directamente con la energía que llevan las ondas sísmicas. Existen dos factores principales que afectan los niveles de vibración que resultan de la detonación de una carga explosiva: la distancia desde la voladura hasta el receptor, y el tamaño de la carga.

5.5.3 Mitigación

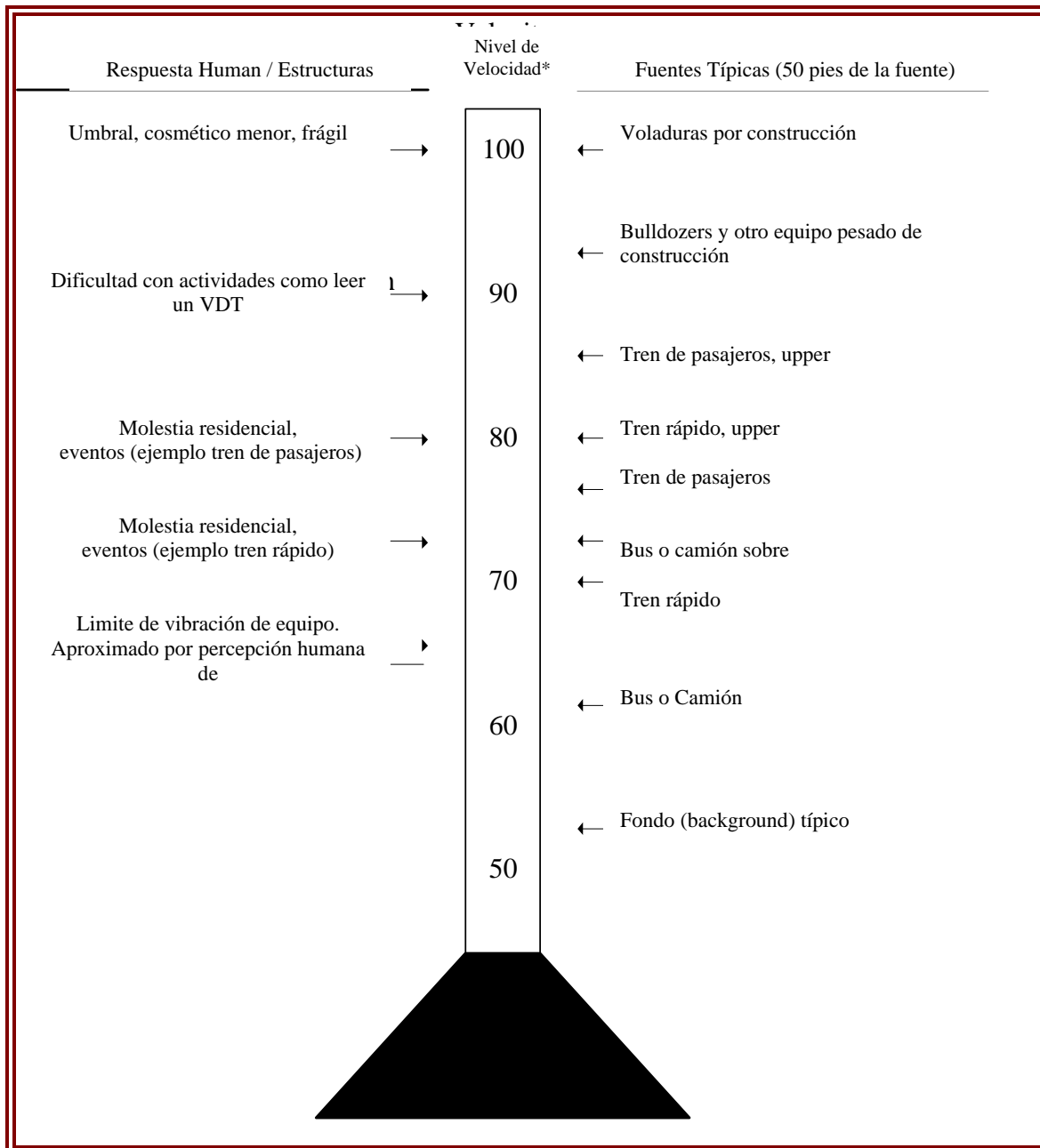
5.5.3.1 Ruido

Se sabe que los niveles de ruido en voladuras y sobrepresiones de ráfagas de viento varían dentro de un amplio rango dependiendo de cuan bien la carga está confinada dentro del agujero de voladura. Sin mitigación, una explosión de cargas no confinadas de 250 libras por retardo podría teóricamente generar picos lineales de ruido de 150 decibeles (dB lin) adentro de un radio de 0.5 millas del sitio de la explosión. A fin de evitar estos efectos indeseados, las normas de construcción requerirían el uso de cordones detonantes de bajo ruido, detonación de las cargas desde el fondo del agujero, y medidas de control de calidad al taquear tanto la carga como el tope del agujero a fin de eliminar o minimizar el ruido de superficie. En el caso de que se tomaran precauciones como las arriba mencionadas, no serían necesarias medidas de abatimiento de niveles de ruidos en voladuras. Nótese el empleo de la escala lineal de decibeles y no la escala "A" de decibeles.

5.5.3.2 Vibración

Las edificaciones y los ocupantes localizados en la vecindad de un sitio de construcción responden a vibraciones en el suelo, y los efectos de dichas vibraciones pueden clasificarse dentro de una de las siguientes categorías:

- Efectos no perceptibles, en los niveles más bajos de vibración.
- Ruidos bajos sordos y vibración perceptible a niveles moderados.
- Daños arquitectónicos y estructurales en los niveles más altos.



Fuente: Manual Guía de Ruido de Tránsito y Vibración Evaluación de Impactos FTA, Marzo 1995.

* RMS niveles de velocidad de vibración en VdB

FIGURA 5-2: FUENTES Y NIVELES COMUNES DE VIBRACIÓN

El criterio de selección para vibraciones aceptables cae dentro de dos categorías: uno por integridad estructural y el otro por sensibilidad humana. El criterio por sensibilidad humana y molestia depende de muchos factores subjetivos. Los estudios indican que el rango de niveles de vibración que son perceptibles a los ocupantes de las edificaciones, pero que son aceptables para ellos, es bien pequeño. Otro factor es la duración de exposición a la vibración. Las normas generalmente permiten incrementos en los niveles de exposición por tiempos de exposición reducidos.

Si se emplean voladuras en el método de excavación, las siguientes medidas de mitigación serían consideradas apropiadas:

- Especificar límites de vibración en los documentos del contrato a fin de minimizar los efectos de perturbación en las áreas residenciales que pudieran ser potencialmente afectadas.
- Especificar las medidas de control de calidad en voladuras apropiadas a fin de asegurar un adecuado control del proceso.
- Especificar que el contratista emplee un consultor en voladuras calificado a fin de proveer un plan y para iniciar el trabajo de voladuras, incluyendo la supervisión de la voladura de prueba inicial con el objeto de establecer los efectos y las condiciones de base.
- Monitorear vibraciones en sitios críticos durante el periodo de construcción.
- Inspecciones de integridad estructural antes de las voladuras en estructuras críticas.
- Mantener al público informado de cuando el trabajo va a ser realizado.

La información discutida arriba esta basada en información general y esta presentada como una guía. Por tanto, es recomendable que un análisis de vibración mas detallado sea conducido a fin de incluir medidas reales de vibración en el suelo en sitios críticos durante voladuras de prueba, y que un análisis de ruido de voladuras mas detallado sea conducido para determinar el impacto del ruido en sitios críticos durante la fase constructiva.

Un análisis mas detallado sobre los record de vibraciones provenientes de actividades de blasting obtenidos podría ser desarrollado durante la preparación del EIS. Los niveles de vibración provenientes de las operaciones de voladura dependerán de la distancia a los receptores sensitivos del sitio de voladuras y la carga “weight”. Records representativos de vibraciones a distancias de 70 y 210 metros muestran que los niveles son consistentes con la carga “weight” y la distancia y las velocidades pico de vibración son 36.3 mm/sec y 15.8 mm/sec a las dos distancias.

Equipo PB Consult:

Guido Schattaneck
Mabel Muñoz Devesa
Ana María Elías
Helen Ginzburg
Gabriela Yañez Uribe

Equipo ACP:

Daniel Muschett
Hortensia Broce
Franklin Guardia
Javier Morón
Zuleika Mojica
Guadalupe Ortega
Tomás Edghill

Con la colaboración de:

Michael Babin
Aida Khalil