

*Ampliación del Canal de Panamá
Proyecto del Tercer Juego de Esclusas*

**Estudio de Impacto
Ambiental**

Categoría II

**Ensanche y
Profundización del
Cauce de la Entrada
Pacífica del Canal de
Panamá**

Abril 2007



Preparado por:
PB International



Preparado para:
**División Ambiental de la Autoridad
del Canal de Panamá (ACP)**



1 ÍNDICE

1	ÍNDICE	I
2	RESUMEN EJECUTIVO	2-3
2.1	DATOS GENERALES DE LA EMPRESA (DECRETO 209)	2-3
2.2	BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO; ÁREA A DESARROLLAR; PRESUPUESTO APROXIMADO	2-3
2.3	SÍNTESIS DE CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	2-3
2.4	INFORMACIÓN MÁS RELEVANTE SOBRE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES CRÍTICOS GENERADOS POR EL PROYECTO.....	2-3
2.5	BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POSITIVOS Y NEGATIVOS GENERADOS POR EL PROYECTO	2-3
2.6	BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN, SEGUIMIENTO, VIGILANCIA Y CONTROL PREVISTAS PARA CADA TIPO DE IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO	2-3
2.7	BREVE DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE PARTICIPACIÓN PÚBLICA REALIZADO.....	2-3
3	INTRODUCCIÓN	3-3
3.1	LOCALIZACIÓN, ALCANCE Y OBJETIVOS DEL PROYECTO PROPUESTO.....	3-3
3.2	METODOLOGÍA (INCLUIDA DURACIÓN E INSTRUMENTALIZACIÓN)	3-3
4	INFORMACIÓN GENERAL	4-3
4.1	INFORMACIÓN SOBRE EL PROMOTOR (NATURAL O JURÍDICA), TIPO DE EMPRESA, UBICACIÓN, REPRESENTANTE LEGAL	4-3
4.2	PAZ Y SALVO EMITIDO POR EL DEPARTAMENTO DE FINANZAS DE ANAM	4-3
5	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5-3
5.1	OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	5-3
5.2	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	5-3
5.3	LEGISLACIÓN Y NORMAS TÉCNICAS Y AMBIENTALES QUE REGULAN EL PROYECTO	5-3
5.4	DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DEL PROYECTO	5-3
5.4.1	<i>Planificación.....</i>	5-3
5.4.2	<i>Etapas de Construcción (Dragado para profundización y ensanche).....</i>	5-3
5.4.3	<i>Etapas de Operación (dragado de mantenimiento).....</i>	5-3
5.4.4	<i>Etapas de Abandono.....</i>	5-3
5.4.5	<i>Flujograma y tiempo de ejecución de cada fase.....</i>	5-3
5.5	INFRAESTRUCTURA A DESARROLLAR Y EQUIPO A UTILIZAR	5-3
5.5.1	<i>Frecuencia de movilización de equipo.....</i>	5-3
5.5.2	<i>Flujo Vehicular Esperado.....</i>	5-3
5.5.3	<i>Mapeo de Ruta Más Transitada.....</i>	5-3
5.6	NECESIDADES DE INSUMOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN	5-3
5.6.1	<i>Servicios básicos.....</i>	5-3
5.6.2	<i>Mano de obra.....</i>	5-3
5.7	MANEJO Y DISPOSICIÓN DE DESECHOS	5-3
5.7.1	<i>Residuos Sólidos</i>	5-3
5.7.2	<i>Residuos Líquidos.....</i>	5-3
5.7.3	<i>Residuos Gaseosos.....</i>	5-3
5.7.4	<i>Residuos Peligrosos.....</i>	5-3
5.8	CONCORDANCIA CON EL PLAN DE USO DE SUELO.....	5-3
5.9	ESTUDIO Y ANÁLISIS FINANCIERO	5-3
5.9.1	<i>Monto global de la inversión.....</i>	5-3
6	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO	6-3
6.1	FORMACIONES GEOLÓGICAS REGIONALES	6-3
6.1.1	<i>Unidades Geológicas Locales.....</i>	6-3
6.2	GEOMORFOLOGÍA.....	6-3
6.3	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO.....	6-3
6.3.1	<i>Descripción del uso del suelo</i>	6-3
6.3.2	<i>Deslinde de la Propiedad</i>	6-3

6.3.3	Capacidad de Uso y Aptitud	6-3
6.4	TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA	6-3
6.4.1	Topografía	6-3
6.4.2	Batimetría	6-3
6.5	CLIMA	6-3
6.5.1	Temperatura	6-3
6.5.2	Radiación Solar	6-3
6.5.3	Precipitación.....	6-3
6.5.4	Humedad Relativa	6-3
6.5.5	Vientos	6-3
6.6	HIDROLOGÍA	6-3
6.6.1	Calidad de aguas superficiales.....	6-3
6.6.2	Aguas subterráneas.....	6-3
6.7	CALIDAD DE AIRE	6-3
6.7.1	Emisiones Atmosféricas	6-3
6.7.2	Ruido.....	6-3
6.7.3	Vibraciones.....	6-3
6.7.4	Olores	6-3
6.8	AMENAZAS NATURALES	6-3
6.8.1	Sismología y Riesgos Sísmicos.....	6-3
6.9	INUNDACIONES.....	6-3
6.10	EROSIÓN Y DESLIZAMIENTOS	6-3
7	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIOLÓGICO	7-3
7.1	CARACTERÍSTICAS DE LA FLORA.....	7-3
7.1.1	Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción	7-3
7.1.2	Especies Indicadoras.....	7-3
7.1.3	Inventario forestal	7-3
7.1.4	Inventario de Especies Exóticas, Endémicas y en Peligro de Extinción.....	7-3
7.2	CARACTERÍSTICAS DE LA FAUNA	7-3
7.2.1	Especies Indicadoras.....	7-3
7.2.2	Especies amenazadas, vulnerables, endémicas o en peligro de extinción.....	7-3
7.3	ECOSISTEMAS FRÁGILES.....	7-3
7.3.1	Representatividad de los ecosistemas	7-3
8	DESCRIPCIÓN DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	8-3
8.1	USO ACTUAL DE LA TIERRA EN SITIOS COLINDANTES	8-3
8.2	CARACTERÍSTICAS DE LAS POBLACIONES DE LA BOCA, AMADOR Y DIABLO (NIVEL CULTURAL Y EDUCATIVO).....	8-3
8.2.1	Índices demográficos, sociales y económicos.....	8-3
8.2.2	Índice de mortalidad y morbilidad	8-3
8.2.3	Índice de ocupación laboral y otros similares que aporten información relevante sobre la calidad de vida de las comunidades afectadas	8-3
8.2.4	Equipamiento, servicios, obras de infraestructura y actividades económicas	8-3
8.3	PERCEPCIÓN LOCAL SOBRE EL PROYECTO	8-3
8.3.1	Foro público	8-3
8.4	SITIOS HISTÓRICOS, CULTURALES, ARQUEOLÓGICOS Y PALEONTOLÓGICOS.....	8-3
8.5	PAISAJE	8-3
9	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS.....	9-3
9.1	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL PREVIA (LÍNEA BASE) EN COMPARACIÓN CON LAS TRANSFORMACIONES DEL AMBIENTE ESPERADAS.....	9-3
9.2	ANÁLISIS, VALORACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE LOS IMPACTOS POSITIVOS Y NEGATIVOS DE CARÁCTER SIGNIFICATIVAMENTE ADVERSOS DERIVADOS DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	9-3
9.2.1	Descripción de los impactos positivos y negativos valorados como significativos	9-3
	Impactos durante la fase de construcción.....	9-3
	Cambio de la calidad del agua marina.....	9-3

<i>Palo Seco</i>	9-3
<i>Tortolita 9-3</i>	
<i>Tortolita Sur</i>	9-3
<i>Impactos durante la fase de operación</i>	9-3
9.3 METODOLOGÍA	9-3
10 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)	10-3
10.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	10-3
10.1.1 Medidas para Dragado	10-3
10.1.2 Medidas para Sitios de Depósito Acuáticos	10-3
10.1.3 Medidas para Sitios de Depósito terrestre	10-3
10.1.4 Medidas para los efectos de Vibración debido a Voladuras	10-3
10.1.5 Medidas para reducir los efectos de ruido	10-3
10.2 ENTE RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	10-3
10.3 MONITOREO	10-3
10.3.1 Plan de Monitoreo	10-3
10.3.2 Plan de Seguimiento, Vigilancia y Control	10-3
10.3.3 Responsabilidades y funciones	10-3
10.4 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	10-3
10.5 PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA	10-3
10.5.2 Metodología	10-3
10.5.3 Descripción de las actividades realizadas	10-3
10.5.4 Reuniones Informativas	10-3
10.5.5 Publicación de notas en medios de comunicación	10-3
10.5.6 Mecanismos de Atención	10-3
10.5.7 Resolución de Conflictos	10-3
10.5.8 Conclusiones	10-3
10.6 PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGO	10-3
10.7 PLAN DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA	10-3
10.8 PLAN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL	10-3
10.9 PLAN DE CONTINGENCIA	10-3
10.9.1 Accidentes laborales	10-3
10.9.2 Derrames	10-3
10.9.3 Incendios	10-3
10.9.4 Medidas especiales o prevención	10-3
10.9.5 Centro de atención y equipamiento de primeros auxilios	10-3
10.9.6 Listado de notificación en caso de urgencias	10-3
10.10 PLAN DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL POST-OPERACIÓN	10-3
10.11 PLAN DE ABANDONO	10-3
10.12 COSTOS DE LA GESTIÓN AMBIENTAL	10-3
11 AJUSTE ECONÓMICO POR EXTERNALIDADES SOCIALES Y AMBIENTALES Y ANÁLISIS DE COSTO- BENEFICIO FINAL	11-3
11.1 VALORACIÓN MONETARIA DEL IMPACTO AMBIENTAL	11-3
11.2 VALORACIÓN MONETARIA DE LAS EXTERNALIDADES SOCIALES	11-3
11.3 CÁLCULOS DEL VAN	11-3
12 LISTA DE PROFESIONALES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y LAS FIRMAS RESPONSABLES	12-3
12.1 FIRMAS DEBIDAMENTE NOTARIADAS	12-3
12.2 NÚMERO DE REGISTRO DE CONSULTORES	12-3
13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	13-3
14 BIBLIOGRAFÍA	14-3
15 ANEXOS	15-3

LISTA DE ANEXOS

Anexos del Capítulo 5

Anexo 5-1: Legislación Ambiental Nacional

Anexo 5-2: Marco Legal de la ACP

Anexo 5-3: Estándares Ambientales de la ACP

Anexo 5-4: Acuerdos Multilaterales, Regionales o Bilaterales Ratificados por Panamá

Anexo 5-5: Manual de Manejo de Materiales y Desechos

Anexos del Capítulo 6

Anexo 6-1: Resultados del Análisis de Datos de Voladuras

Anexos del Capítulo 7

Anexo 7-1: Medio Biológico de los Sitios de Depósito Terrestre

Anexos del Capítulo 8

Anexo 8-1: Paisaje

Anexos del Capítulo 10

Anexo 10-1: Plan de Perforaciones y Voladuras

Anexo 10-2: Volantes de la Junta Comunal Repatidos a la Población

Anexo 10-3: Noticia Publicada en El Faro

Anexo 10-4: Guía de Resolución de Conflictos

Anexo 10-5: Transcripciones de las Reuniones Informativas

Anexo 10-6: Presentaciones de las Reuniones Informativas

Anexos del Capítulo 12

Anexo 12-1: Registro de Consultores de PB

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1: Sitios de depósito y zona propuesta de dragado. Fuente: PB 2007	2-3
Figura 3-1: Localización Geográfica del Proyecto en Panamá. Fuente: PB 2007	3-3
Figura 3-2: Corregimientos del área del Proyecto en Panamá. Fuente: PB 2007	3-3
Figura 3-3: Componentes del Programa de Ampliación del Canal de Panamá. ACP – Plan Maestro del Canal de Panamá, abril 2006.	3-3
Figura 5-1: Extensión del canal de navegación propuesto para dragar. Fuente: PB 2007	5-3
Figura 5-2: Sitios de depósito y zona propuesta de dragado. Fuente: PB 2007	5-3
Figura 5-3: Cronograma de Ejecución del Programa de Ampliación del Canal de Panamá.....	5-3
Fuente: PB 2007	5-3
Figura 5-4: Zonas de dragado y sitios de depósito.....	5-3
Figura 5-5: Cronograma del Proyecto Propuesto. Fuente: ACP 2006	5-3
Figura 5-6: Análisis de la producción de desechos dragados, por kilómetro y tipo de desecho, en relación con las distancias y la capacidad de los sitios de depósito propuestos,	

en términos de su volumen y capacidad para recibir tipos de material. Fuente: ACP-PB 2007.....	5-3
Figura 5-7: Ruta más transitada. Fuente: PB 2007	5-3
Figura 5-8: Plan de Usos del Suelo de la Autoridad de la Región Interoceánica. Fuente: PB 2007.....	5-3
Figura 6-1: Principales formaciones geológicas del área del proyecto propuesto. Fuente: PB 2007	6-3
Figura 6-2: Principales formaciones geológicas del tramo propuesto para dragar. Fuente: PB (2007)	6-3
Figura 6-3: Plan de Usos del Suelo de la ACP. Fuente: PB (2007)	6-3
Figura 6-4: Usos del Suelo de las áreas cercanas al proyecto propuesto. Fuente: PB (2007)	6-3
Figura 6-5: Vistas de Velásquez (a), Victoria (b) y Farfán (c)	6-3
Figura 6-6: Tipos de Suelo de las áreas cercanas al proyecto propuesto	6-3
y los sitios de depósito terrestres. Fuente: PB (2007)	6-3
Figura 6-7: Mapa Topográfico (escala 1:50000) del área del proyecto propuesto. Fuente PB (2007)	6-3
Figura 6-8: Topografía de los sitios de depósito Farfán (B), velásquez (A) y victoria (A). Fuente: ACP.....	6-3
Figura 6-9: Profundidades acuáticas y cambios batimétricos a lo largo de la historia en Palo Seco. Fuente: PB (2007)	6-3
Figura 6-10: Profundidades acuáticas y cambios batimétricos a lo largo de la historia en Tortolita. Fuente: PB (2007).....	6-3
Figura 6-11: Profundidades acuáticas y cambios batimétricos a lo largo de la historia en Tortolita Sur. Fuente: PB (2007)	6-3
Figura 6-12: Localización de las estaciones hidrometeorológicas consideradas (Fuente: PB 2007)	6-3
Figura 6-13: Flujos mareales modelados durante las Mareas Vivas ⁴³	6-3
Figura 6-14: A) Posiciones del muestreo; B) Características del tamaño de partícula de las muestras de sedimentos del Canal. Fuente: PB 2007	6-3
Figura 6-15: Poblaciones tamaño de partícula de arena en el sector Pacífico.	6-3
Figura 6-16. Perfil por ecosondeo del Cauce de Aproximación del Pacífico efectuado en septiembre del 2006. Fuente: PB (2007)	6-3
Figura 6-17. Sitios de muestreo de calidad de agua y ecológico de los estudios de la Universidad de Panamá (P) y de la Isla Artificial (círculos). Fuente: PB (2007)	6-3
Figura 6-18: Niveles de Ruido Comunes en Áreas Exteriores e Interiores	6-3
Figura 6-19: Programa de Monitoreo. Fuente: PB (2007)	6-3
Figura 6-20: Respuesta humana a las vibraciones transitorias.....	6-3
Figura 6-21: Límites OSM ppv basados en la frecuencia.....	6-3
Figura 6-22: Sitios de Voladuras y localización de Sismógrafos en el área de La Boca. Fuente: PB (2007)	6-3
Figura 6-23: Sitios de Voladuras y localización de Sitios de Receptores en el área de La Boca. Fuente: PB (2007).....	6-3
Figura 6-24: Gráfica de la Distancia Ajustada vs. ppv medido	6-3
Figura 7-1: Distribución de los tipos de cobertura vegetal en el área del proyecto propuesto. Fuente: PB 2007	7-3
Figura 7-2: Fotografía aérea de los sitios de depósito terrestres en el año 1999. (A) Victoria, Velásquez y Rousseau; (B) Farfán. Fuente: PB 2007.....	7-3
Figura 7-3: Fotografía aérea de los sitios de depósito terrestres en el año 005. (A) Victoria, Velásquez y Rousseau; (B) Farfán. Fuente: PB 2007.....	7-3
Figura 7-4: Distribución de los habitats en el área del proyecto propuesto. Fuente: PB 2007.....	7-3
Figura 7-5: Zonas protegidas y Sensibles en el área del proyecto propuesto. Fuente: PB 2007	Error! Bookmark not defined.

Figura 8-1: Mapa de los usos del suelo de la Autoridad de la Región Interoceánica.	8-3
Fuente: PB 2007	8-3
Figura 8-2: Mapa de los sitios con reportes de restos arqueológicos e históricos dentro del área influencia del proyecto propuesto y próximo al mismo. Fuente: PB 2007	8-3
Figura 8-3: Vista panorámica del área de proximidad al proyecto propuesto. Fuente: Google 2005 – Licencia de PB	8-3
Figura 8-4: Vista Panorámica de la parte Oeste de la Entrada Pacífica del Canal. Fuente: Google 2005 – Licencia de PB	8-3
Figura 8-5: Vista Panorámica de la parte Sur-Oeste de la Entrada Pacífica del Canal. Fuente: Google 2005 – Licencia de PB	8-3
Figura 9-1: Ecotrazados que ilustran los elevaciones del lecho y las capas de sedimento /roca existentes en Palo Seco.	9-3
Figura 10-1. Diseño simplificado para favorecer un flujo de densidad a la salida de la tubería.	10-3
Figura 10-2. El uso de una tolva con una tubería que genera un flujo de depósito según la densidad, con lo que se minimiza la turbiedad.	10-3
Figura 10-3: Posible ubicación de los muros de contención temporales.	10-3
Figura 10-4: Entrega de volantes a los residentes de La Boca por personal de la ACP y de la Junta Comunal de Ancón.	10-3
Figura 10-5: Presentaciones a los residentes de La Boca	10-3
Figura 10-6: Personal del Departamento de Ingeniería y Administración de Programas, explican a los dueños de negocios de La Boca, Diablo y Amador, detalles acerca del alcance del proyecto	10-3

LISTA DE TABLAS

Tabla 5-1: Dimensiones propuestas para el cauce de navegación Post-Panamax del Pacífico (Escenario: esclusas de 427 m x 55 m x 16.8 m).....	5-3
Tabla 5-2: Dimensiones del cauce y volúmenes de materiales generados para la navegación Post-Panamax en el sector Pacífico. Fuente: ACP 2006c.....	5-3
Tabla 5-3: Sitios de depósito propuestos para el dragado de la entrada del pacífico y del Canal de acceso sur de las nuevas esclusas del pacífico.....	5-3
Tabla 5-4: Equipo propuesto para los trabajos en el cauce de navegación Post-Panamax según la condición geológica y efectividad de los equipos	5-3
Tabla 5-5: Número aproximado de personas trabajando en cada equipo involucrado en el programa de ampliación del Canal.	5-3
Tabla 5-6: Número aproximado de personas trabajando en el proyecto propuesto.....	5-3
Tabla 6.1: Promedio mensual de la temperatura del aire (Estación Balboa FAA 2001-2006).....	6-3
Tabla 6-2: Promedio mensual de la radiación solar total en kj/m-2, Estación Balboa FAA (2000- 2004)	6-3
Tabla 6-3 Precipitación media anual.....	6-3
Tabla 6-4 Precipitación media mensual 1994-2004	6-3
Tabla 6-5: Promedio mensual de la humedad relativa del aire en porcentaje	6-3
Tabla 6-6: Promedio mensual de la velocidad del viento (km / hora).....	6-3
Tabla 6-7 Calidad de las aguas Superficiales de los ríos Farfán y Velásquez.....	6-3
Tabla 6-8. Resumen de las condiciones de oleaje encontradas en la entrada del Canal de Panamá.	6-3
Tabla 6-9. Sólidos suspendidos y valores secchi, 1993-1994.....	6-3
Tabla 6-10: Principales fuentes de emisión existentes en las operaciones actuales del Canal	6-3

Tabla 6-11: Emisiones Existentes de Fuentes Marítimas bajo las Operaciones Actuales.....	6-3
Tabla 6-12: Emisiones Existentes del Programa de Modernización	6-3
Tabla 6-13: Comparación de valores de calidad del aire (2005)	6-3
Tabla 6-14: Niveles de Día/Noche Equivalentes (Ldn), dBA	6-3
Tabla 6-15: Niveles de Ruido para áreas residenciales e industriales.....	6-3
Tabla 6-16: Niveles de Ruido de Fondo o Ambiental Existentes.....	6-3
Tabla 6-17: Equipos de Construcción para Dragado del Canal de aproximación del Pacífico	6-3
Tabla 6-18: Límites de concusión de aire por voladuras	6-3
Tabla 6-19: Pesos de carga vs. velocidad pico como función de la distancia (A).....	6-3
Tabla 6-20: Pesos de carga vs. velocidad pico como función de la distancia (B).....	6-3
Tabla 6-21: Criterios de molestias debido a vibraciones generadas dentro de edificios	6-3
Tabla 6-22: Estándares y criterios de daños por vibración expresados en términos de velocidad pico de partícula (PPV) para diferentes edificios y tipos de terreno.....	6-3
Tabla 6-23: Categorías estructurales según la norma SN 640312.....	6-3
Tabla 6-24: Criterios de Aceptación de la norma SN 640312 para cada categoría estructural	6-3
Tabla 6-25: Cálculos estimados de PPV (pul/seg)	6-3
Tabla 7-1: Porcentaje de tipos de cobertura vegetal en los sitios de depósito terrestres	7-3
Tabla 7-2 Elementos de flora existentes observados en campo 16-02-07	7-3
Tabla 7-3. Conteos de fitoplacton y biomasa.....	7-3
Tabla 7-4. Especies indicadoras de aves observadas en el campo.....	7-3
Tabla 7-5. Índices de biodiversidad de Zooplacton.	7-3
Tabla 7-6. Muestreos de Macrofauna recogidos en las estaciones de mar abierto.	7-3
Tabla 7-7. Índice de biodiversidad de Shannon – Wiener (H) Valores para los sitios de muestreo de bentos.	7-3
Tabla 7-8. Aves costeras observadas en las cercanías de Palo Seco.	7-3
Tabla 8.1 Indicadores Socioeconómicos - La Boca, Amador y Diablo.....	8-3
Tabla 8.2 Condiciones de Morbilidad en la Provincia de Panamá y Corregimiento de Ancón	8-3
Tabla 8.3 Características de las viviendas - Comunidades de La Boca, Amador y Diablo.....	8-3
Tabla 8.4 Locales Comerciales, Lucrativos, Educativos y Religiosos de la Comunidad de La Boca	8-3
Tabla 8.5 Locales Comerciales, Lucrativos, Educativos y Religiosos en Amador y Diablo	8-3
Tabla 8.6: Estadísticas de Divulgación del Proyecto de Ampliación	8-3
Tabla 8.7: Resultados de entregas de volantes a residentes La Boca y Diablo	8-3
Tabla 8.8: Negocios invitados a las reuniones informativas Diablo, Amador y La Boca.....	8-3
Tabla 9-1: Matriz de identificación de impactos ambientales - Etapa de Construcción	9-3
Tabla 9-2: Matriz de identificación de impactos ambientales - Etapa de Operación.....	9-3
Tabla 9-3: Valoración global de los impactos ambientales en la etapa de construcción	9-3
Tabla 9-4. Valoración global de los impactos ambientales en la etapa de operación.....	9-3
Tabla 9-5: Importancia ambiental de los impactos en la etapa de construcción	9-3
Tabla 9-6: Importancia ambiental de los impactos en la etapa de operación	9-3
Tabla 9-7: Emisiones Estimadas durante las operaciones de dragado	9-3
Tabla 9-8: Estimación de Niveles de Ruido	9-3
Tabla 9-9: Estimaciones de la subida de elevaciones de los sitios de depósito terrestres.....	9-3
Tabla 9-10: Pronóstico de las velocidades orbitales cercanas al lecho generadas por el oleaje en distintas profundidades acuáticas.....	9-3
Tabla 9-11: Pérdidas de desechos típicas de los procesos de dragado	9-3
Tabla 9-12: Cuadro resumen de Atributos, Caracterización y Valoración de los Impactos Ambientales	9-3

Tabla 9-13: Jerarquización de la Importancia de los Impactos Ambientales y sus respectivos rangos de valorización	9-3
Tabla 10-1: Medidas de Mitigación de Dragado	10-3
Tabla 10-2: Programa Propuesto para el monitoreo de dragado y disposición de material	10-3
Tabla 10-3: Programa informativo de televisión	10-3
Tabla 10-4: Listado de instituciones que se pueden llamar en caso de emergencia.....	10-3
Tabla 10-5: Costo de los gastos ambientales.....	10-3
Tabla 11.1 Resultados Financieros del Canal Ampliado	11-3
Tabla 12.1: Equipo responsable de la elaboración del EsIA.	12-3

LISTA DE ABREVIACIONES

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ACP	Autoridad del Canal de Panamá
AIVD	Área de Influencia Visual Directa
AIVI	Área de Influencia Visual Indirecta
ANAM	Autoridad Nacional del Ambiente
ANSI	Instituto Nacional Americano de Normas por sus siglas en Inglés
ARI	Autoridad de la Región Interoceánica
CCP	Comisión del Canal de Panamá
CITES	Convenio Internacional de Tráfico de Especies en Peligro (Flora y Fauna)
CO	Monóxido de Carbono
CPSUAB	La tonelada del Canal se mide con el Sistema Universal de Arqueo de Buques. Una tonelada CPSUAB equivale a cien pies cúbicos de capacidad de carga del buque.
dB	Decibeles
DDEU	Departamento de Defensa de los Estados Unidos
DIMAUD	Dirección Municipal de Aseo Urbano y Domiciliario
EAP	Evaluación Ambiental Preliminar
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
EPA	Environmental Protection Agency

EsIA	Estudio de Impacto Ambiental
FAO	Organización de la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas, por sus siglas en Inglés
FTA	Administración Federal de Tránsito
HOROKO	Área comprendida entre Howard, Rodman y Fuerte Kobbe
Hz	Hertzios
IEA	Instituto Especializado de Análisis
INAC	Instituto Nacional de Cultura
IME	Instituto de Fabricantes de Explosivos, por sus siglas en Inglés
ISO	Organización Internacional para la Normalización, por sus siglas en Inglés
MARPOL	Convenio Internacional para prevenir la contaminación por Buques, por sus siglas en Inglés
MaTEA	Manual Técnico de Evaluación Ambiental
MLWS	Nivel Medio de las Mareas Bajas de Sicigia, por sus siglas en Inglés
MRI	Imágenes de Resonancia Magnética, por sus siglas en Inglés
NAD	Datum Norteamericano de 1927
NOx	Óxidos de Nitrógeno
O ₃	Ozono
OMI	Organización Marítima Internacional
OSM	Oficina de Minería Superficial (Office of Surface Mining)
PB	Parsons Brinckerhoff

PAC	Proyecto de Ampliación del Canal
PCSOPEP	Panama Canal Shipboard Oil Pollution Emergency Plan
PEA	Población Económicamente Activa
PLD	Nivel de referencia del Canal por sus siglas en Inglés .
PM	Partículas Finas
PMA	Plan de Manejo Ambiental
PPV	Velocidad Pico de Partícula
psi	Libras por pulgadas cuadradas
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SO ₂	Dióxido de Sulfuro
SOLAS	Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar por sus siglas en Inglés
TBT	Tributilestaño
TEU	Contenedor de 20x8x8 pies
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UNEP	Programa de Ambiente de las Naciones Unidas
USBM	Departamento de Minas de los Estados Unidos por sus siglas en Inglés
USEPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos por sus siglas en Inglés
UTM	
UXO	Sistema Universal Transverso de Mercator (Sistema de coordenadas)
	Municiones no detonadas, por sus siglas en Inglés

VAN	Valor Actual Neto, por sus siglas en Inglés
WBCSD	Consejo Mundial de Negocios para el Desarrollo Sostenible, por sus siglas en Inglés
WMF	Fondo Mundial de Monumentos, por sus siglas en Inglés

2 RESUMEN EJECUTIVO

2.1 Datos Generales de la Empresa (Decreto 209)

El promotor de este proyecto es la Autoridad del Canal de Panamá (ACP). La ACP funciona de acuerdo con su Ley Orgánica y con los reglamentos que aprueba la Junta Directiva. Le corresponde la operación, administración, funcionamiento, conservación, mantenimiento, mejoramiento y modernización del Canal, así como sus actividades y servicios conexos, conforme a las normas constitucionales legales vigentes, con el propósito de garantizar el funcionamiento seguro, continuo, eficiente y rentable de la vía.

El representante legal de la ACP es el Administrador, quien actualmente es el Ingeniero Alberto Alemán Zubieta. Su sede principal se encuentra ubicada en el Edificio de la Administración en el área de Balboa.

Los datos generales de la persona de la ACP a contactar sobre el Estudio de Impacto Ambiental aparecen a continuación:

- a) **Persona a Contactar:** Daniel Muschett
- b) **Cédula de Identidad Personal:** 3-67-969
- c) **Teléfono de la persona a contactar:** 276-1295
- d) **Fax de la persona a contactar:** 276-1291
- e) **Correo electrónico:** dmuschett@pancanal.com
- f) **Página Web:** www.pancanal.com
- g) **Nombre y Registro del Consultor:** Parsons Brinckerhoff International (PB)
IRC-Nº 009-2007

2.2 Breve descripción del Proyecto; área a desarrollar; presupuesto aproximado

Breve Descripción del Proyecto y Área a Desarrollar

El proyecto propuesto, Ensanche y Profundización del Cauce de la Entrada Pacífica del Canal de Panamá, forma parte de los trabajos de profundización y ensanche de los canales de navegación existentes dentro del ‘Programa de Ampliación del Canal – Proyecto del Tercer Juegos de Esclusas’ (referido en este documento como ‘Programa de Ampliación del Canal’).

El proyecto propuesto se encuentra específicamente localizado en áreas patrimoniales del Canal de Panamá, en el cauce de navegación de la entrada Pacífica del Canal de Panamá en los corregimientos de Ancón, Arraiján y Veracruz, distritos de Arraiján y Panamá, provincia de Panamá. La totalidad del área del proyecto se encuentra dentro del área designada para la operación del Canal, y tiene acceso restringido.

Los objetivos específicos del proyecto propuesto son:

- Ensanchar el cauce de navegación existente de la entrada del Pacífico de 192m a aproximadamente 225 m de ancho en algunos tramos, y de 225m a 310 en la parte norte del canal de navegación de la entrada al Pacífico y en las cercanías del Puente de las Américas.
- Profundizar el canal de navegación de la entrada al Pacífico de 14.2m a 15.5 m de profundidad (13.3 Km.).
- Dragar el canal de acceso sur para las nuevas esclusas del Pacífico (0.69 Km.) a aproximadamente 218 m de ancho y 15.5 m de profundidad.

La duración total del proyecto propuesto se estima que será de unos 60 meses. Las obras de dragado del cauce de navegación en la entrada del Pacífico empezarán a principios del año 2008 y finalizarán a finales del 2012. El dragado de la sección al Sur del Puente de las Américas se iniciaría en el 2008, y el de la sección al Norte del Puente en el 2009.

Los trabajos asociados con el proyecto propuesto durante la *fase de construcción* comprenden una combinación de actividades de perforación y voladura, y de dragado así como el transporte y deposición del material de dragado.

Se prevé que los trabajos de profundización y ensanche del cauce de navegación de la entrada del Pacífico requerirá una perforación y voladura de 4.36 Mm³ y el dragado de 6.5 Mm³ de material. Por otro lado, el volumen de perforación y voladura para el cauce de aproximación del sur del Pacífico se estima en 1.41 Mm³ y una remoción de 2.51 Mm³ de material de dragado.

Para lograr estos objetivos, será necesario depositar el material de dragado en varios de los sitios de depósito: Farfán, Palo Seco, Victoria, Velásquez, Rousseau, Tortolita y Tortolita Sur dependiendo del tipo de material extraído. Estos sitios de depósito existentes han sido utilizados previamente (con la excepción de Rousseau) para las operaciones de dragado del Canal.

La Figura 2-1 muestra los sitios de depósitos y la zona propuesta de dragado.

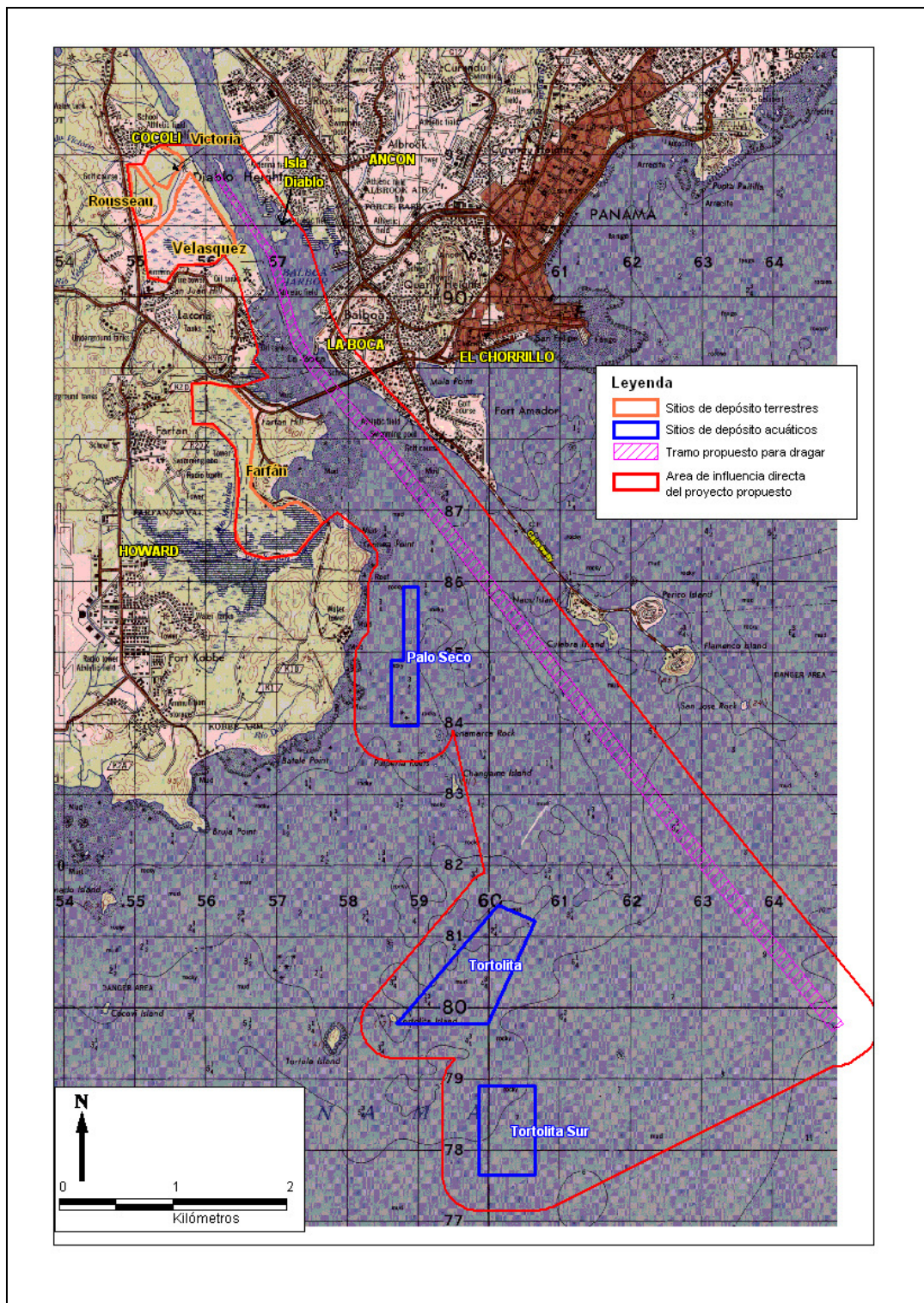


FIGURA 2-1: SITIOS DE DEPÓSITO Y ZONA PROPUESTA DE DRAGADO. Fuente: PB 2007

Farfán, Victoria, Velásquez y Rousseau son sitios de depósito terrestres, de los cuales, los tres primeros poseen muros de contención y han sido usados en el pasado por la ACP para el

depósito de material producido durante los programas de mantenimiento y modernización. Rousseau sería utilizado por primera vez para el proyecto propuesto.

Palo Seco, Tortolita y Tortolita Sur son lugares de depósito acuáticos que también han sido utilizados por la ACP durante los programas de mejora y mantenimiento del Canal.

Las actividades durante la *fase de operación* del proyecto propuesto se relacionan con la ejecución de tareas de dragado de mantenimiento de los canales de navegación en la entrada Pacífica del Canal de Panamá. Este proyecto no posee fase de abandono como tal por ser una obra previa a la excavación del Canal de Acceso Pacífico para el Proyecto de Ampliación del Canal.

Presupuesto Aproximado

La construcción del Tercer Juego de Esclusas tendrá un costo total estimado de B/ 5,250 millones. La excavación de los cauces de acceso a las nuevas esclusas tendrá un costo estimado de B/ 820 millones, de los cuales B/ 400 millones se dedicarán para la excavación seca del cauce de acceso del Pacífico, B/ 250 millones para trabajos de perforación, voladura y dragado, más una provisión de B/ 170 millones para posibles contingencias. El monto global de la inversión para la realización del proyecto propuesto forma parte de los costes para la excavación de los cauces de acceso al complejo de nuevas esclusas en el Pacífico.

2.3 Síntesis de características del área de influencia del proyecto

El proyecto propuesto se realizará dentro de áreas patrimoniales y de operación del Canal de Panamá, zona bajo la responsabilidad privativa de la ACP. Actualmente esta zona se encuentra deshabitada, y su uso tiene acceso restringido. Específicamente, el proyecto se ubica dentro del área patrimonial de la ACP localizado en el cauce de navegación de la entrada Pacífica del Canal de Panamá, en el corregimiento de Balboa, distrito y provincia de Panamá.

El área de influencia directa es aquella área sujeta a los impactos directos generados por las actividades de construcción y operación, que en este caso se encuentra dentro de las áreas de patrimonio y responsabilidad privativa de la ACP.

El área de influencia directa durante la fase de construcción se localiza en áreas adyacentes al cauce de navegación del Canal existente. La superficie total del área de influencia abarca aproximadamente 52 Km² (5,200 ha). En el área de influencia directa del proyecto, no hay población afectada directamente por el proyecto, sin embargo la ACP estableció un radio de 500 m desde el prisma del Canal, con el fin de identificar las comunidades e infraestructuras que pudiesen verse afectadas, por las actividades que se desarrollen con el proyecto. Esta área abarca además los sitios de depósito en relación a los posibles impactos que el depósito de material pueda ocasionar. Esta región abarca hasta la comunidad de La Boca, y parte de las comunidades de Diablo, y Amador, tanto viviendas particulares como actividades económicas, servicios sociales y de infraestructura incluidos dentro del radio de influencia definido.

La actividad propuesta cumple con el Plan de Uso de Suelo de la ACP (El Acuerdo No.102 de 25 de agosto de 2005 de la Junta Directiva de la ACP), el Plan Regional para el Desarrollo de la Región Interoceánica (ARI) y el Plan General de Uso, Conservación y Desarrollo del Área del Canal (Ley No. 21 de 2 de Julio de 1997).

En el área de influencia directa se observan dos tipos de climas: Clima Tropical Húmedo (90% del área de la Cuenca del Canal) y Clima Tropical de Sabana ubicado en el sector Pacífico de la Cuenca. La amplitud térmica es de 5°C y el promedio de temperaturas anuales de 27.5°C. La estación seca (de 3 meses en duración) se caracteriza por falta de lluvias debido a la acción de los vientos alisios y el movimiento de la zona de convergencia intertropical en el Istmo. Durante la estación lluviosa del año (mayo-diciembre) el promedio de la lluvia es 2100 mm (lado Pacífico).

Los suelos asociados con las rocas volcánicas e ígneas del área de la entrada Pacífica al Canal son típicos de zonas tropicales de climas húmedos con altas temperaturas durante todo el año. La mayoría de los suelos caracterizados en la zona del Programa de Ampliación del Canal son suelos Oxisoles. Estos suelos son considerados de uso limitado como reserva hídrica y como control de erosión.

El medio acuático del Canal en la zona del proyecto propuesto está dominado por las operaciones de las esclusas y el tránsito de buques. Las corrientes que se generan en el Golfo de Panamá se deben a procesos mareales de circulación oceánica impulsados por el viento. La influencia mareal resulta en una corriente con rumbo norte durante la marea creciente y una corriente con rumbo sur durante la marea menguante. Durante la estación seca, en el golfo de Panamá la circulación de las corrientes es anticiclónica y débil, y durante la estación lluviosa se convierte en ciclónica con corrientes costeras que van hacia el oeste con un flujo promedio de 0.3-0.5 nudos. Las alturas de las olas varían entre los 0.5m y los 2.5m. Durante la estación lluviosa del año 2006, se realizó un sondeo de los sedimentos del lecho del Canal que concluyó con que los sedimentos del Pacífico contenían un elevado porcentaje de arcilla, donde el contenido orgánico de las partículas menores de 90µm fue de 3.1% de media. En los sedimentos, se hallaron concentraciones de pesticidas en general en bajos niveles, así como las concentraciones de hidrocarburos aromáticos policíclicos. De las muestras recogidas en el Pacífico, sólo una registró concentraciones ligeramente altas de tributilestaño ($790 \mu\text{g kg}^{-1}$), con referencia a los valores normales encontrados en áreas de puerto.

El área de influencia directa del proyecto presenta una alta actividad portuaria, donde la fuente principal de contaminantes del aire son los motores de combustión de los barcos y locomotoras. Los motores diesel son ampliamente usados en todas las operaciones actuales del Canal. Los principales contaminantes procedentes de la combustión de diesel son óxidos de Nitrógeno (NO_x), Materia Particulada (PM), Dióxido de Sulfuro (SO_2) y Monóxido de Carbono (CO).

Los niveles de ruido de fondo existentes en los sitios de monitoreo varían de un Leq (Nivel de ruido continuo equivalente por hora) de 52 dBA (durante el horario nocturno) en el área de La Boca a un Leq (Nivel de ruido continuo equivalente por hora) de 62 dBA (durante el horario diurno) en la zona de Altos de Diablo. Los valores estimados de Ldn (nivel de ruido día /noche durante un período de 24 horas) en los receptores van desde 59 dBA en La Boca a 62 dBA en los Altos de Diablo. Todos ellos están por debajo de los límites existentes.

Los resultados del análisis de vibraciones del programa de voladura de octubre del 2005 a junio del 2006 para el área de La Boca, muestran que los niveles estimados de Velocidad Pico de Partícula (PPV), por sus siglas en Inglés, para todos los sitios evaluados presentan niveles por

debajo del criterio de 0.5 pulgadas/segundo. Este criterio es satisfactorio para los sitios sensibles evaluados en el área de La Boca. El resultado de la evaluación indica que las vibraciones causadas por efectos de voladuras en todas estas casas no causará daños estructurales.

El área de influencia directa del proyecto se ubica en la Zona de Vida de Bosque Tropical de Tierras Bajas (la más abundante en la Cuenca del Canal).

En términos generales, en el sector Pacífico del Canal, los matorrales y pajonales representan el 55% de la superficie, siendo los pajonales los de mayor superficie, lo que indica que la vegetación boscosa ha sido eliminada y reemplazada con el tiempo. Las familias mejor representadas en el sector Pacífico son la Fabaceae, Poaceae y Rubiaceae, como es típico en las regiones del trópico húmedo.

Dentro de las especies de diatomeas que abundaron durante previos estudios en la entrada del Pacífico se encontraban las siguientes: *Chaetoceros anastomosans*, *C. lorenzianus*, *C. socialis*, *Cosinodiscus spp.*, *Proboscia alata*, y *Pseudonotzschia pungens*. Casi todas las especies de diatomeas recolectadas eran de naturaleza planctónica. El estudio concluyó que las densidades del fitoplancton en general siguieron las concentraciones de nutrientes disueltos, con densidades celulares más altas durante la estación seca y más bajas durante la estación lluviosa.

La fauna terrestre del área está asociada a la vegetación existente, y adaptada a los continuos cambios que ha sufrido el área en el pasado, y es la fauna típica de herbazales y matorrales las que más abundan. La fauna acuática en la costa pacífica está caracterizada por la presencia de especies de zooplancton, bentos, peces y aves costeras. No existen arrecifes de corales dentro del área de influencia directa.

Dentro de las áreas de influencia del proyecto propuesto, se identifican una serie de poblaciones, actividades económicas y servicios sociales y de infraestructura que podrían verse afectados por el mismo.

Al norte en la entrada del canal de navegación, se encuentra el puente de Las Américas que une a la ciudad de Panamá con el interior del país por medio de la carretera Inter-americana. La zona residencial de La Boca, situada aproximadamente a unos 200m al este de las actividades futuras de dragado del proyecto propuesto, es el centro de población más cercano y por lo tanto con

mayor riesgo de verse afectado como resultado del proyecto, ya que esta población se ubica sobre un relleno de material asentado sobre una capa de lodo (*muck*). Otras poblaciones cercanas a la obra a destacar son: la comunidad de Diablo (situado a aproximadamente 500m del cauce de dragado), Amador (situado a aproximadamente 1.5 Km. del cauce de dragado), Isla Perico (situado a aproximadamente 1.3 Km. de Farfán), Isla Naos (situado a aproximadamente 600 m del cauce de dragado) y Isla Flamenco (situado a aproximadamente 1.25 Km. del cauce de dragado).

El proyecto propuesto se encuentra en una zona (área del Canal y Costa Pacífica) de gran valor histórico y larga historia de intervención humana lo cual explica que se hayan reportado sitios históricos, arqueológicos y paleontológicos dentro del área de influencia (Playa Farfán, Palo Seco y Cocolí).

En términos generales, el paisaje de la zona de influencia está dominado por los elementos asociados a la operación del Canal y presenta caracteres variados (industrial, natural y urbano). La visibilidad del Canal y de las diferentes áreas de operación es limitada debido a la ubicación de las instalaciones (lejos de centros urbanos) y a la restricción de acceso público a las áreas de operación por razones de seguridad. Este hecho, unido a la topografía local y la extensión del Canal, limita significativamente las posibles vistas por parte de personas ajenas a las actividades del Canal así como el número de receptores visuales.

2.4 Información más relevante sobre los problemas ambientales críticos generados por el proyecto

La evaluación (identificación y valoración) de los impactos y recomendaciones sobre medidas de mitigación se llevaron a cabo siguiendo principalmente la '*Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental*'¹, y se consideró la estrategia ambiental y social de la ACP. La valoración de los impactos se realizó teniendo en cuenta las medidas de mitigación.

¹ Conesa 1995

Veinticuatro impactos se identificaron durante la etapa de construcción y 14 impactos durante la fase de operación. No se identificaron en ninguna de las dos fases del proyecto propuesto impacto en áreas protegidas y en cambio en el uso de la tierra.

De los 24 impactos ambientales potenciales identificados durante la etapa de construcción, 11 fueron valorados como importancia ambiental irrelevante y 13 con importancia ambiental moderada. No se identificó ningún impacto con importancia alta y muy alta. Dos impactos fueron considerados como positivos y el resto, negativos. Los impactos (negativos y positivos) valorados con importancia ambiental moderada fueron:

- Generación de Vibración (-39)
- Aumento de la Sedimentación y Turbiedad (-38)
- Cambio Geomorfológico (fondo marino) (-26)
- Cambio de la calidad del agua marina (-36)
- Afectación de la flora acuática (-42)
- Generación de empleo (+35)
- Contribuciones sociales y económicas (+35)

Se identificaron 14 impactos potenciales generados en la etapa de operación, de los cuales 12 se valoraron como impactos con importancia ambiental irrelevante y 2 como impactos con importancia ambiental moderada. Todos los impactos fueron valorados como negativos. No se identificó ningún impacto con importancia ambiental alta y/o muy alta. Algunos de los impactos valorados con importancia ambiental moderada fueron:

- Aumento de la turbiedad (-30)
- Afectación de la flora acuática (- 27)

No se identificó ningún impacto significativo negativo de tipo indirecto, acumulativo o sinérgico tanto en la fase de construcción como de operación del proyecto propuesto.

2.5 Breve descripción de los impactos positivos y negativos generados por el proyecto

Dentro de la fase de construcción, los impactos que fueron valorados con una importancia

ambiental positiva moderada fueron la generación de empleo y contribuciones sociales y económicas adicionales. El proyecto propuesto contempla la contratación directa de aproximadamente 320 personas, de las cuales se estima que 150 serían trabajadores de la ACP, y el resto (unos 170) contratistas.

Los impactos negativos más importantes (valorados todos con importancia ambiental negativa moderada) que se podrían generar durante la fase de construcción del proyecto propuesto son los siguientes:

- Cambio geomorfológico debido a las actividades intensas de dragado y deposición terrestre y marina. Sin embargo, dado las condiciones existentes del Canal (actividades operativas, de mantenimiento y modernización), este cambio en la geomorfología no tiene una implicación ambiental importante a pesar de ser significativo el impacto.
- Suelos. Los impactos potenciales ocasionados a los suelos podrían ser debido a las actividades de voladuras, movilización de equipos pesados y la preparación de los sitios depósitos. Estas actividades pueden modificar sustancialmente la calidad del suelo y alterar algunas de sus características físicas, ya que los mismos pueden contaminarse, compactarse, fragmentarse y deteriorarse.
- Agua. Los principales impactos negativos al agua identificados y valorados fueron: (i) alteración del régimen y flujo de aguas, (ii) aumento de la turbiedad debido a la acción de dragado, (iii) aumento de sedimentación debido a las actividades de dragado y (iv) cambio de la calidad del agua marina.
- Flora y Fauna. La flora de los sitios de depósitos terrestres y acuáticos constituyen hábitats perturbados ya que estos sitios ya han sido utilizados en el pasado por operaciones de dragado del Canal. Durante las visitas de campo no se observaron especies protegidas de fauna con excepción de la iguana. Farfán contiene una zona de bosque secundario que en principio no debería verse afectado por el vertido de material ya que se encuentra situado en una zona elevada. Farfán contiene además áreas de manglares en las proximidades de la laguna. En cuanto al medio marino, no habrá ningún impacto sobre corales o especies acuáticas protegidas.

Otros impactos ambientales negativos de menor significatividad son los siguientes:

- Generación de vibración y afectación de infraestructura y edificios no supondría un impacto importante. Basándose en los datos históricos de voladura de anteriores proyectos de dragado de la ACP, se espera que los niveles estimados de PPV estén dentro del criterio de 0.5 pulgadas/segundos, por lo que en las casas de las comunidades cercanas no se deberían registrar daños estructurales.

- Calidad del aire afectada por la contaminación proveniente de las explosiones cuando ésta tiene lugar a poca profundidad, y de las maquinarias, principalmente por las emisiones gaseosas de los equipos utilizados durante la operación de profundización del cauce de navegación.
- Riesgo de accidentes laborales debido a situaciones de emergencia, riesgo y salud ocupacional durante la etapa de construcción.
- Aspectos históricos y culturales por la posible existencia de sitios precolombinos e históricos dentro del área de influencia directa del proyecto propuesto (por ejemplo, en la Playa de Farfán y Palo Seco).

Dentro de la fase de operación, los impactos que se podrían generar se relacionan con la ejecución de tareas de mantenimiento de los canales de navegación dragados. La mayoría de los impactos potenciales serían similares a los identificados para la fase de construcción aunque con un grado de significatividad menor, debido principalmente a que la magnitud, duración e intensidad de las actividades.

No se prevé un efecto social del proyecto por desplazamiento de la población o afectación a viviendas privadas o públicas, ya que el área del proyecto esta deshabitada y tiene el acceso restringido. Tampoco se esperan que la vibraciones ocasionadas por voladuras puedan provocar daños estructurales a las viviendas más cercanas. Adicionalmente, el proyecto no traerá conflictos sobre el derecho de la propiedad, ya que se ejecutará en área bajo responsabilidad privativa de la Autoridad del Canal de Panamá. La población y los comercios locales y regionales se verán beneficiados por la construcción y operación del proyecto.

Todos los impactos negativos identificados y valorados llevan asociados medidas de mitigación para ser minimizados y/o compensados.

2.6 Breve descripción de las medidas de mitigación, seguimiento, vigilancia y control previstas para cada tipo de impacto ambiental identificado

A continuación se identifican las medidas de mitigación más sobresalientes que contribuirán a disminuir los impactos que las distintas etapas del proyecto pueden provocar sobre los elementos físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales.

Medidas para el depósito en sitios acuáticos

Las medidas de mitigación para reducir la turbiedad van encaminadas a reducir la resuspensión de sedimento.

Para minimizar la turbiedad durante la fase de depósito en los sitios de Tortolita y Tortolita Sur, el objetivo es lograr, un flujo de densidad (un chorro) para que la mezcla de sedimentos y agua muy turbia pase muy rápidamente por la columna de agua hasta el lecho béntico.

El empleo de una tolva con puertas de fondo asegura la formación de un chorro en el momento de la deposición para reducir la posible formación de una pluma de turbiedad.

Para el caso de Palo Seco, dada la poca profundidad del sitio se recomiendan métodos de control de sedimentos, y proveer de un muelle de anclaje fuera de Palo Seco, con una tubería sobre el lecho del Canal hacia el sitio de Farfán para que las dragas puedan descargarse allí para rellenarlo.

Medidas para el depósito en sitios terrestres

Para limitar la descarga de sedimentos en los cuerpos de agua naturales y/o el canal, el contratista deberá construir vertederos de control de sedimentos, los cuales podrán tener tamices o mallas de filtrado. Dichos vertederos deberán mantenerse limpios y libres de obstrucciones requiriendo un mantenimiento periódico.

Medidas para los efectos de vibraciones debido a voladuras

Las medidas para reducir vibraciones incluyen el establecimiento del límite de vibración en los documentos del contrato a 0.5 pulgadas/segundo a fin de proteger las estructuras que pudieran ser potencialmente afectadas.

El contratista deberá presentar un plan de operaciones de voladuras para minimizar daños por voladuras a estructuras cercanas, a través de la localización, peso, y sincronización de los elementos de la voladura; monitoreo de las vibraciones durante las voladuras para asegurar que se encuentren dentro de los límites permitidos; y inspeccionar edificios cercanos por daños de grietas antes y después de las voladuras.

La reducción de los efectos de las voladuras sobre la fauna acuática se realizará a través de la implantación de un sistema de sonido cuya intensidad va creciendo de manera gradual antes de realizar las voladuras, y ejecutar unas voladuras iniciales de prueba con el objeto de establecer los efectos y las condiciones de base. Se deberá así informar al público localizado en la zona del proyecto del tipo de trabajos que serán realizados, y cuando serán realizados.

Medidas para reducir los efectos del ruido

A pesar de que la evaluación de niveles de ruido proyectados indica que los mismos deberían estar dentro de los límites establecidos, las medidas establecidas en el plan de manejo ambiental apuntan al abatimiento del ruido de construcción, para minimizar, 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.

Responsabilidad de las medidas de mitigación

La ACP será responsable por el cumplimiento de las medidas de mitigación. La implementación de las medidas de mitigación será responsabilidad de los contratistas de acuerdo a lo estipulado en las especificaciones de cada contrato. Cada contratista deberá presentar planes de ejecución y/o implementación al ente responsable del contrato para aprobación previa por la ACP. La inspección y el seguimiento de las medidas a implementarse será responsabilidad del personal asignado a la gestión ambiental del Proyecto de Ampliación, la cual incluirá personal de la ACP y personal contratado.

Planes de monitoreo, seguimiento, vigilancia y control

El plan de monitoreo tiene como objetivo realizar la evaluación periódica, integrada y permanente de la dinámica de las variables ambientales. La implementación de dicho plan deberá organizarse con la participación del contratista, el personal asignado a la gestión ambiental del Proyecto de Ampliación de la ACP, y la participación de ANAM. El contratista presentará a la ACP un plan de trabajo detallado que incluya las diferentes actividades a realizar en determinados periodos. El plan de trabajo será evaluado y aprobado por los representantes de la ACP pudiendo sugerir medidas adicionales que se estimen convenientes.

El plan de seguimiento vigilancia y control estará bajo la responsabilidad directa del la ACP en base a las disposiciones constitucionales, legales y reglamentarias. La ACP designará a los responsables para cada tarea quienes trabajarán en forma directa con el coordinador ambiental de la ACP. Los profesionales que se encarguen del seguimiento, deberán tener conocimientos en materia ambiental y con experiencia concreta en el proyecto propuesto. Se debe remarcar que el objetivo central de sus funciones será el de controlar y garantizar el cumplimiento de las medidas propuestas, evaluando la efectividad de dichas medidas, para modificar y adaptar controles en aquellas que sean necesarias.

Plan de Monitoreo de Ambiente Marino y Sedimentos

Este programa de monitoreo provee un método eficaz para poder identificar efectos, y será usado para corregir las actividades de dragado y deposición cuando las condiciones meteorológicas (vientos, corrientes, tormentas, etc.) lo requieran. Esto permitirá que los operadores de las dragas y barcas puedan modificar sus actividades para minimizar las consecuencias negativas al ambiente marino. El programa debe incluir el análisis de los datos de campo para poder anticipar y dirigir las operaciones a corto y medio plazo. Este plan propone el monitoreo de la columna de agua, las condiciones hidrológicas, las condiciones físico-químicas y biológicas del lecho marino y peces de la zona con un ciclo bianual cubriendo áreas a ser dragadas, sitios de depósito y áreas adyacentes.

Plan de Monitoreo de Vibraciones y Efectos de Voladura

El contratista presentará una lista de lugares para la instalación de sismógrafos los cuales deberán medir las vibraciones producidas por cada voladura en los sitios designados por la supervisión de obra de la ACP. El registro de las vibraciones de cada voladura se presentará al representante de la ACP para el proyecto. El contratista también deberá tomar mediciones de cada voladura y entregar copias a la ACP.

Plan de Prevención de Riesgos

Este plan identifica y define los riesgos que generará el proyecto propuesto y establece las acciones a tomar en caso de contingencias, como por ejemplo riesgos de derrames de hidrocarburos, seguridad del personal, acceso a los sitios de depósito, transporte de material

seguro, estado de la maquinaria y almacenaje seguro de combustible. Los riesgos enmarcados en este proyecto están catalogados de manera puntual y se hacen extensivos a otras consecuencias que puedan tener sus impactos.

Plan de Seguimiento Vigilancia y Control

Este Plan estará bajo la responsabilidad directa de la ACP en base a las disposiciones constitucionales, legales y reglamentarias. La ACP designará a los responsables para cada tarea quienes trabajarán en forma directa con el coordinador ambiental de la ACP.

Los profesionales que se encarguen del seguimiento, deberán tener conocimientos en materia ambiental y con experiencia concreta en el proyecto propuesto. Se debe remarcar que el objetivo central de sus funciones será el de controlar y garantizar el cumplimiento de las medidas propuestas, evaluando la efectividad de dichas medidas, para modificar y adaptar controles en aquellas que sean necesarias.

Plan de Educación Ambiental

El objetivo del Plan de Educación Ambiental es sensibilizar a los trabajadores para que puedan desarrollar su labor, tomando en cuenta las características y las medidas de protección y contingencia aplicables al sitio y tipo de trabajo.

La ACP aprobará el Plan de Educación Ambiental elaborado y presentado por un contratista independiente o consultor. Esta capacitación deberá cumplir con las especificaciones técnicas ambientales para el personal que trabaja en el proyecto. Para que el programa de capacitación a los trabajadores logre su objetivo, el mismo contará con medidas de seguimiento.

Plan de Contingencia

En este Plan se describen las medidas a seguir, en caso de presentarse eventualidades que involucren personal o equipos. Se enumerarán los principales eventos que puedan ocurrir en este tipo de proyecto. Todos los eventos deberán ser registrados, archivados y reportados a la autoridad competente en relación a accidentes laborales, derrames de hidrocarburos, incendios, y primeros auxilios. Este plan también provee de un listado de instituciones a las que se puede notificar en caso de urgencias.

2.7 Breve descripción del Plan de Participación Pública realizado

Dentro del programa de Ampliación del Canal de Panamá del Tercer Juego de Esclusas, programa del cual el proyecto bajo estudio forma parte, la ACP llevó a cabo un proceso de participación ciudadana con el fin de integrar al pueblo panameño en la toma de decisión histórica de aprobación de dicho programa. Específicamente, se realizó un proceso de divulgación de 6 meses sobre diversos temas de interés y con actividades variadas de información y participación ciudadana (por ejemplo, programas informativos, charlas, divulgación de la propuesta de ampliación a través de un sitio Web de la ACP y a través de periódicos de tira nacional, creación de centros de información en diversos pueblos y ciudades del país, etc.).

Además, en cumplimiento a lo establecido en el Decreto Ejecutivo 209, se ha elaborado e implementado un plan de participación ciudadana específico para el proyecto propuesto (“Ensanche y profundización del cauce en la Entrada Pacífica del Canal de Panamá”). El plan de participación específicamente empleó la siguiente metodología:

- Identificación de actores o comunidades que pudieran verse afectadas por el proyecto y que pudieran enriquecer el EsIA.
- Coordinación de las reuniones informativas con la Junta Comunal de Ancón.
- Realización de reuniones informativas con la comunidad de La Boca, residentes de Diablo, y los negocios de Diablo, Amador y La Boca.
- Publicación de notas en medios de comunicación (El Canal al Día y el periódico El Faro).

Se acordó desarrollar reuniones independientes, una para los residentes y otra para los negocios, ya que ambos responden a intereses diferentes. En este sentido, se programó una reunión para el miércoles 14 de marzo con los residentes de La Boca, en la Junta Comunal de Ancón, a las 7:00pm, otra, el jueves 29 de marzo con los residentes de Diablo, a la misma hora, en el Centro de Capacitación Ascanio Arosemena y finalmente, el miércoles 21 de marzo a las 10:00am, con los negocios de La Boca, Diablo y Amador.

A las comunidades se les invitó a la reunión a través de volantes. En total se entregaron 242 volantes. De este total 87 fueron entregadas en La Boca, 49 en Diablo, 18 a los negocios y 88 fueron distribuidas en los hangares privados de Diablo. El plan también recoge un resumen de la información recogida en estas tres reuniones informativas. Los temas que interesaron a la comunidad y que fueron tratados son principalmente (i) los impactos que se pudieran generar a la comunidad, (ii) tema de vibraciones, (iii) flora y fauna, (v) fases y duración del proyecto y (vi) medidas de seguridad a implementar.

3 INTRODUCCIÓN

Este documento presenta el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) para el Dragado del Canal de Panamá Sector Entrada Pacífico (referido en este documento como ‘proyecto propuesto’). Este estudio forma parte de los estudios ambientales preliminares de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de la propuesta de Ampliación del Canal de Panamá. El EsIA ha sido preparado por Parsons Brinckerhoff (PB) junto con su sub-consultor Ambios, en nombre de la Autoridad del Canal de Panamá (ACP).

El objetivo de este EsIA es (i) cumplir con los reglamentos de la ACP y la legislación sobre EIA de la República de Panamá y (ii) mostrar los resultados de la EIA realizado para el proyecto propuesto. EIA se define como ‘un proceso sistemático para identificar, predecir y evaluar los efectos ambientales de proyectos y actividades propuestos. Este proceso es preventivo ya que se lleva a cabo antes de la aprobación final de dichas propuestas²’.

Las actividades principales realizadas dentro de este EsIA fueron: (i) identificación y descripción de los componentes del proyecto propuesto, (ii) identificación y evaluación de las áreas potencialmente afectadas por los trabajos de dragado, (ii) análisis de los impactos ambientales y socio-económicos, (iii) preparación de un Plan de Manejo Ambiental (PMA), donde se recomiendan medidas de mitigación.

En acorde con la legislación ambiental nacional y del ACP vigentes, el proyecto propuesto debe cumplir con el Decreto Ejecutivo N° 209 (de 5 de Septiembre de 2005)³, y la Ley Orgánica⁴ de 1997. De acuerdo con este Decreto, el EsIA se debe presentar a la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) para su revisión y posterior aprobación.

El equipo consultor y la ACP, tomando en cuenta los criterios específicos de protección ambiental de ANAM expuestos en el Título III, Capítulo I del Decreto Ejecutivo 209, determinaron que la Categoría de este EsIA es Categoría II. Según este Decreto, EsIA de Categoría II debe ser un documento de análisis aplicable a los proyectos incluidos en la lista

² Sadler *et al* 2002

³ Ministerio de Economía y Finanzas 2006

⁴ Ley Orgánica: Ley N° 19 de 11 Junio de 1997 (Numeral 5 del Artículo 121)

taxativa prevista en el Artículo 16 de este Reglamento, cuya ejecución pueda ocasionar impactos ambientales negativos de carácter significativos que afecten parcialmente el ambiente; los cuales pueden ser eliminados o mitigados con medidas conocidas y fácilmente aplicables, conforme a la normativa ambiental vigente.

Este Capítulo continúa con una descripción de la localización del proyecto propuesto y un resumen del alcance y objetivos del mismo. El Capítulo termina con una sección sobre la metodología empleada para el proceso de EIA llevado a cabo (incluido su correspondiente EsIA).

Al final del documento, se proporciona una lista con la bibliografía empleada para este estudio.

3.1 Localización, Alcance y Objetivos del Proyecto Propuesto

El Canal de Panamá está ubicado a una latitud 9° 0’-20’ norte y una longitud 79° 40’-55’ oeste; con una longitud aproximada de 80 Km., atraviesa la franja de tierra más angosta del continente Americano entre el Océano Pacífico y el Atlántico en una orientación noroeste desde el Pacífico. El proyecto se ubica dentro del área patrimonial de la ACP localizado en el cauce de navegación de la entrada Pacífica del Canal de Panamá, en los corregimientos de Ancón, Veracruz y Arraiján, distritos de Panamá y Arraiján, provincia de Panamá (Figuras 3-1 y 3-2).

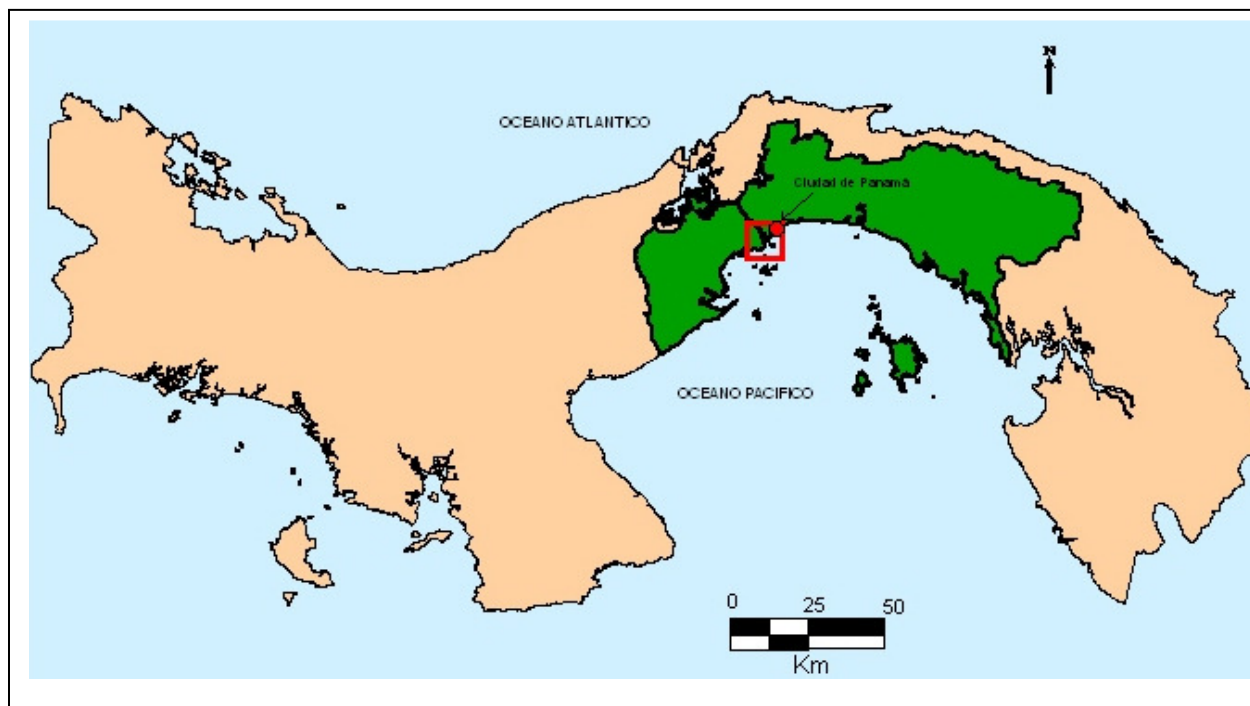


FIGURA 3-1: LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO EN PANAMÁ. Fuente: PB 2007

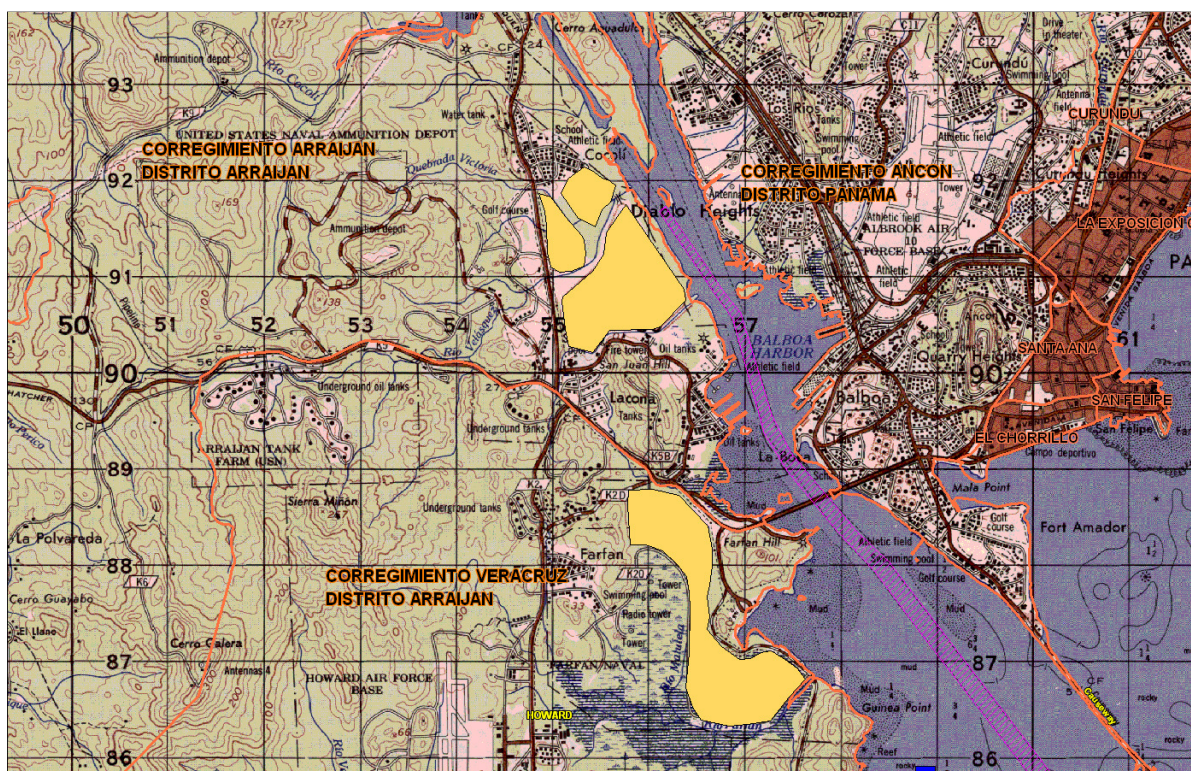


FIGURA 3-2: CORREGIMIENTOS DEL ÁREA DEL PROYECTO EN PANAMÁ. Fuente: PB 2007

Como se ha mencionado anteriormente, el proyecto propuesto forma parte de la ‘Propuesta de Ampliación del Canal – Proyecto del Tercer Juegos de Esclusas’ (referido en este documento como ‘Programa de Ampliación del Canal’); este último incluye (i) la construcción de dos complejos de esclusas de tres cámaras en ambas entradas del Canal (Atlántico y Pacífico), (ii) la construcción de nuevos cauces para acceso a las esclusas y la profundización y ensanche de los cauces de navegación existente y (iii) la elevación del nivel máximo operativo del lago Gatún⁵ (Ver Figura 3-3).



FIGURA 3-3: COMPONENTES DEL PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DEL CANAL DE PANAMÁ. ACP – PLAN MAESTRO DEL CANAL DE PANAMÁ, ABRIL 2006.

⁵ PB 2006 a

El proyecto propuesto específicamente consiste en la profundización y ensanchamiento del Canal existente en la entrada del Pacífico, a aproximadamente 15.5 m de profundidad (17.82 PDL) y 225m de ancho.

La profundización anterior realizada tuvo profundidad de diseño de -14.2 m. MLWS con tolerancia de dragado hasta -14.8 m. MLWS. La profundización propuesta para la Ampliación requiere una profundidad de diseño de -15.5 m. MLWS con tolerancia de dragado (0.60 m.) hasta - 16.1 m. MLWS. En total se pretende profundizar el Canal en 1.3m.

La sección del Canal que será dragada para la profundización, es la sección comprendida entre el punto de intersección 70K + 950, Isla de Diablo, hasta el punto 84K + 250 (una sección total de 13.3 Km.). Se dragará también el canal de acceso sur para la nueva esclusa del Pacífico, cuyo tramo es de 0.69 Km. de largo y va desde el punto 71K+ 185 al punto 71K+ 875 (ver Figura 5-2).

El ensanche, en los sectores al norte del proyecto en el Cauce actual, pretende crear un ancho de Canal entre 310 y 340 m entre la estación 73K+700 (cerca de Muelle # 6 Puerto de Balboa) hasta la estación 70K+950 (al Norte del Muelle de Diablo) para permitir maniobras más seguras hacia el Tercer Juego de Esclusas. En total el Canal se ensanchará 33m en el sector norte. Entre la estación 73K+700 (muelle # 6) y la 74K+300 (Base del Puente) se planea hacer un ensanche de ancho variable entre 225m y 310m para permitir un giro seguro de los buques frente al Muelle # 6 y en su travesía hacia el Tercer Juego de Esclusas. En el sector sur se pretende ensanchar el Canal en unos 145m. Los sectores al Sur de la estación 80K+233 hasta la estación final 84K+250 no requieren ensanche.

La cantidad total aproximada de material que será dragado es de 10 millones de metros cúbicos (Mm^3). Estos materiales se depositarán en sitios adecuados para tal fin. Los sitios propuestos son: Farfán, Victoria, Velásquez, Rousseau, Palo Seco, Tortolita y Tortolita Sur. La Figura 5-2 muestra la localización y extensión de estos sitios de depósitos.

El capítulo 5 de este documento contiene más información sobre el proyecto propuesto.

3.2 Metodología (incluida duración e instrumentalización)

Esta sección describe brevemente las diversas fases de la EIA para este proyecto y la metodología empleada para evaluar los componentes ambientales analizados. La primera parte describe las áreas de influencia directa e indirecta determinadas para el estudio ambiental del proyecto propuesto y va seguido de un resumen de las fases e instrumentalización del proceso de EIA.

Áreas de Influencia

La definición de un área de influencia del proyecto, concepto necesario para enmarcar los posibles efectos ambientales, se define como área de efectos directos, es decir donde se efectuarían las obras necesarias para la ejecución del proyecto, y de efectos indirectos donde habría una influencia de tipo regional.

El área de influencia directa se define como aquella área sujeta a los impactos directos generados por las actividades de construcción y operación. El área de influencia directa se encuentra dentro de las áreas de patrimonio y responsabilidad privativa de la ACP. El área de influencia directa durante la fase de construcción, se localiza en áreas adyacentes al cauce de navegación del Canal existente. La superficie total del área de influencia abarca aproximadamente 52 Km² (5,200 hectáreas)

En este caso, para la profundización de la entrada Pacífico del Canal de Panamá, se consideró un corredor de navegación de aproximadamente 13.3 Km. (desde el punto 70K + 950, Isla de Diablo, hasta el punto 84K + 250) con un área de amortiguamiento de 500m a cada lado del canal de navegación y los sitios de depósito acuáticos. Para la construcción del canal de acceso sur de las nuevas esclusas del Pacífico se consideró un corredor de navegación de 0.69 Km. (desde el punto 71K+185 a al punto 71K+875) Esto abarca una superficie total del área de dragado de aproximadamente 2.6 Km² (260 hectáreas) (Ver Figura 5.2).

El área de influencia directa también incluye todas aquellas áreas ubicadas fuera del corredor de navegación que están sujetas a actividades relacionadas con el proyecto, en este caso los sitios de

depósito de materiales excedentes. Tal y como se explica en el Capítulo 5, el material se depositaría en varios sitios acuáticos y terrestres (véase la Figura 5.2). La superficie aproximada de los sitios de depósitos terrestres es 2.96 Km² (296.2 ha) y los sitios de depósito acuáticos 3.11 Km² (311.7ha).

El área de influencia indirecta se ha definido a través de la creación de un prisma de 500m a cada lado del prisma del cauce de navegación. El criterio de 500m se ha definido en base a la experiencia de la ACP durante las operaciones de dragado de mantenimiento pasadas en la entrada del Canal Pacífico y el corte culebra, y los posibles efectos que pudieran acarrear las vibraciones emitidas por las voladuras durante la fase de construcción. Esta área abarca además los sitios de depósito en relación a los posibles impactos que el depósito de material pueda ocasionar. Esta región abarca hasta la comunidad de La Boca, y parte de las comunidades de Diablo, y Amador, tanto viviendas particulares como actividades económicas, servicios sociales y de infraestructura incluidos dentro del radio de influencia definido.

Los límites presentados no son aplicables a todas las disciplinas ya que, por ejemplo, los efectos al medio físico (flora, fauna, y suelos) se limitan a áreas en la cercanía de los alineamientos; no así en el caso socioeconómico, donde los efectos se pueden extender más allá del eje del alineamiento debido a su influencia regional.

En el sector Pacífico, las comunidades identificadas son la comunidad La Boca, Diablo, Amador y las Islas Naos, Perico y Flamenco, que se encuentran en el área de influencia indirecta del proyecto propuesto.

El Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental

El proceso de EIA está diseñado para permitir una toma de decisión efectiva basada en la mejor información disponible sobre las implicaciones ambientales del proyecto propuesto. Esto permite que el proyecto sea comunicado al público de una forma abierta y transparente. El Reglamento y los Manuales claves que definen el proceso específico de EIA a seguir para el proyecto

propuesto es el Decreto Ejecutivo N° 209 (de 5 de Septiembre de 2005)⁶, y el Manual Operativo de EIA⁷.

La EIA, junto con su EsIA, ha durado aproximadamente 4 meses, ha implicado las siguientes actividades:

- Colección y análisis de información ambiental disponible y existente perteneciente al sitio de estudio y su área de proximidad, así como revisión de la legislación vigente
- Visitas de campo, evaluación de las condiciones existentes in situ, y revisión de las propuestas de diseño del proyecto
- Consulta con los organismos implicados y el público más afectado (comunidad de La Boca y Diablo)
- Identificación de los componentes del proyecto propuesto en su fase de construcción y operación
- Identificación y evaluación de las condiciones ambientales existentes en el sitio de estudio y en su área más próxima.
- Identificación de los posibles impactos ambientales durante la fase de construcción y operación del proyecto propuesto y valoración de los impactos más significativos.
- Preparación de un Plan de Manejo Ambiental (PMA) donde se identifique medidas de mitigación para evitar o reducir cualquier impacto adverso en el ambiente o realzar en la medida de los posibles impactos ambientales positivos procedentes del proyecto propuesto.
- Preparación de un EsIA que presente los resultados obtenidos en las fases anteriores.
- Entrega del EsIA al ANAM.

Colección y análisis de información ambiental disponible

La EIA comprendió la colección y revisión de información disponible perteneciente al sitio de estudio y su área de proximidad. Como se mencionó anteriormente, desde 1999 se han ido realizando evaluaciones ambientales preliminares con el fin de establecer los impactos ambientales de los componentes del Programa de Ampliación del Canal. Esto supuso consultar a

⁶ Ministerio de Economía y Finanzas 2006

⁷ ANAM 2001

todos los departamentos de la ACP implicados en el proyecto propuesto y revisar un número extenso de documentos identificadas a lo largo del estudio.

Los documentos claves para este EsIA son:

- ‘Propuesta de Ampliación del Canal de Panamá. Proyecto del Tercer Juego de Esclusas’⁸,
- ‘Informe de Viabilidad Ambiental’⁹,
- ‘Análisis Técnico de los Cauces de Navegación Postpanamax Propuesto del Canal de Panamá’¹⁰,
- Análisis Técnico de Sitios de Deposición para trabajos en los canales y Esclusas Post-Panamax con el lago Gatún a 9.14 m PLD¹¹,
- ‘Evaluación Ambiental de Opciones para la construcción de nuevas Esclusas y Profundización de las Entradas del Atlántico y el Pacífico del Canal de Panamá’¹²,
- ‘Consideraciones Ambientales del proyecto de dragado (profundidad y ensanche) en el Atlántico y Pacífico para ser conducido bajo contrato por la ACP’¹³ y
- ‘EIA del Proyecto de Profundización del Cauce de Navegación del Canal de Panamá’¹⁴.

Otra información de referencia relevante para este EsIA incluyó información estadística tales como población, información geológica y geomorfológica, información meteorológica, información histórica de los sitios de depósitos en el Pacífico, etc.

Se revisaron regularmente las necesidades de información del equipo de EIA y se fue pidiendo información específica durante todo el proceso de evaluación. El equipo consultor coordinó con la ACP para el proceso de colección de información relevante.

Como se mencionó en la primera sección introductoria, la bibliografía de los documentos usados para la producción de este EsIA viene incluida al final del informe.

⁸ ACP 2006 d

⁹ PB 2006 a

¹⁰ ACP 2006 c

¹¹ ACP 2006 b - PLD – Precise Level Datum

¹² Louis Berger 2004

¹³ ACP 2003 a

¹⁴ ACP 2003 b

Como se señaló anteriormente, este EsIA cumple con los requisitos que aparecen en el Decreto 209. Este manual y reglamento gubernativos se han complementado con guías y evaluaciones adicionales específicas para ciertos aspectos ambientales relevantes (como por ejemplo ruido y vibraciones, calidad del aire, etc.) y cuyas metodologías son perfectamente explicadas en el Capítulo 9 y en la sección de este Capítulo que describe la metodología general para el EsIA.

Visitas de Campo y Consultas

El equipo de EIA realizó varias visitas de campo en Diciembre del 2006 a la entrada Pacífica del Canal y a los sitios donde se depositarán material dragado (Farfán, Victoria, Velásquez, Rousseau, Palo Seco, Tortolita y Tortolita Sur). Ver Figura 3-2 para su localización.

Las visitas de campo incluyeron: reconocimiento del terreno, colección de información requerida para la descripción del medio físico y biológico, fotografías y consulta informal a trabajadores del Canal.

El equipo de EIA estuvo en continua comunicación con el equipo de ingeniería responsable del diseño del proyecto propuesto. Esto permitió una efectiva y correcta interacción entre los elementos del diseño y del ambiente.

Diversas reuniones se realizaron con los diferentes departamentos de la ACP que están directa e indirectamente relacionados con el proyecto propuesto para discutir el alcance del EsIA. Además, y a través de la ACP, PB tuvo una reunión con la Autoridad Marítima del Canal para obtener información sobre pesca, bentos y sedimentos del lecho marino del área de la entrada Pacífica al Canal.

Según el Título IV del Decreto 209, se debe incorporar a la comunidad en el proceso de toma de decisiones de la EIA. Para este fin, y siguiendo los requisitos de este Reglamento, el EsIA incorpora un Plan de Participación Ciudadana formulado y ejecutado durante el proceso de EIA. Por otro lado, la ANAM, durante la fase de evaluación y análisis del EsIA, solicita a la comunidad, mediante una consulta formal, su percepción respecto a los componentes del ambiente que pueden ser afectados por el proyecto propuesto y sobre los aspectos críticos

relacionados con potenciales impactos ambientales negativos. Para ello, la ANAM pone a disposición de la comunidad todo lo relacionado con el EsIA objeto de evaluación.

Realización de la descripción del proyecto propuesto en su fase de construcción y operación

La identificación y descripción del proyecto propuesto en sus fases de construcción y operación se ha basado en la información de la ACP. Ha de señalarse que muchos aspectos de diseño detallado serán responsabilidad del contratista que llevará a cabo los trabajos, por lo que se ha hecho uso de información a nivel general basándose en la experiencia de la ACP en este tipo de actividades y proyectos.

Identificación y Valoración de Impactos

La identificación de impactos ambientales potenciales resulta del análisis de las interacciones ambientales posibles entre el proyecto propuesto y el ambiente existente. La base para el proceso de evaluación ambiental es por tanto la información del proyecto propuesto (ver Capítulo 5) y de las condiciones ambientales existentes (ver Capítulos 6, 7 y 8). Los resultados de este análisis se recopilaron en matrices Causa-Efecto de identificación de Impactos (Ver Capítulo 9 para más detalle).

La identificación y la valoración de los impactos ambientales y socio-económicos se llevaron a cabo siguiendo principalmente la metodología establecida por la '*Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental*'¹⁵. La identificación de impactos se realizó a través del uso de una Matriz de Identificación de Impactos.

Una vez que se identifican los posibles impactos que se pueden generar con la ejecución de las diferentes actividades del proyecto propuesto, se procedió a realizar una valoración global de los impactos; es decir, se calculó la ponderación del impacto tomando en cuenta todas las actividades del proyecto en las que el impacto se puede generar.

Más información sobre la ponderación de impactos se encuentra en el Capítulo 9 – Identificación de Impactos Ambientales Específicos.

¹⁵ Conesa 1995

Esta página se deja en blanco intencionalmente

4 INFORMACIÓN GENERAL

4.1 Información sobre el Promotor (natural o Jurídica), tipo de empresa, ubicación, representante legal

En cumplimiento de los Tratados Torrijos – Carter, la República de Panamá asumió la administración plena del Canal a partir del mediodía del 31 de diciembre de 1999. Lo hizo a través de la Autoridad del Canal de Panamá, una institución autónoma del Estado, dirigida por un administrador y un subadministrador bajo supervisión de una Junta Directiva integrada por 11 personas. La ACP fue creada por la Constitución Política de la República de Panamá y organizada mediante la Ley 19 del 11 de junio de 1997.

La ACP funciona de acuerdo con su Ley Orgánica y con los reglamentos que aprueba la Junta Directiva. Le corresponde la operación, administración, funcionamiento, conservación, mantenimiento, mejoramiento y modernización del Canal, así como sus actividades y servicios conexos, conforme a las normas constitucionales legales vigentes, con el propósito de garantizar el funcionamiento seguro, continuo, eficiente y rentable de la vía.

Los datos generales sobre la ACP aparecen a continuación:

Promotor: Autoridad del Canal de Panamá

Ubicación: Edificio de la Administración de la ACP en Altos de Balboa, Ancón, Panamá.

Representante Legal: Ingeniero Alberto Alemán Zubieta

Cédula de Identidad Personal: 8-404-837

Página Web: www.pancanal.com

4.2 Paz y salvo emitido por el Departamento de Finanzas de ANAM

5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

5.1 Objetivo y Justificación del Proyecto

Como se señaló en la sección anterior, el Programa de Ampliación del Canal comprende tres componentes principales (Véase la Figura 3.2):

- la construcción de dos complejos de esclusas Post Panamax de tres cámaras
- la construcción de nuevos cauces para acceso a las esclusas, y la ampliación y profundización de los cauces de navegación existentes, y
- la elevación del nivel máximo operativo del lago Gatún.

Para que la construcción de las nuevas esclusas Post Panamax se lleve a cabo, se requiere primero trabajar en las mejoras de los canales de navegación existentes. Esto implica que los primeros proyectos a desarrollar sean los de profundización y ensanche de secciones del canal de navegación para que así se garantice el tránsito seguro y expedito de buques Post-Panamax por el Canal. La Tabla 5.1 resume los diferentes largos, anchos y calados propuestos para los cauces de navegación Post-Panamax en el Canal, incluyendo los cauces del Pacífico.

El proyecto propuesto, dragado del cauce de navegación de la entrada Pacífica del Canal y del cauce de aproximación sur de las nuevas esclusas del sector Pacífico, forma parte de estos trabajos en los canales de navegación y uno de los primeros en llevarse a cabo como parte del Programa de Ampliación.

Los objetivos específicos del proyecto propuesto son:

- Profundizar el cauce de navegación existente de la entrada del Pacífico de 14.2 metros existente a aproximadamente a 15.5 m de profundidad.
- El ensanche del cauce de navegación existente de la entrada del Pacífico. En el lado Oeste de la Entrada del Pacífico se requiere modificar el ancho de 192m existente hasta 225m. El ensanche en los sectores al norte del proyecto en el Cauce actual se pretende crear un ancho

de Canal entre 310 y 340 m, siendo el ancho actual de 225m. Entre la estación 73K+700 (muelle # 6) y la 74K+300 (Base del Puente de las Américas) se planea hacer un ensanche de ancho variable entre 225m y 310m, siendo el actual de 225m. El sector Sur no requiere ensanche.

- Construir el canal de acceso sur para las nuevas esclusas del Pacífico con unas dimensiones de aproximadamente 218 m de ancho y 15.5 m de profundidad.

Para lograr estos objetivos, será necesario depositar el material de dragado en varios de los sitios de depósito existentes (Farfán, Palo Seco, Victoria, Velásquez, Rousseau, Tortolita y Tortolita Sur). Todos ellos, excepto Rousseau, han sido utilizados históricamente como sitios de depósito por el Canal.

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).

TABLA 5-1: DIMENSIONES PROPUESTAS PARA EL CAUCE DE NAVEGACIÓN POST-PANAMAX DEL PACÍFICO (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)
Cauce de aproximación Post-Panamax al sur del Pacífico	0.69	218	15.50*	-17.86
Cauce de navegación de la entrada del Pacífico	13.30	225 a 370	15.50*	-17.86

* 16.1 m MLWS con una tolerancia de dragado de 0.60m. Fuente: ACP 2007

Dados los objetivos del Programa de Ampliación del Canal, no existen estrategias alternativas para proporcionarle un mejor acceso de navegación a la entrada del Canal en Balboa. Por consiguiente, la necesidad de dragar se justifica de manera simple. En esta etapa se están considerando todos los sitios de depósito disponibles, con el fin de contar con la mayor flexibilidad de planificación en el proyecto posible; sin embargo, es probable que no se utilicen todos estos sitios. La decisión final con respecto a los sitios de depósito a ser utilizados dependerá de factores de ingeniería, impactos ambientales pronosticados, y futuras necesidades de capacidad de disposición de dragados de mantenimiento.

Los cauces de aproximación del Pacífico se han modernizado (ensanche y profundización) continuamente desde la construcción del Canal original. En este sentido, el ambiente se ha visto sometido regularmente al efecto de dragado y la mayoría de los sitios de depósito han sido empleados con anterioridad. Los últimos trabajos de dragado realizados en el cauce de aproximación del Pacífico (completados en el 2006 como parte del Programa de Modernización), fueron llevados a cabo bajo contrato por Boskalis Bv.

5.2 Ubicación Geográfica

El proyecto se ubica dentro del área patrimonial de la ACP localizado en el cauce de navegación de la entrada Pacífica del Canal de Panamá, en los corregimientos de Veracruz y Arraiján, distrito Arraiján y provincia de Panamá.

El polígono donde el proyecto se localiza está definido por las siguientes coordenadas [659,450/977320, 665430/979950, 655,960/992,730, 654,420/992140] UTM NAD27 área del Canal CA.

Las obras de dragado se localizan a lo largo de aproximadamente 13.30 Km. comprendidos entre Isla Diablo (70K+950) y el punto 84K+250 en el tramo de la entrada del Pacífico al Canal, pasando por el Puente de las Américas y paralelo a Amador (Causeway) (Figura 5-1). Se dragará también el canal de acceso sur para la nueva esclusa del Pacífico, cuyo tramo es de aproximadamente 0.69 Km. de largo y va desde el punto 71K+185 al punto 71K+875.

En la entrada del Pacífico (aproximadamente punto 78K + 320), el Canal se rodea de un área de anclaje en la que se aplican las normas de restricción de la ACP para otras actividades como la pesca comercial y recreativa.

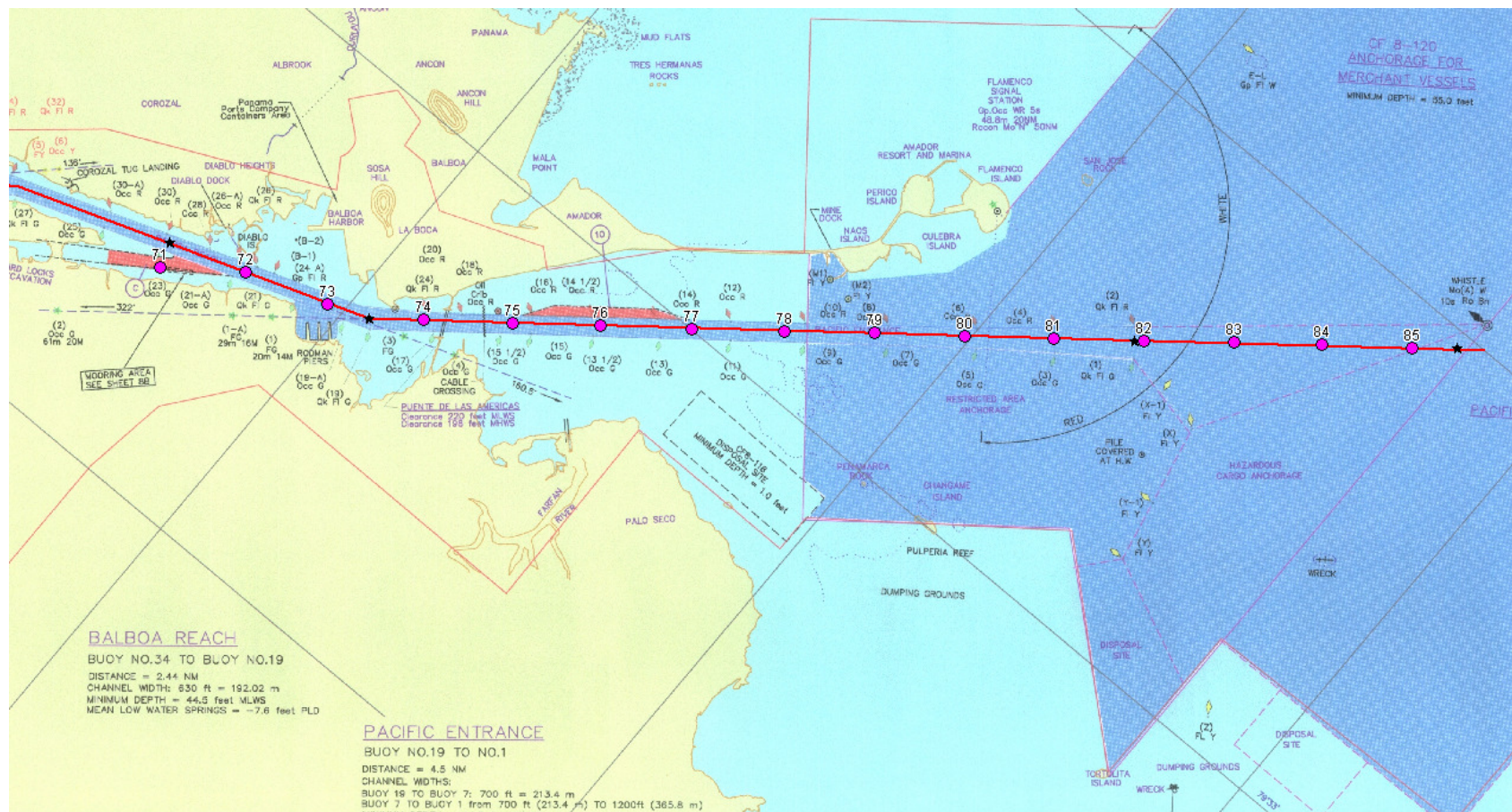


FIGURA 5-1: EXTENSIÓN DEL CANAL DE NAVEGACIÓN PROPUESTO PARA DRAGAR. FUENTE: PB 2007

Se ha propuesto que el depósito del material dragado (aproximadamente 10 millones de metros cúbicos) tenga lugar en los siguientes lugares: Farfán, Palo Seco, Victoria, Velásquez, Rousseau, Tortolita y Tortolita Sur, dependiendo del tipo de material extraído (ver Figura 5-2). Farfán, Victoria, Velásquez y Rousseau son sitios de depósito terrestres, de los cuales, los tres primeros poseen muros de contención y han sido usados en el pasado por la ACP para el depósito de material producido durante los programas de mantenimiento y modernización. Rousseau será utilizado por primera vez para el proyecto propuesto. Palo Seco, Tortolita y Tortolita Sur son lugares de depósito acuáticos que también han sido utilizados por la ACP durante los programas de mejora y mantenimiento del Canal.

La zona residencial de La Boca (Balboa) es el lugar más cercano a la sección del Canal del proyecto de dragado, situándose aproximadamente a unos 200 m. Otras poblaciones cercanas a la obra a destacar son: la comunidad de Diablo (situado a aproximadamente 500m del cauce de dragado), Amador (situado a aproximadamente 1.5 Km. del cauce de dragado), Isla Perico (situado a aproximadamente 1.3 Km. de Farfán), Isla Naos (situado a aproximadamente 600 m del cauce de dragado) e Isla Flamenco (situado a aproximadamente 1.25 Km. del cauce de dragado).

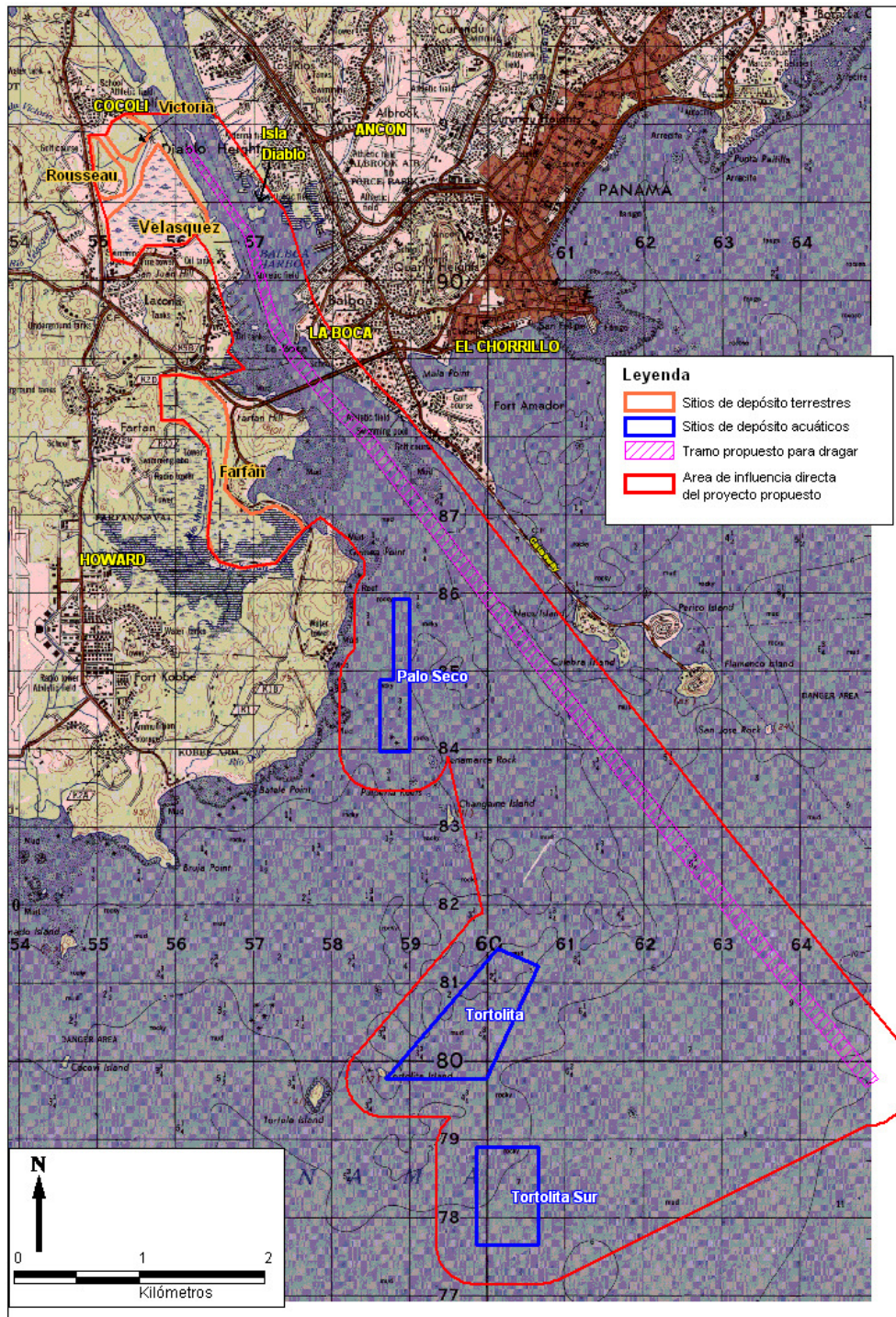


FIGURA 5-2: SITIOS DE DEPÓSITO Y ZONA PROPUESTA DE DRAGADO. FUENTE: PB 2007

5.3 Legislación y normas técnicas y ambientales que regulan el proyecto

El marco jurídico del Estado Panameño está compuesto por la Constitución Política, Leyes Nacionales y Tratados Internacionales, Decretos de Gabinete y Decretos Ejecutivos, Acuerdos Municipales y Decretos y Reglamentos Alcaldicios. A diferencia del resto del Estado Panameño, los pilares fundamentales del marco jurídico de la ACP son el Título XIV de la Constitución Política, la ley No. 19 de 11 de junio de 1997, Ley Orgánica, y los reglamentos que aprueba la Junta Directiva de la ACP.

El Título XIV de la Constitución Política de Panamá establece que el Canal es patrimonio inalienable de la Nación panameña, por lo cual no puede ser vendido, ni cedido, ni hipotecado, ni de modo alguno gravado o enajenado. Además, crea la ACP y establece que ésta es una persona jurídica autónoma de derecho público.

Según el Artículo 134 de la Ley Orgánica, la misma tiene prelación con respecto a otros reglamentos. Como tal, la autonomía del Canal es ejecutada primordialmente en el ámbito administrativo, financiero y operativo.

Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM)

La Ley 41 de julio de 1998, crea la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), que es la entidad rectora en la protección del medio natural y le corresponde, entre otras funciones, tal como lo dispone el artículo 7, numeral 18, imponer sanciones de conformidad con la Ley, los reglamentos y las disposiciones complementarias. La ANAM es el ente que aprueba los distintos proyectos que ejecuta las empresas privadas y del gobierno en el territorio nacional, que involucren directa o indirectamente el ambiente, y de acuerdo al artículo 7 numeral 10, le corresponde a esta autoridad “evaluar los estudios de impacto ambiental y emitir las resoluciones respectivas” en esta materia. La ANAM es el ente regulador y protector de la política, gestión y manejo ambiental en la República de Panamá, que cumple funciones a nivel institucional e interinstitucional. Además, ordena la gestión ambiental y la integra a los objetivos sociales y económicos, a efecto de lograr el desarrollo humano sostenible en el país. Esta ley establece la

obligatoriedad en la elaboración de estudios de impacto ambiental previo a ejecución de cualquiera obra, incluyendo aquellas que se realicen en la cuenca del Canal.

Por lo que se refiere al EsIA, el Ministerio de Economía y Finanzas promulgó en el 2006 el **Decreto Ejecutivo 209** por el cual se reglamenta el Capítulo II del Título IV de la Ley 41 de 1 de julio de 1998 referente al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, y se deroga el Decreto Ejecutivo 59 de 2000. Los nuevos proyectos de inversión, públicos y privados, obras o actividades que estén incluidas en la lista taxativa contenida en el Artículo 16 de este Reglamento, deben someterse al proceso de EIA a través de la presentación de un EsIA.

La Ley 1 de 3 de febrero de 1994 establece la **Legislación Forestal**. Esta ley tiene como finalidad la protección, conservación, mejoramiento, acrecentamiento, educación, investigación, manejo y aprovechamiento de los recursos forestales de la República y promover su manejo y aprovechamiento racional y sostenible. Además, tiene como objeto prevenir y controlar la erosión de los suelos, proteger y manejar las cuencas hidrográficas, ordenar las vertientes, restaurar las laderas de montañas, conservar los terrenos forestales y estabilizar los suelos.

El primer decreto de ley que contempló la protección de algunos elementos de la **fauna silvestre** en Panamá data de 1966; se trata del **Decreto de Ley del 29** de septiembre de ese año. Posteriormente, en enero de 1973, se decretó la Ley 12 que, mediante la Resolución 002-80 y el Decreto No. 23 y Decreto Ejecutivo No. 104, amplía el número de especies contempladas por estas leyes (Cobos, 1992). Esta lista comprende principalmente aves que tienen importancia en cacería deportiva y de subsistencia, y también algunas importantes en el comercio de mascotas.

El **Decreto N° 150 del 19 de febrero de 1971** del Ministerio de Salud, en donde se establece que, para áreas abiertas, el límite máximo de ruido es de 85 dB(A). Por otra parte, en la Gaceta Oficial No. 24,163 del 18 de octubre de 2000, se encuentra el reglamento interno DGNT-COPANIT 45-2000 de Higiene y Seguridad Industrial, en donde se regula las condiciones de trabajo en los lugares donde se generan vibraciones.

El Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT-35-2000, aplica a los responsables de las descargas de efluentes líquidos provenientes de actividades domésticas, comerciales e industriales o

indirectamente a cuerpos de agua continentales o marítimos, sean estos superficiales o subterráneos, naturales o artificiales, dentro de la República de Panamá.

Una lista detallada de normas ambientales de Panamá se incluye en el Anexo 5.1.

Autoridad del Canal de Panamá (ACP)

El Título XIV de la Constitución Política, la Ley Orgánica y los reglamentos le otorgan a la ACP un modelo de gestión completo que, a pesar de ser nuevo en Panamá, ha probado ser exitoso para administrar el negocio de tránsito, de forma competitiva, segura y rentable.

Debido a la naturaleza e importancia del Canal para Panamá, su marco jurídico garantiza a la ACP autonomía financiera, patrimonio propio y el derecho de administrarlo. Establece que a la ACP le corresponde privativamente la administración, funcionamiento, conservación, mantenimiento, mejoramiento y modernización del Canal y de sus actividades y servicios conexos. Además, le asigna a la ACP la responsabilidad por la administración, mantenimiento, uso y conservación de los recursos hídricos de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá.

El Numeral 5 del Artículo 121 de la **Ley Orgánica** señala que los reglamentos que apruebe la ACP deberán contener, entre otras cosas, lo siguiente: la evaluación, a través de la consulta interdisciplinaria dentro de la Autoridad, del impacto ambiental de aquellas obras y actividades con potencial de afectar significativamente el medio ambiente, así como medidas relativas a la conservación del ambiente en el área del Canal y su Cuenca Hidrográfica, teniendo en cuenta las regulaciones generales vigentes en Panamá.

La ACP adoptó, mediante el **Acuerdo 116 de 2006**, el reglamento sobre Medio Ambiente, Cuenca Hidrográfica y Comisión Interinstitucional de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá, el cual define la gestión ambiental en las áreas sobre las cuales tiene responsabilidad. Las áreas bajo responsabilidad ambiental de la ACP son:

- Áreas de propiedad de la ACP y bajo su administración privativa: Incluyen el Canal, es decir, la vía acuática propiamente dicha, sus fondeaderos, atracaderos y entradas; sus tierras y aguas marítimas, lacustres y fluviales; las esclusas existentes y las represas auxiliares; diques y estructuras de control de aguas. Además, los lagos Gatún y Alhajuela, sobre los cuales la

Autoridad tiene la administración privativa hasta el nivel de las cotas 100 y 260 pies, respectivamente

- Áreas de compatibilidad con la operación del Canal: Área geográfica, incluidas sus tierras y aguas, descritas en el Anexo A de la Ley Orgánica de la ACP, en la cual se podrán desarrollar, exclusivamente, actividades compatibles con el funcionamiento del Canal

Además del desarrollo sostenible de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá y el establecimiento de la CICH, el referido Acuerdo 116 incluye: (1) la prevención de la contaminación ambiental; (2) la protección de los recursos naturales, culturales y paleontológicos; (3) la administración, uso y conservación de los recursos hídricos; (4) la evaluación de impacto ambiental; y (5) la sanidad ambiental. El acuerdo señala como funciones del Administrador solicitar a las oficinas de la Autoridad evaluaciones sobre el impacto ambiental de las actividades

Ley No. 21 de 1997- Plan Regional para el Desarrollo de la Región Interoceánica y el Plan General de Uso, Conservación y Desarrollo del Área del Canal. La Ley No. 21 de 2 de julio de 1997 adopta el Plan Regional para el Desarrollo de la Región Interoceánica y el Plan General de Uso, Conservación y Desarrollo del Área del Canal como instrumentos de ordenamiento territorial de la región interoceánica, para que sirvan como marco normativo a la incorporación de los bienes revertidos al desarrollo nacional, de acuerdo con la Ley 5 de 1993, modificada por la Ley 7 de 1995. Mediante esta ley se establece el uso de la región interoceánica de la cuenca.

El Anexo 5.2 incluye una descripción más detallada del marco jurídico y legislativo de la ACP (Reglamentos, Lista de Manuales, Normas y Procedimientos de Seguridad Ocupacional, Higiene Industrial y Seguridad Marítima). Y en el Anexo 5.3 aparecen los estándares Ambientales de la ACP.

Tratados y Acuerdos Bilaterales, Multilaterales y Regionales Ratificados por Panamá y la ACP

El Canal de Panamá es objeto del Tratado Concerniente a la Neutralidad Permanente del Canal y al Funcionamiento del Canal de Panamá suscrito entre los Estados Unidos y Panamá, que entró en vigencia el 1º de octubre de 1979 y continúa vigente, y al cual se han adherido 40 países. Este tratado establece que el Canal será administrado eficientemente, sujeto a las condiciones de

tránsito y a los reglamentos que serán justos, equitativos, razonables y limitados a lo necesario para la navegación segura y el funcionamiento eficiente y sanitario del Canal. Este tratado establece que los peajes y otros derechos por servicios de tránsito y conexos serán justos, razonables, equitativos y congruentes con los principios del derecho internacional.

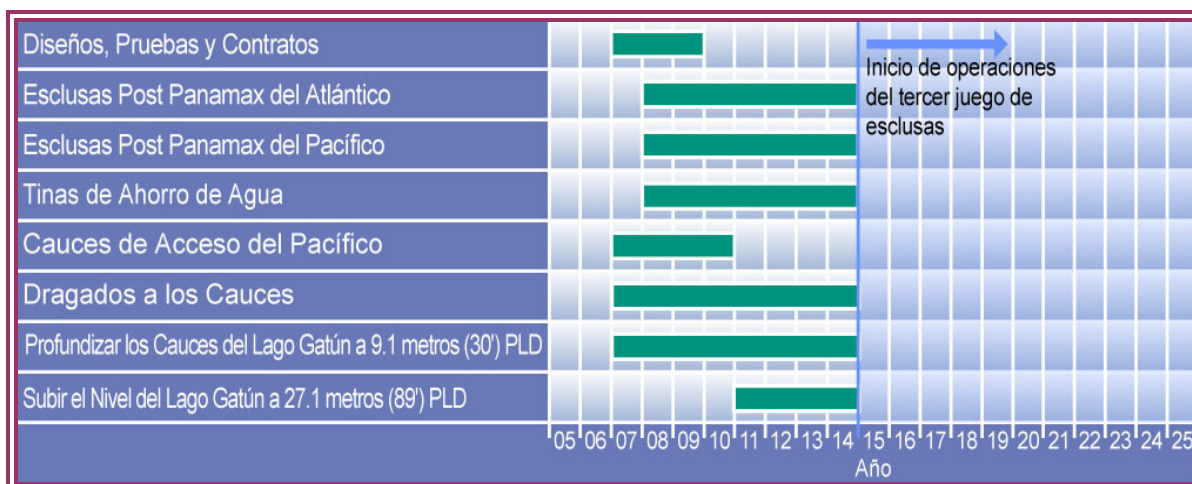
En adición, la ACP se adhirió al Pacto Global de las Naciones Unidas en diciembre del 2002 y, en agosto de 2002, al Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible, también conocido como WBCSD¹⁶ por sus siglas en inglés. Una lista de acuerdos relevantes ratificados por Panamá se incluye en el Anexo 5.4.

5.4 Descripción de las Fases del Proyecto

5.4.1 Planificación

Este proyecto forma parte del Programa de Ampliación del Canal de Panamá que tomará entre siete y ocho años en completarse. Se estima que el Programa finalizará en el año 2014-2015, cuando el Canal ya ampliado podrá iniciar operaciones (ver Figura 5-3). El dragado del cauce del Pacífico se iniciará en el año 2008, y requerirá de aproximadamente cinco años (véase sección 5.4.5).

¹⁶ World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) es una coalición de 175 compañías internacionales que comparten un compromiso con el desarrollo sostenible a través del crecimiento económico, balance ecológico y progreso social.



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

FIGURA 5-3: CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DEL CANAL DE PANAMÁ

El cronograma de ejecución de la ampliación del Canal se divide en dos fases principales: la de preconstrucción y la de construcción. La fase de preconstrucción comprende el desarrollo de diseños preliminares, modelos, especificaciones y contratos, la identificación de los posibles constructores y, finalmente, la contratación de éstos.

La planificación del proyecto propuesto ha ido en paralelo con la planificación del Programa de Ampliación y se encuentra en estos momentos en la fase de preconstrucción.

El éxito del ensanche y la profundización de los cauces de aproximación del Pacífico depende en parte de que se planifiquen detalladamente dichas actividades, con el fin garantizar que el dragado sea económico y efectivo y el depósito de los desechos tenga un impacto mínimo. A estos efectos, un equipo de ingenieros y expertos ambientales han trabajado y siguen trabajando en estrecha colaboración para alcanzar la más eficiente operación con un impacto ambiental aceptable. Durante la fase de planificación se han analizado factores clave tales como:

La batimetría y la geología superficial de los cauces que van a ser ensanchados, con el propósito de prever los requerimientos de equipo, y los volúmenes y el tipo de materiales que serán generados y removidos hacia los sitios de depósito. Para estimar los volúmenes de dragado del cauce de navegación Post-Panamax, la ACP utilizó la última información batimétrica y

topográfica disponible, y el programa computarizado de ingeniería INROADS¹⁷.

La conectividad entre los sitios de dragado y las áreas de depósito disponibles para consideraciones de transporte.

La capacidad volumétrica de los sitios de depósito subacuáticos y la estabilidad potencial de los distintos tipos de material que se podría depositar en cada sitio, en términos de profundidades finales, taludes de desecho, y acción de las olas y las mareas.

La capacidad volumétrica de los sitios de depósito en tierra, en términos de niveles finales de superficie terrestre, y el mantenimiento de sistemas adecuados de reducción de sólidos suspendidos.

Los impactos potenciales sobre los ecosistemas naturales durante las actividades de dragado y depósito de materiales.

Los impactos sobre las comunidades humanas ubicadas en las áreas aledañas a las obras.

Los impactos sobre la navegación en el Canal durante las obras.

Los costos.

El acondicionamiento y abandono de los sitios de depósito en tierra (restauración), una vez acaben las actividades de depósito.

Las necesidades y los impactos del dragado de mantenimiento a largo plazo.

La ACP realizó una evaluación inicial de estos factores; sin embargo, es posible que los contratistas depuren y modifiquen algunos planos para optimizar los costos, así es que este EsIA ha requerido que se considere una variedad de opciones (posibles estrategias de dragado/deposición) para poder evaluar los impactos potenciales.

¹⁷ ACP. Análisis Técnico de los Cauces de Navegación Post-Panamax propuesto para el Canal de Panamá. Marzo 2006 (Traducción al español).

Este EIA es también componente de esta fase de planificación. En este EsIA se identifican las condiciones ambientales y sociales de las áreas que se verán afectadas por el proyecto propuesto y se evalúa los posibles impactos que las actividades del mismo pueden ocasionar. Esta fase se llevó a cabo basándose en la información existente y disponible por la ACP y fue complementada con visitas de campo y reuniones con el personal de la ACP. Esta fase se cubre con el presente estudio, que será presentado a ANAM para su aprobación antes del inicio de las obras. Más información sobre la metodología de la EIA se encuentra en el Capítulo 3.

5.4.2 Etapa de Construcción (Dragado para profundización y ensanche)

Los trabajos asociados con el proyecto propuesto comprenden una combinación de actividades de perforación y voladura, y de dragado así como el transporte y deposición del material obtenido. A continuación se describen los volúmenes de materiales a ser extraídos, así como los equipos y sitios de depósito a ser utilizados.

Los trabajos de ensanche y profundización tendrán el objeto de conseguir los siguientes parámetros:

Profundización:

La profundización anterior realizada tuvo profundidad de diseño de -14.2 m. MLWS con tolerancia de dragado hasta -14.8 m. MLWS. La profundización propuesta para la Ampliación requiere una profundidad de diseño de -15.5 m. MLWS con tolerancia de dragado (0.60 m.) hasta - 16.1 m. MLWS.

Ensanche:

1. El objetivo del ensanche en el lado Oeste de la Entrada del Pacífico es mantener 225 m. como ancho mínimo de Canal para los sectores del Canal (# 7 a # 14) entre las estaciones 74K+300 (Base del Puente de las Américas) hasta donde el Canal actual se expande hasta lograr este ancho de 225 m aproximadamente en la Estación 80K+233 (boyas # 5 y # 6).
2. En los sectores al Norte del proyecto en el Cauce actual se pretende crear un ancho de Canal entre 310 y 340 m. entre la estación 73K+700 (cerca de Muelle # 6 Puerto de Balboa) hasta la estación 70K+950 (Al norte del Muelle de Diablo) para permitir maniobras más seguras hacia el Tercer Juego de Esclusas. El ancho actual de este sector es 225 m.

3. Entre la estación 73K+700 (muelle # 6) y la 74K+300 (Base del Puente) se planea hacer un ensanche de ancho variable entre 225m y 310m para permitir un giro seguro de los buques frente a Muelle # 6 y en su travesía hacia el Tercer Juego de Esclusas.
4. Los sectores al Sur de la Estación 80K+233 hasta la Estación Final 84K+250 no requieren ensanche.

Volúmenes de Materiales

Para estimar los volúmenes de dragado del cauce de navegación Post-Panamax, la ACP utilizó la última información batimétrica y topográfica disponible, y el programa computarizado de ingeniería INROADS.

Cauce de navegación de la 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, se prevé que aproximadamente el 30% del área de la entrada del Pacífico podría requerir perforación y voladura, lo que representa 4.36 Mm^3 . Se prevé que los trabajos de profundización y ensanche del cauce de navegación de la entrada del Pacífico requerirá el dragado de 6.5 Mm^3 de material.

Cauce de aproximación del sur de las nuevas esclusas en el 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 Mm^3 . 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 barcas. La construcción del cauce de aproximación del sur del Pacífico requeriría la remoción de 2.51 Mm^3 de material de dragado para obtener un ancho de cauce de 218 m y una profundidad de 15.5 m.

Equipos Propuestos

Se prevé que todas las obras serán subcontratadas, aunque existe la posibilidad de que se utilice parte del equipo de planta de la ACP (i.e., Draga Rialto.M.Christensen). Como parte de la adjudicación de los contratos de dragado, es probable que se realice un análisis más detallado de

las zonas de dragado (perforaciones, investigaciones sísmicas superficiales) del cual emergerá una visión más detallada de la naturaleza de los depósitos que van a ser dragados. En base a esta información más detallada el contratista diseñará sus estrategias de dragado y depósito.

Se anticipa que las obras de dragado requerirán los siguientes tipos de equipo. El equipo a utilizar será seleccionado de acuerdo con la dureza de la roca/el sedimento que será removido (la Sección 6.1 describe la geología del área del proyecto propuesto):

Draga de perforación y voladura de roca dura y sólida mediante explosivos.

Dragas retroexcavadoras (o la draga R.M.Christensen). Para levantar fragmentos rocosos.

Draga de corte-succión. Para cortar y succionar simultáneamente roca de resistencia mediana mediante una tubería.

Draga de remolque. Para succionar y relanzar rocas de litificación pobre (suaves) y/o sedimentos por medio de una tolva instalada en el buque o conectándola a una tubería en el muelle.

Barcazas y remolcadores (para sacar fragmentos rocosos hacia los sitios de depósito).

La draga de corte-succión y la draga de remolque usan tuberías para transportar los desechos hidráulicamente. La sección 5.5.1 contiene más información sobre el equipo a utilizar.

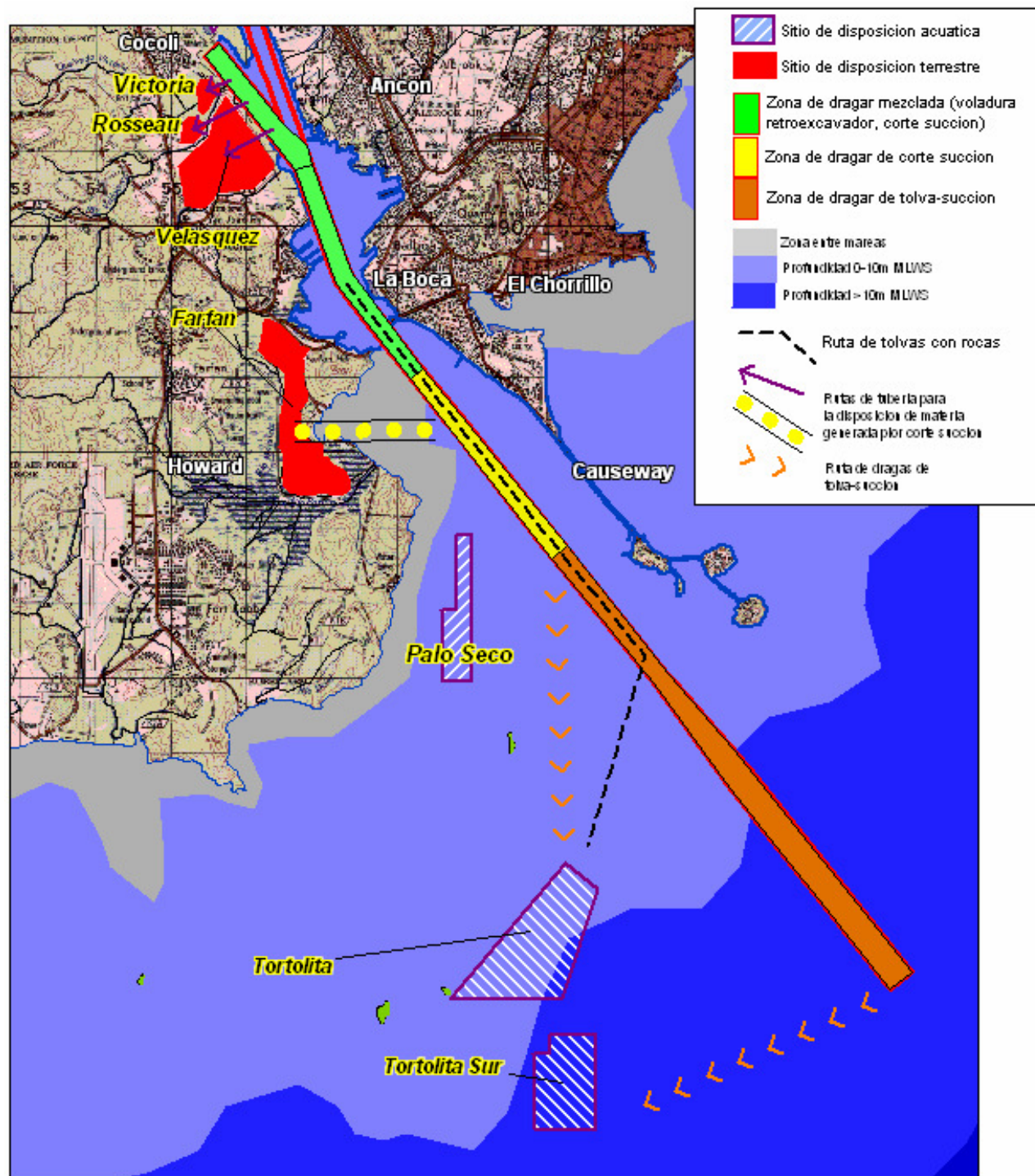
En la Tabla 5-2 se enumeran las dimensiones del cauce final dragado, junto con los estimados del volumen total de material que será dragado y la cantidad de este que tendrá que ser “liberado” mediante perforación y voladura (~60%)¹⁸. La tabla muestra los volúmenes en banco e *in situ* (volumen real del lecho marino que debe ser removido) y los volúmenes “suelos” (volumen que deberá ser transportado y el volumen depositado inicialmente en los sitios). La ACP calculó empíricamente el volumen “suelto”, que es mayor debido a la pérdida de consolidación sedimentaria durante el proceso de dragado, basada en un aumento del volumen del 30%.

¹⁸ ACP. 2006 c.

TABLA 5-2: DIMENSIONES DEL CAUCE Y VOLÚMENES DE MATERIALES GENERADOS PARA LA NAVEGACIÓN POST-PANAMAX EN EL SECTOR PACÍFICO. FUENTE: ACP 2006C

Áreas	Ancho mínimo (m)	Profundidad (m)	Elevación mínima del fondo del cauce (m PLD)	Volúmen de materia <i>in situ</i> para ser dragado m ³	Volúmen de materia <i>in situ</i> para ser liberado por detonación y excavación m ³
Cauce de aproximación Post-Panamax al sur del Pacífico	218	15.50	-17.86	2.51M	1.41M
Cauce de navegación de la entrada del Pacífico	225 a 366	15.50	-17.86	6.51M	4.36M
VOLUMEN TOTAL <i>in situ</i>				9.02M	5.77M
VOLUMEN 'SUELTO' TOTAL (30% aumento con respecto al <i>in situ</i>)				11.73M	7.50M

En la Figura 5-4 se muestran las extensas áreas de uso de planta en relación con la planta de dragado y las áreas de depósito de desechos.



Fuente: PB 2007

FIGURA 5-4: ZONAS DE DRAGADO Y SITIOS DE DEPÓSITO.

Las opciones de transporte y depósito de desechos son las siguientes:

- Uso de barcazas para el transporte marítimo a las áreas de depósito subacuático.
- Transporte marítimo a través de tuberías hacia las áreas de depósito subacuático.
- Transporte marítimo a través de tuberías hacia áreas marinas que podrían ser reclamadas hacia tierra seca (Palo Seco)
- Transporte a través de tuberías a los sitios terrestres para relleno.

Sitios de Depósito

A través de su División de Proyectos de Capacidad del Canal y la División de Administración Ambiental, la ACP preparó informes técnicos y ambientales^{19,20} 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.

Para este proyecto en particular, se ha propuesto que el material de dragado se deposite en los siguientes lugares: Farfán, Palo Seco, Victoria, Velásquez, Rousseau, Tortolita y Tortolita Sur, dependiendo del tipo de material extraído.

Farfán, Victoria, Velásquez y Rousseau son sitios de depósito terrestres, de los cuales, los tres primeros poseen muros de contención y han sido usados en el pasado por la ACP para el depósito de material producido durante los programas de mantenimiento y modernización. Rousseau será utilizado por primera vez para el proyecto propuesto.

El contratista al que se le adjudique estos trabajos será responsable del diseño de los muros de contención y drenaje necesarios para la utilización de los sitios terrestres, tanto existentes (que necesitarán ser adecuados) como nuevos (i.e. Rousseau).

Palo Seco, Tortolita y Tortolita Sur son lugares de depósito acuáticos que también han sido utilizados por la ACP durante los programas de mejora y mantenimiento del Canal.

¹⁹ ACP 2004

²⁰ ACP 2006 b.

En la Tabla 5-3 se detallan las capacidades estimadas de los sitios de depósito.

TABLA 5-3: SITIOS DE DEPÓSITO PROPUESTOS PARA EL DRAGADO DE LA ENTRADA DEL PACÍFICO Y DEL CANAL DE ACCESO SUR DE LAS NUEVAS ESCLUSAS DEL PACÍFICO

Sitio	Capacidad Actual Estimada (Mm ³) ¹	Área km ²
Acuáticos		
Palo Seco	1.02	0.562
Tortolita	5.23	1.713
Tortolita Sur	5.62	0.65
Terrestres		
Victoria	0.66	0.207
Rousseau	0.50 ¹	0.22
Velásquez	2.30	0.836
Farfán	3.65	1.258
Nota: El sitio de Rousseau no existe actualmente por lo que no se puede dar un estimado definitivo de su capacidad, porque será utilizado por primera vez para el proyecto propuesto. Fuente: Información proporcionada por la ACP vía comunicación escrita el 8 de enero de 2007.		

Las condiciones existentes de estos sitios se describen brevemente a continuación:

Farfán. Este sitio está localizado al oeste de la Entrada del Pacífico y al sur de la antigua estación naval Rodman y la carretera Interamericana. El sitio tiene una superficie de 1.25 Km² y una capacidad remanente de aproximadamente 3.65 Mm³.

Victoria. Este sitio está localizado al oeste de la bordada de Balboa y adyacente al alineamiento de la excavación antigua del Tercer Juego de Esclusas. El sitio que fue rehabilitado en 1996 cuenta con una superficie de 0.2074 Km² y tiene una capacidad remanente de 0.66 Mm³. Este sitio contiene material que fue depositado entre 1992 y 2000, y más recientemente durante los trabajos de modernización del Canal.

Velásquez. Este sitio está localizado al oeste de la bordada de Balboa, colindando al norte con el sitio de depósito de Victoria y el río Velásquez y al sur con la antigua Estación Naval de Rodman y al Oeste con la carretera de Cocolí. El sitio está sobre tierra firme y rodeado por una ataguía de tierra de 9' de altura y tiene un área de 0.8366 Km² y una capacidad remanente de unos 2.3

Mm3. Tiene acceso por carretera y por agua y contiene dos vertederos de demasías de acero. El sitio fue rehabilitado y la altura de su dique elevada en 1996.

Rousseau. Este nuevo sitio está localizado entre el sitio de depósito de Victoria y el de Velásquez. Colindará al norte con el sitio de depósito de Victoria, al sur con el de Velásquez y al oeste con la carretera de Cocolí. Su capacidad se ha estimado en 0.5 Mm3.

Palo Seco. Este es un sitio de depósito con agua muy poco profunda, cuya máxima profundidad es de 1.7m bajo MLWS. Dadas las restricciones de calado, las naves de alto calado no podrán utilizar este sitio; las dragas retroexcavadoras, de succión y de remolque no podrán entrar a este sitio tampoco. Otras embarcaciones marinas como, por ejemplo, las barcasas de auto-propulsión, barcos multi-propósito o barcasas remolcadas podrán usar este sitio, pero con restricciones debido a las mareas. La variación de las mareas en el Pacífico (mareas medias de ~5m) permitirán el acceso de buques solamente durante el periodo de marea alta. Se ha planificado una capacidad máxima de 1.03 Mm³ para este sitio.

Históricamente, este sitio se usó durante el proyecto de ensanche y profundización llevado a cabo entre 1988 y 1991. Diferentes materiales fueron depositados durante este proyecto. Se dragaron rocas, lodo y arcilla de áreas cercanas al Puente de las Américas y la bordada de Balboa en el cauce. Barcasas remolcadas transportaron material a Palo Seco y lo descargaron. También se instaló una tubería sumergida y se bombeó material hacia el sitio de depósito. Se tendió la tubería sobre el lecho marino y se empleó para bombear material hacia el área.

Tortolita. Tortolita es un sitio de depósito de materiales ubicado en mar abierto. Estudios batimétricos llevados a cabo recientemente en el 2006, identificaron profundidades que van desde los 4.0m hasta los 11.0m MLWS. Este sitio puede servir para varias técnicas de depósito, dado que posee profundidades suficientes para buques de alto calado. A través de la historia, este sitio de depósito fue utilizado durante el proyecto de profundización y ensanchamiento que se realizó entre 1988 y 1991. El material extraído durante esta campaña del cauce entre las boyas No.1 y No.6 fue llevado y depositado allí. El material depositado consistió en arcillas suaves con guijarros. La batimetría muestra montículos en el lecho marino, los cuales es probable que

se hayan formado con material dragado durante proyectos anteriores.

Para el proyecto propuesto se prevé que se llevarán a cabo actividades de depósito similares. El sitio posee potencial para el uso de retroexcavadoras, barcazas divididas (de descarga de fondo) y barcazas remolcadas. Se planifica una capacidad potencial de 7.31 Mm³ para Tortolita si se deposita el material a un nivel mínimo final en el lecho de 3.0m MLWS y si el material depositado se mantiene dentro del sitio.

Tortolita Sur. Tortolita Sur es un sitio de depósito de material dragado ubicado en mar abierto, justo al sur del sitio Tortolita. La batimetría efectuada en el 2006 identificó profundidades que van de los 10.0m a los 13.5m MLWS en Tortolita Sur. Este sitio tiene un potencial de capacidad de depósito parecido al de Tortolita. Históricamente, este sitio fue utilizado durante el proyecto de ensanchamiento y profundización realizado entre 1988 y 1991, y durante el proyecto de modernización del periodo 2005-2006, para depositar el material dragado del cauce de aproximación. Los cálculos volumétricos indicaron que, teóricamente, Tortolita Sur posee una capacidad de 8.65M m³, la cual fue estimada utilizando una profundidad final mínima teórica de 3.0m MLWS.

Posibles usos del material de dragado

No se ha propuesto directamente ninguna forma de aprovechar el dragado de los cauces del Pacífico, aunque existe alguna posibilidad de desarrollar las siguientes estrategias:

Se puede argumentar que el material colocado en sitios de relleno proveen un beneficio al adecuar para el uso humano terrenos pantanosos que a menudo son inutilizables. Sin embargo, no se ha propuesto el uso de ellos y, desde el punto de vista conservacionista, la pérdida del hábitat pantanoso se considera generalmente un impacto más serio; no obstante este hábitat no está presente en el área del proyecto.

Si se desarrollara el megapuerto planificado para el área de Palo Seco, elevar el lecho en esa área se consideraría provechoso.

El depósito de rocas en los sitios de Tortolita podría potencialmente considerarse un desarrollo coralino artificial, que mejoraría las características del lecho marino al proveer un hábitat con

mayor biodiversidad y con un mayor potencial de acuicultura.

Actualmente en Europa se está haciendo mucho énfasis en la creación de hábitats pantanosos artificiales para reemplazar hábitats naturales de este tipo, los cuales son los primeros que se reclaman alrededor de estuarios con desarrollos urbanos/industriales/portuarios. Por ejemplo, si se creara un área intermareal aislada por rocas a lo largo de la orilla de Palo Seco y se rellenara para crear un humedal artificial, esto constituiría un uso de los desechos que se consideraría beneficioso.

En ausencia de darle un uso provechoso, el principio de confinar el depósito de materiales a zonas en donde se ha depositado materiales anteriormente es generalmente adecuado. Sin embargo, cuando el sitio de depósito está sujeto a erosión crónica debido a la acción a largo plazo de las olas y las mareas, este principio debe ser revisado. Esto también podría incrementar los rangos de sedimentación en el cauce adyacente al dragado, aumentando así la frecuencia con que se tiene que dragar (y los impactos asociados).

5.4.3 Etapa de Operación (dragado de mantenimiento)

Las actividades durante la fase de operación del proyecto propuesto se relacionan con la ejecución de tareas de mantenimiento de los canales de navegación en la entrada Pacífico del Canal de Panamá, en particular se trata del dragado de los canales de acceso hacia las esclusas existentes y las nuevas.

La posición y la profundidad de los cauces naturales varían como función de los procesos de transporte, y las profundidades generales reflejan un balance natural entre el suministro de sedimentos y la fuerza del oleaje y la marea. En cauces artificiales, rectos y sobreprofundizados, la sedimentación y erosión ocurren naturalmente. La magnitud del cambio debido a estos procesos naturales está relacionada con el grado de profundización. Esto es, el rango a la que aumenta el nivel de sedimentación está asociado con la profundidad dragada del cauce. La ACP midió el rango de sedimentación en los cauces de aproximación del Pacífico en el año 1985 y nuevamente en el 2005 (mediante repetidos sondeos batimétricos). La tasa de sedimentación histórica media para el área del proyecto es de 0.2 pies (6 cm.) por año para la Entrada y 0.8 pies (24 cm.) por año para la bordada de Balboa. Se estima que las tasas de sedimentación serán

mayores después de realizada la profundización planificada.

Es probable que el relleno de mantenimiento consista de sedimentos finos y suaves que pueden ser dragados con facilidad mediante una retroexcavadora de succión y remolque. Como parte de este proyecto se han planificado futuras necesidades de dragado de mantenimiento, en términos tanto de disponibilidad de planta como facilidad de depósito.

Se considera que dicho mantenimiento se realizará aproximadamente cada 12 meses durante los primeros 3 años, a partir de la conclusión de la profundización²¹; posterior a esta fecha, las actividades de mantenimiento se repetirán aproximadamente cada 6 meses debido al deterioro natural de los canales y la deposición de sedimentos por la propia operación de las esclusas y las corrientes del Océano Pacífico²².

En cuanto a actividades mantenimiento correctivo, éstas estarán en función de las ocurrencias de deslizamientos, derrumbes, etc.; es decir, debido a la ocurrencia de procesos morfodinámicos, geodinámicos y erosivos de los cuales se desconoce su periodicidad, por lo que no se tiene una cantidad específica de trabajo. Las acciones contempladas dentro de este tipo de mantenimiento son de carácter intrusivas (excavación, cortes, dragado, etc.), de movimiento de tierra (seca o húmeda) y de deposición de excedentes (en sitios terrestres o marítimos).

5.4.4 Etapa de Abandono

Este proyecto no posee fase de abandono como tal ya que las actividades de dragado continuarán durante el mantenimiento del canal de navegación. Los sitios de depósito serán usados en el futuro para el dragado de mantenimiento sin realizar ningún tipo de obra adicional, con la posibilidad de que se vuelvan a reutilizar en el futuro. Por esta razón, esta fase no se considera en este estudio.

5.4.5 Flujograma y tiempo de ejecución de cada fase

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

²¹ Estimaciones basadas en previas experiencias de dragado de la ACP

²² The Louis Berger 2004.

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.

Tal y como se muestra en la Figura 5-5, las obras de dragado del cauce de navegación en la entrada del Pacífico empezarán a principios del año 2008 y finalizarán a finales del 2012. El dragado de la sección al Sur del Puente de las Américas se iniciaría en el 2008, y el de la sección al Norte del Puente en el 2009.

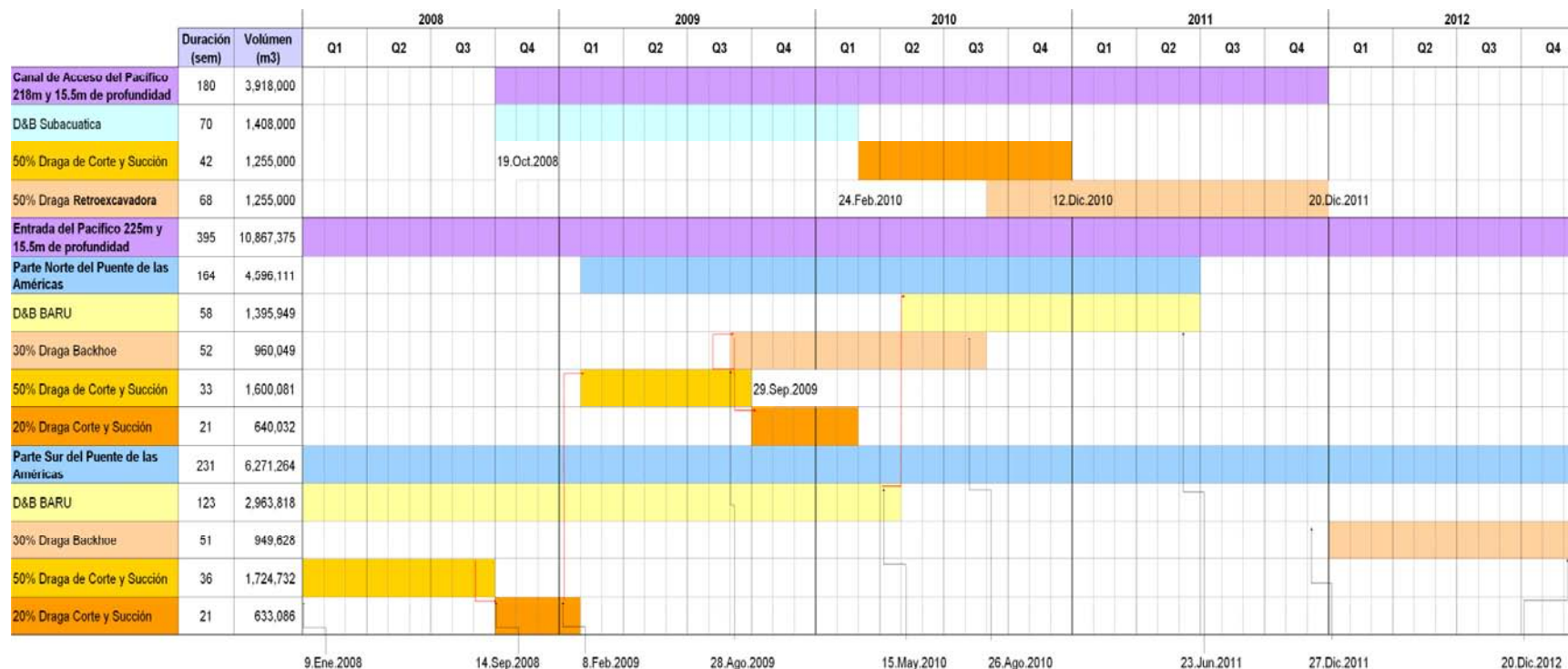


FIGURA 5-5: CRONOGRAMA DEL PROYECTO PROPUESTO²³. FUENTE: ACP 2006

²³ Extraído del cronograma de la ampliación del Canal de la ACP

5.5 Infraestructura a desarrollar y equipo a utilizar

5.5.1 Frecuencia de movilización de equipo

El equipo que será requerido para el dragado y depósito de material fue especificado teniendo en cuenta la experiencia previa de la ACP⁹ en proyectos de dragado. El equipo y los movimientos de operación exactos serán establecidos por el contratista.

Cauce de navegación de la entrada del Pacífico - Trabajos de perforación y voladura.

La ACP propone el uso de la nueva barcaza de perforación Barú para perforar y volar un área de 30% del cauce de navegación de la entrada del Pacífico (áreas de basalto y dacita). 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-propulsión. Se estima que la producción anual de este equipo en la entrada del Pacífico sería de 1.5 Mm³ por lo que la duración de este trabajo sería de 3 años aproximadamente²⁴.

Cauce de navegación de la entrada del Pacífico - Trabajos de dragado.

El trabajo de dragado en el cauce de navegación de entrada del Pacífico será realizado por un contratista.

Las bordadas exteriores del cauce, que contienen sedimentos recientes muy poco consolidados, serán dragadas con una draga retroexcavadora de succión y arrastre. Existen zonas de grava basáltica y basalto desgastado en el cauce.

Una draga con una cabeza cortadora de 2,000 a 3,000 Kw. podría dragar las rocas de suave a mediano duro (las formaciones La Boca y Panamá) sin necesidad de perforación ni voladura

²⁴ ACP. Análisis Técnico de los Cauces de Navegación Post-Panamax propuesto para el Canal de Panamá. Marzo 2006 (Traducción al español).

previa. Se propone utilizar una draga cortadora mediana para dragar el material a una tasa de 60,000 a 37,500 metros cúbicos de banco por semana, bajo un horario completo de 3 turnos de 8-horas cada uno, 7 días por semana.

En cuanto al material muy duro (basalto, dacita), se requeriría perforación y voladura previas para el desempeño efectivo de la draga retroexcavadora. Se propone 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. 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 y remolcador para transportar las barcazas y 9 personas para la administración de la retroexcavadora. La draga excavadora hidráulica trabajaría 2 años en el cauce de la entrada del Pacífico. 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 años²⁵.

Cauce de aproximación del sur de las nuevas esclusas en el Pacífico - Trabajos de perforación y voladura.

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 barcazas. La tasa promedio de productividad para este equipo semi-acuático podría estar entre los 20,000 metros cúbicos de banco por semana.

Cauce de aproximación del sur de las nuevas esclusas en el Pacífico - Trabajos de dragado.

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.

²⁵ ACP 2006c

La Tabla 5-4 presenta un resumen de 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 indicando el estimado de productividad según el tipo de material.

TABLA 5-4: 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 m³ por semana					
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 a 23,500	
Perforadora flotante BARÚ				24,250 a 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 a 30,000	
Draga retroexcavadora hidráulica					20,000

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

La Figura 5-6 muestra un análisis del origen del material; el tipo de material generado; y las distancias de transporte (rutas de retroexcavadoras/tuberías) hacia los sitios de depósito disponible, considerando la capacidad volumétrica y el potencial de descarga.

Para producir un “modelo” realista de las cantidades y los tipos de material que serán depositadas en cada sitio, se hicieron las siguientes dos presunciones básicas iniciales:

- 1) Los materiales serán transportados a través de la mínima distancia posible hacia un punto de depósito adecuado y
- 2) Los sitios no serán llenados a capacidad (para permitir flexibilidad para los futuros requerimientos de mantenimiento de dragado).

ESTACION	Area (m ²)	Volumen (m ³) 51' MLWS	Geología					Distancia a los sitios de disposición disponibles (con capacidad Mm ³)						
			basalto	La Boca	dacita	formación de Panamá	sedimento reciente	Rousseau 0.5	Victoria 0.66	Velasquez 2.3	Farfán 3.65	Palo Seco 1.02	Tortolita 5.23	Tortolita sur 5.62
Canal de aproximación sur		2,520,000	1.260	1.260				1.4-1.5	1.0-1.1	1.5-2.0				
71k+000	372,251	2,487,601	2.488					1.5-2.1	1.0-2.1	1.5-1.6				
72k+000	313,046	787,851		0.788				2.1-3.1	2.2-2.9	1.6-2.6	1.7-2.6			
73k+000	294,442	541,916	0.542					2.9-4.7	2.9-4.2	2.6-3.7	1.7			
74k+000	224,614	299,362		0.150	0.075	0.075					1.7-2.6	2.5-3.3		
75k+000	224,989	508,210		0.127		0.381					2.0-2.6	2.5-2.9		
76k+000	224,989	336,724				0.337					2.0-2.8	1.6-2.9		
77k+000	224,989	280,850				0.281					2.8-4.0	1.6-1.7		
78k+000	224,989	211,720				0.053	0.159					1.7-2.1		
79k+000	228,080	99,374					0.099					2.1-2.7	2.9-4.0	
80k+000	260,535	154,785	0.039				0.116						2.9-3.0	
81k+000	335,157	124,471	0.031				0.093						2.8-3.0	
82k+000	375,471	102,786					0.103						2.8-3.0	
83k+000	373,918	37,119					0.037						3.0-3.5	
84k+000	377,401	0												
TOTAL		8,492,769	4.359	2.325	0.075	1.127	0.608	0.000	0.500	1.548	1.069	0.334	1.868	3.174
								0.000	0.650	2.012	1.390	0.434	2.428	4.126

 Detonación, retroexcavador, tolva
 Corte-succión y tubería
 draga arrastre succión tolva

FIGURA 5-6: ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE DESECHOS DRAGADOS, POR KILÓMETRO Y TIPO DE DESECHO, EN RELACIÓN CON LAS DISTANCIAS Y LA CAPACIDAD DE LOS SITIOS DE DEPÓSITO PROPUESTOS, EN TÉRMINOS DE SU VOLUMEN Y CAPACIDAD PARA RECIBIR TIPOS DE MATERIAL. FUENTE: ACP-PB 2007

Las distancias resaltadas en colores muestran el sitio de depósito más apropiado para los desechos de cada kilómetro del área dragada, considerando el tipo de material. Los totales en estas mismas columnas muestran la cantidad de materiales que se colocarían en cada sitio de acuerdo con su modelo de transporte; se indican también tanto los volúmenes de los bancos como los ‘suelos’.

El potencial de descarga está relacionado con que una barcaza cargada (con un calado usual mínimo de trabajo de 5m) y con la distancia entre los puntos de generación y depósito de los desechos. Obviamente, los sitios terrestres no pueden ser empleados por barcasas y deben recibir descargas bombeadas a través de tuberías¹¹. Además, el sitio de depósito de Palo Seco es de agua superficial con sondeos que van desde -1.7m hasta 0.0m MLW. El rango de marea viva es de ~5m (Sección 4.6.3); por consiguiente en este lugar la profundidad no permite que buques de alto calado depositen con regularidad material dragado directamente en el área y, por lo tanto, también se anticipa que la descarga en este sitio tendría que ser a través de tuberías.

Las tuberías solamente pueden ser empleadas para transportar material viscoso de baja densidad (básicamente arena suspendida en un gran volumen de agua); por ende, no son adecuadas para fragmentos rocosos de gran tamaño. En aquellos lugares donde la draga y el punto de depósito están a gran distancia, no es posible el uso de tuberías debido a que tendrían que tener un largo excesivo para conectar los dos puntos. Típicamente, una bomba puede trabajar 3 km. de tubería. Existe la posibilidad de utilizar estaciones de recompresión (bombas adicionales para aumentar la distancia de bombeo) pero tiene implicaciones sobre los costos. Debido a la distancia que los separa del Canal, los dos sitios Tortolita no son buenos candidatos para depósito por tuberías. Existen dos tipos principales de tuberías: las de flotación negativa y las de flotación positiva. Las tuberías de flotación negativa se tienden a lo largo de lecho marino, mientras que las de flotación positiva flotan en la superficie. En este proyecto se podría emplear cualquiera de los dos tipos de tubería, lo que permitiría conectar distintos tipos de dragas a la tubería y descargar el material dragado. Para permitir el acceso de la navegación hacia los Muelles de Rodman (Figura 5-1), se requeriría una tubería con flotación negativa en los kilómetros 72-74 hacia los sitios Victoria y Velásquez. Las dragas de corte succión pueden permanecer conectadas a una tubería y descargar continuamente al mismo tiempo que draga. Las dragas retroexcavadoras de succión

y arrastre pueden navegar hasta una terminal y conectarse a la terminal de una tubería anclada y bombear material dragado hacia aguas poco profundas. Sin embargo, si se analiza la Figura 5-6, no parece haber ninguna necesidad de utilizar esta opción, y los sedimentos recientes que serán dragados de las bordadas extremas del cauce probablemente tendrán que ser acarreados directamente a los sitios de Tortolita por las dragas retroexcavadoras de succión.

Tortolita y Tortolita Sur son ejemplos de sitios de Depósito Marino de Material Dragado (ODMDS por sus siglas en inglés). Típicamente, una draga retroexcavadora, las barcas auto-propulsadas o una barcaza remolcada, navegan hacia un área en el océano donde se abre el casco (fondo) de la embarcación. Otros equipos depositan el material de manera un poco distinta; algunas embarcaciones se dividen en dos, mientras que otras tienen rutas de escape montadas en el casco. El material grueso (roca quebrada) puede ser depositado de esta forma; esto brinda a los sitios de Tortolita y Tortolita Sur más opciones para depositar una variedad de desechos.

5.5.2 Flujo Vehicular Esperado

Todos los movimientos de vehículos y maquinaria esperados se darán dentro de la zona de operación del Canal y por lo tanto no afectará a otros usuarios de carreteras y vías de acceso públicas.

Basado en las experiencias de proyectos anteriores de dragado, durante las operaciones de dragado se requerirá de equipos de transporte terrestre. Para los trabajos de preparación dentro de los sitios terrestres de depósito se van a requerir vehículos que despejen el terreno y las rutas de acceso. También se necesitará movilizar tuberías con base en las orillas, y esto requerirá maquinaria pesada.

Las tuberías con base en las orillas van a variar en largo y van a cambiar de lugar durante las operaciones. Se va a requerir maquinaria para mover y alterar la configuración de las tuberías. En el pasado, el tipo común de maquinaria utilizada incluyó bulldozers, grúas y montacargas. Se anticipa que el contratista va a utilizar maquinaria parecida para realizar el proyecto.

5.5.3 Mapeo de Ruta Más Transitada

El depósito de material se realizará a través de tuberías desde el canal de dragado hasta los sitios de depósito terrestres. Los movimientos de vehículos y maquinaria en tierra, serán mínimos y se darán mayoritariamente dentro del área de operaciones del Canal utilizando carreteras internas (Figura 5-7). La mayoría de los trabajos de ese proyecto se harán en la parte acuática del Canal, siendo el canal de dragado la ruta más transitada.

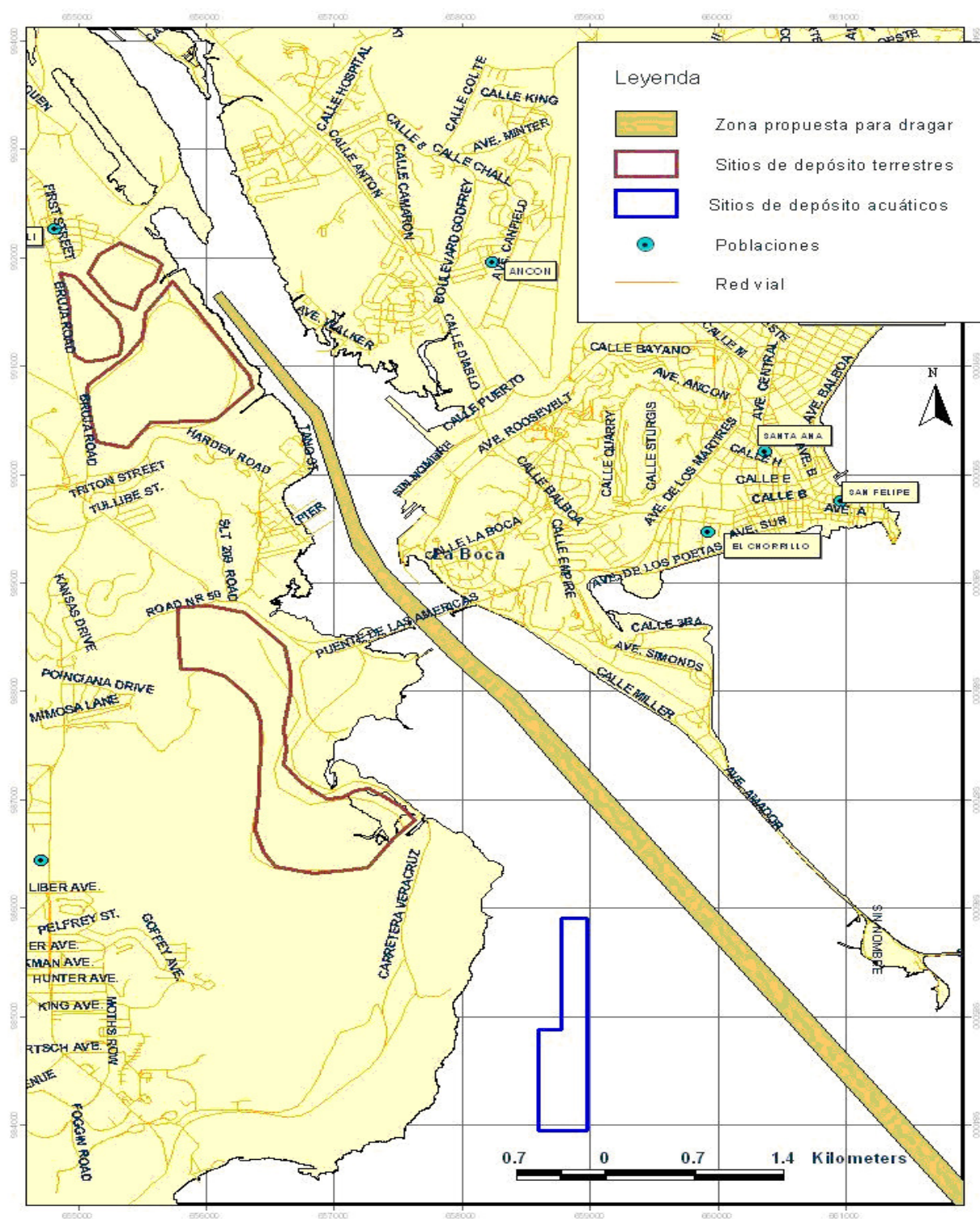


FIGURA 5-7: RUTA MÁS TRANSITADA. FUENTE: PB 2007

5.6 Necesidades de insumos durante la construcción y operación

Se han hecho estimaciones y premisas generales que se presentan a continuación.

5.6.1 Servicios básicos

La mayoría de las actividades se llevarán a cabo a bordo de dragas y otros equipos acuáticos. Por otro lado, habrá actividades terrestres relacionadas con el acondicionamiento y el uso de los sitios de depósito así como actividades de apoyo desde tierra.

Las áreas de mantenimiento e ingeniería estarán localizadas en los muelles propiedad de la ACP, en las que existen todos los servicios requeridos como por ejemplo generadores eléctricos, tanques de agua potable.

En el caso de los trabajos contratados, los contratistas usarán los servicios de los muelles existentes en el área, los cuales tienen amplia capacidad para abastecer los requerimientos de las dragas y el personal de abordó. En el caso de los trabajos en los sitios de depósito terrestre, el contratista instalará un trailer para ser usado como oficina móvil, y proporcionará al personal letrinas portátiles. Sus servicios de recolección cumplirán con las normas vigentes de disposición de aguas residuales.

Aspectos tales como detalles de las materias primas utilizadas y sus volúmenes, las fuentes de energía a utilizar, la cantidad y calidad de las emisiones sólidas, líquidas y gaseosas, las tasas de generación de desechos, el origen de los insumos, número de trabajadores, requerimientos de electricidad y agua, caminos y medios de transporte utilizados, son aspectos que dependen del Plan de Trabajo del Contratista.

5.6.2 Mano de obra

Durante la construcción

Los trabajos a los cauces de navegación de la entrada del Pacífico y del canal sur de las nuevas esclusas del Pacífico comprenden una combinación de actividades de perforación y voladura, y dragado. La ACP ha estimado que 50% de los trabajos de dragado dentro del Programa de Ampliación serán efectuados por personal de la ACP mientras que el otro 50% será llevado a cabo por contratistas externos.

Se estima, sin embargo, que las barcazas de perforación de la ACP se encargarían de los trabajos de perforación y voladura subacuática. Las perforadoras terrestres de la ACP también podrían realizar la mayor parte de la perforación y voladura, y proporcionar los recursos para voladura (si es necesaria), pero se podría contratar parte de estos trabajos de ser necesario. La ACP también realizará actividades de apoyo e inspección para realizar estas actividades en aguas del Canal como por ejemplo:

- Reubicación de señales de 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
- 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.

El número total estimado de trabajadores requeridos para los trabajos de excavación y dragado en los cauces de navegación dentro del Programa de Ampliación varía entre 700 y 1,600 por año

durante el período del 2007 al 2014. La Tabla 5-5 muestra el número estimado de trabajadores para cada equipo o actividad del Programa de Ampliación²⁶.

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

TABLA 5-5: NÚMERO APROXIMADO DE PERSONAS TRABAJANDO EN CADA EQUIPO INVOLUCRADO EN EL PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DEL CANAL.

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

La Tabla 5-6 presenta el estimado de mano de obra para el dragado del canal de acceso sur de las nuevas esclusas del Pacífico y de la entrada del Pacífico. El proyecto propuesto contempla la contratación directa de aproximadamente, 320 personas, de las cuales se estima que aproximadamente, 150 son de apoyo de la ACP y el resto (unos 170) contratistas.

²⁶ ACP 2006 c

TABLA 5-6: NÚMERO APROXIMADO DE PERSONAS TRABAJANDO EN EL PROYECTO PROPUESTO

	CONTRATISTA					ACP			APOYO DE ACP						TOTAL
	ABORDO	TIERRA	APOYO	ADMIN	SUB-TOTAL	ABORDO	SUB-TOTAL	IPD		IPIT	MR	GER	SUB-TOTAL		
						Permanente	Temporal		Lancha, remolcadora	Otros					
Excavación seca															
Draga de corte y succión No. 2	44	18	21	14	97				12	14	8	30		64	161
Retroexcavadora No. 1	14		12	9	35				9	10	5	22		46	81
Barcaza de PYV	28		4	9	41				9	6		4		19	60
PYV en aguas pocas profundas							20	20			2			2	22
TOTAL					173			20						131	324

Fuente: ACP 2006 c.

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. Se considera que las áreas metropolitanas cercanas al proyecto, tienen suficiente capacidad para alojar el personal. No se prevé la necesidad de campamentos permanentes para los trabajadores.

Las actividades de la fase de operación (esto es, mantenimiento) serán realizadas por el personal de la ACP como parte de sus actividades operativas.

5.7 Manejo y Disposición de Desechos

Esta sección trata de identificar los desechos que se pueden generar durante las operaciones de dragado y su manejo. El capítulo 10 Plan de Manejo Ambiental incluye más información sobre medidas de mitigación asociadas con el manejo de desechos.

Para minimizar y evitar posibles impactos ambientales los trabajos se efectuarán en cumplimiento con el Manual para Manejo de Materiales y Desechos de la ACP, el cual se encuentra en el Anexo 5.5. En general, se tratará de minimizar la generación de residuos, se removerán diariamente del sitio de trabajo, y se reciclarán en la medida de lo posible.

Los desechos serán transportados a diario, salvo instrucciones en otro sentido, desde el sitio de la obra, hasta el relleno sanitario de Cerro Patacón, o en cualquier área de disposición fuera del área de operación del Canal debidamente aprobados.

5.7.1 Residuos Sólidos

Los residuos sólidos que este proyecto va a producir incluyen residuos domésticos generados por los trabajadores (comida, papel, latas, plásticos y tetra-bricks). Estos residuos serán depositados en el relleno sanitario de Cerro Patacón.

5.7.2 Residuos Líquidos

Se prevé que el proyecto propuesto generará los siguientes residuos líquidos:

- Líquidos provenientes de las letrinas móviles. Estos serán retirados cada dos días y depositados en áreas fuera de la ACP, en lugares autorizados que cumplan con las normas de disposición de aguas residuales.
- Posibles derrames de hidrocarburos y combustibles

Las descargas/derrames de desechos líquidos que podrían resultar problemáticos se relacionan con el posible depósito de combustible marino derivados de petróleo. Todos los equipos flotantes auto-propulsados llevan grandes cantidades de combustible marino derivados de petróleo. Existe el riesgo de contaminación debida a las actividades diarias de dichos equipos, especialmente cuando los buques están recargando combustible o recibiendo mantenimiento general.

Se mantendrán las actividades de trabajo bajo control, con el fin de evitar la contaminación de aguas superficiales y del cauce de navegación. Los residuos líquidos de hidrocarburos no serán depositados en el suelo o en canales de desagüe, sino que serán recogidos con los medios apropiados para ser tratados antes de su deposición. El Plan de Manejo Ambiental (capítulo 10) provee información sobre el manejo y disposición de residuos líquidos y las acciones a tomar para el control de derrames en caso de accidentes.

5.7.3 Residuos Gaseosos

Las emisiones gaseosas que este proyecto va a generar serán las siguientes:

- Emisiones de motores de combustión interna debido a la operación de las dragas y remolcadoras. No se prevé emisión de partículas suspendidas al aire, debido a que el material de dragado se encuentra húmedo y por lo tanto no es fácilmente transportado por los vientos.
- Los equipos rodantes de la rehabilitación/construcción de los muros de contención y spillways (vertederos de agua) sitios de depósito terrestres contarán con filtros de aire para disminuir las emisiones a la atmósfera y se evitará al máximo tener maquinaria encendida cuando no sea necesario.

5.7.4 Residuos Peligrosos

Los residuos peligrosos que este proyecto puede generar se describen a continuación:

- Residuos de materiales explosivos usados para actividades de voladuras.
- Residuos producidos por el mantenimiento de maquinaria (solventes, pinturas, brochas, trapos, rodillos y latas de pintura vacías, aguas aceitosas, desperdicios metálicos, baterías etc.). Estos desechos serán recogidos, se almacenarán temporalmente en un solo lugar; se reciclarán si es posible y sino se tratarán de manera tal que se mitiguen los impactos al ambiente y/o a la salud humana. Se dispondrá de los desperdicios que se generarán durante la realización del trabajo propuesto en este Estudio, en las áreas autorizadas.

Estos residuos serán transportados hasta lugares designados para su acogida.

5.8 Concordancia con el Plan de Uso de Suelo

El área donde se desarrollará el proyecto se encuentra dentro del área de compatibilidad con la operación del Canal y es concordante con el Plan de uso de suelo de la ACP y el Plan Regional para el Desarrollo de la Autoridad de la Región Interoceánica (ARI) y el Plan General de Uso, Conservación y Desarrollo del Área del Canal.

- Plan de uso de suelo de la ACP (Acuerdo No.102 de 25 de agosto de 2005 de la Junta Directiva de la ACP). En este Plan el tipo de uso del área donde se desarrollará este proyecto es un área de operación Tipo I, en las zonas terrestres, que consiste en áreas reservadas para el uso exclusivo de la Autoridad del Canal de Panamá. y Tipo II en las zonas acuáticas.
- Plan Regional para el Desarrollo de la Región Interoceánica. (Ley 21 de 2 de julio de 1997) En este Plan el tipo de uso del área donde se desarrollará el proyecto es un área de operación del Canal (área de tierra) que consiste en áreas reservadas para las mejoras y ampliación del Canal, entre otros, y la construcción del tercer juego de esclusas (Figura 5-8).

Para más información, ver sección 6.3.1, la cual incluye un mapa de la zona del proyecto indicando los límites de las zonas de operación de la ACP.

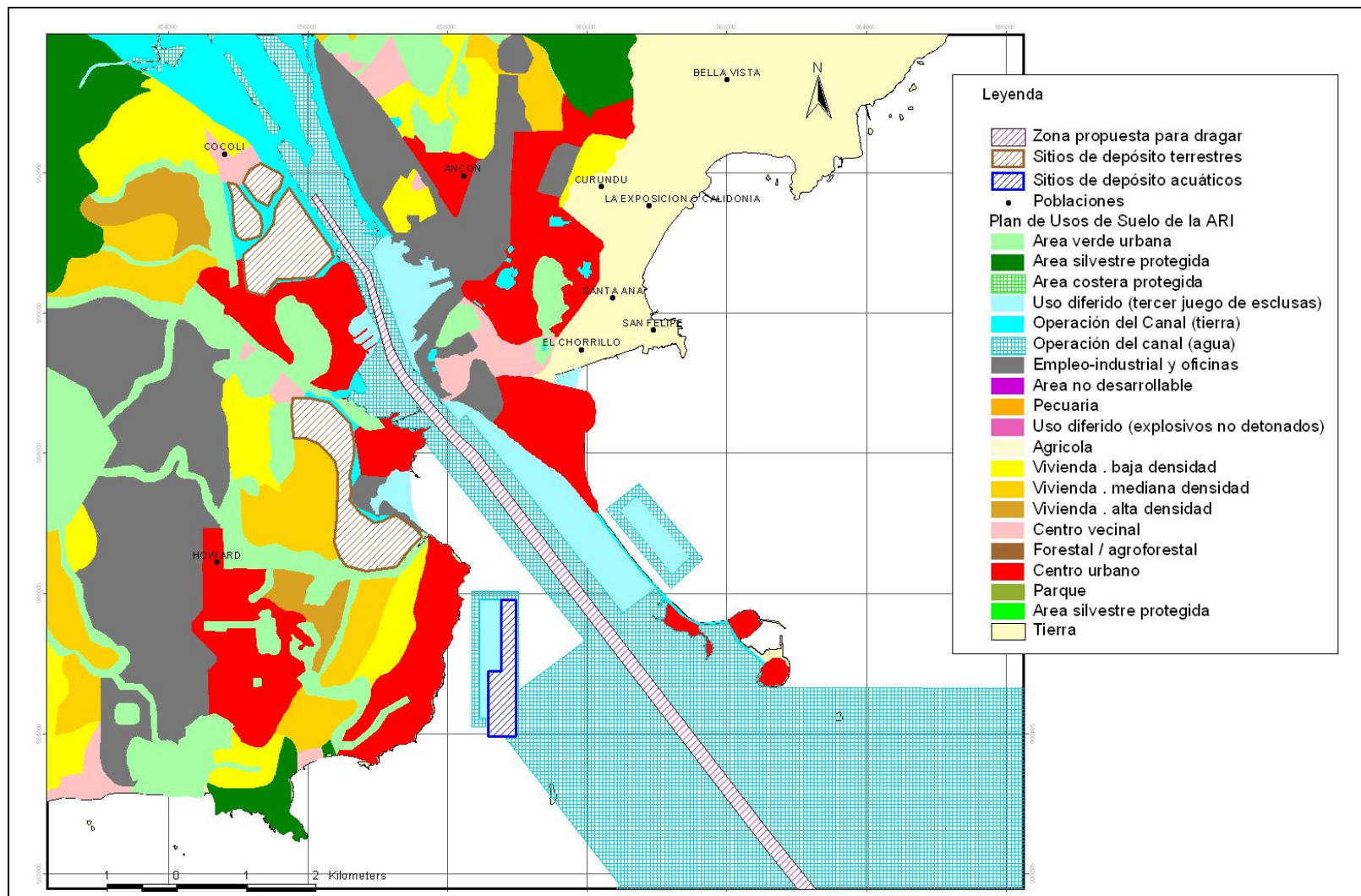


FIGURA 5-8: PLAN DE USOS DEL SUELO DE LA AUTORIDAD DE LA REGIÓN INTEROCEÁNICA. FUENTE: PB 2007

5.9 Estudio y Análisis Financiero

5.9.1 Monto global de la inversión

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, contingencia para imprevistos y la inflación proyectada hasta su terminación, lo que representa el costo total de la obra en términos nominales²⁷. El estimado incorpora una inflación promedio anual de 2% y no incluye posibles costos de financiamiento en Balboas del año 2005.

El costo correspondiente a la construcción del nuevo complejo de esclusas en el Pacífico es de B/ 1,030 millones y del Atlántico, de B/ 1,110 millones, más una provisión de B/ 590 millones para posibles contingencias durante su construcción.

Por otra parte, la excavación de los cauces de acceso a las nuevas esclusas tendrá un costo estimado de B/ 820 millones, de los cuales B/ 400 millones se dedicarán para la excavación seca del cauce de acceso del Pacífico, B/ 250 millones para trabajos de perforación, voladura y dragado, más una provisión de B/ 170 millones para posibles contingencias. El monto global de la inversión para la realización del proyecto propuesto forma parte de los costes para la excavación de los cauces de acceso al complejo de nuevas esclusas en el Pacífico.

Debido a que el proyecto bajo estudio todavía no ha comenzado su fase de licitación, no se puede hacer público una información financiera más detallada. En caso de que sea requerido, se le entregará a ANAM dicha información una vez finalizada esta fase.

²⁷ En términos económicos, un costo ‘nominal’ incluye los efectos de la inflación

Esta página queda en blanco intencionalmente

6 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO

En esta sección se describen los aspectos ambientales relacionados con el medio físico relevantes en la zona del proyecto propuesto: geología, geomorfología, suelos, clima, hidrología, calidad de agua, calidad del aire, ruido, olores y amenazas naturales potenciales.

6.1 Formaciones Geológicas Regionales

La Región Centroamericana forma una provincia geológica distintiva con una historia diferente de los continentes Norte y Sur. Se sabe que las porciones Norte y Sur fueron construidas alrededor de masas antiguas de roca cristalina, que datan de la era Pre-Cámbrica. Las rocas más antiguas conocidas ocurren en Guatemala y Honduras y están superpuestas por estratos permios, que es posible sean de inicios del Carbonífero.

La historia geológica de Panamá está casi totalmente limitada a los períodos Terciario y Cuaternario²⁸. Los movimientos ocurridos en Panamá sucedieron a fines del Eoceno y resultaron en deformación y alteración del subsuelo. En la secuencia de esta época de deformación, fueron depositadas rocas superiores del Eoceno. Probablemente al final del Eoceno, otro período de deformación dobló las rocas en las cuales los sedimentos del Oligoceno se depositaron; la deposición fue continua a través del mismo.

El fin del Oligoceno fue marcado por fuertes movimientos de la corteza que levantaron gran parte de la porción Pacífica del Istmo sobre el nivel del mar. En el lado Atlántico, durante la mitad del Mioceno y parte superior del Mioceno, la deposición fue continua. Los movimientos de fallas ocurrieron en el Plioceno. Éstos fueron seguidos por una subsidencia, la cual dio lugar a la deposición de suelos en el Atlántico y Pacífico.

Dentro de esta historia geológica se pueden distinguir tres épocas bien definidas de gran actividad volcánica en Panamá: la más temprana es en el Cretáceo y representó la deposición de

²⁸ PB 2006a

roca metamórfica volcánica parcialmente metamórfica en las rocas base y la intrusión del batolito de San Blas, el cual consiste de rocas dioríticas y otras rocas básicas.

La fase final de este período de actividad volcánica está distribuida dentro del Terciario en el área del Pacífico. Este cuerpo ígneo probablemente sugiere uno o más períodos de actividad, basado en su diferencia en composición química y características físicas. La última fase de actividad volcánica tuvo lugar en el Plioceno-Pleistoceno y no se encuentra registrada en el Área del Canal; se asocia con actividades que generaron el cuello de Trinidad, el cono de El Valle, el volcán Barú y otros en Costa Rica.

La geología del área del Canal²⁹ está dominada por rocas sedimentarias (calizas, areniscas y lutitas) y volcánicas (ígneas extrusivas, basalto y depósitos de cenizas, pertenecientes en su mayoría al sector Pacífico).

6.1.1 Unidades Geológicas Locales

Las áreas de influencia directa del proyecto propuesto se localizan en las siguientes formaciones geológicas^{30 31} (Figuras 6-1 y 6-2).

- **Entrada:** La información estratigráfica de la entrada del sector Pacífico es limitada. Escalante (1990)³², estudió el Golfo de Panamá e informó acerca de dos perforaciones hechas en esta área. Estas perforaciones indican la presencia de aluvión y piedra arcillosa con raros rasgos de arenisca del Plioceno, que se encuentra extendida bajo el aluvión, conglomerados y conglomerados de arenisca del Eoceno, en la porción Oeste del Golfo de Panamá. El lado Este contiene depósitos clásticos, aluviones, caliza y depósitos marinos.
- **Formación La Boca (Tl):** La formación La Boca es sedimentaria de origen volcánico compuesta de arenisca, aluviones, caliza, pizarra, aglomerados y aglomerados volcánicos pequeños de la parte alta del Mioceno. Todos los materiales que posee fueron transformados a minerales de arcilla. Esta formación puede ser dividida en tres porciones: la porción mas baja es una serie de suaves a medianas porciones de aluvión, agua salobre, con

²⁹ PB 2006a

³⁰ The Louis Berger Group 2004

³¹ ACP 2006 a

³² Escalante 1990

conglomerados basálticos frecuentemente presentes, y tiene un contacto inconformable con la formación (mas antigua) Las Cascadas; la parte central es una serie marina formada por caliza, arenisca y aluvios que componen Emperador. Estas calizas son duras, densas, con fósiles, depósitos tipo arrecife y son los materiales más competentes en esta formación; la serie superior está compuesta de arenisca y arenisca con aglomerados volcánicos, que representan las condiciones ambientales del aumento gradual de profundidad del agua.

La formación La Boca, se encuentra a ambos lados en los terrenos adyacentes al Canal de navegación en el sector Pacífico, cubriendo el sitio de depósito Farfán y un 25% del sitio de depósito Velásquez. Esta formación también se localiza en lecho del Canal desde las esclusas de Miraflores hasta la boya 19 próximo al muelle N° 6. Las rocas de las formaciones La Boca, son más susceptibles a la erosión que los basaltos y otras rocas volcánicas.

- **Formación Panamá (Tp):** La edad de esta formación es de fines a inicios del Oligoceno; consiste de aglomerados y aglomerados de rocas volcánicas (tuff), y se extiende desde el lago Miraflores hasta la Ciudad de Panamá, y al noreste, en la División Continental y Costa Pacífica. Contiene mucha arenisca con aglomerados volcánicos, aluviones, caliza marina. Este aglomerado consiste en fragmentos de roca sub-angular sub-redondeada, principalmente andesititas, en una matriz de granos finos con aglomerados volcánicos. Los depósitos de arroyos son de arenisca y consisten en fragmentos de rocas sub angulares y sub redondeadas, desde pequeñas piedras hasta grandes rocas, en una matriz arenosa con aglomerados volcánicos.
- La formación Panamá, cubre una pequeña parte del sitio de depósito Farfán y también se localiza en lecho del Canal desde aproximadamente la boya 15 hasta aproximadamente la boya 8.
- **Rocas Volcánicas e Intrusivas:** Todas las rocas identificadas en esta secuencia son de la era Terciaria y generalmente poseen una dureza de media a alta.
- **Basalto (Tb):** El basalto es el punto mas alto de la secuencia geológica y las rocas presentes en el área propuesta para el alineamiento del tercer juego de esclusas son basaltos de fines del Mioceno. Este basalto, al cual se refiere en ocasiones como “Basalto yesítico”, es una roca muy dura, tiene granos de fino a grueso, una matriz vítrea, ocasionalmente porfídica, cerrada a moderadamente unida, de uniones columnares ocasionales. Las uniones frecuentemente están rellenas con calcita, clorito y, ocasionalmente, cuarzo. Es oscuro, resistente, básico, con alto contenido de hierro, magnesio y calcio y bajo en sílice. También se observa plagioclasa, clinopiroxeno y, raramente nefelina, olivina, hipersteno o cuarzo. Los flujos son usualmente amigdaloidales y vesiculares en las partes más altas.

La acción normal del proceso de temporización sobre el basalto ha dado como resultado un suelo sapropelítico. Su consistencia varía de baja a alta. Consiste de arcilla, aluvio, arena y fragmentos basálticos altamente temporizados. La porción de suelo tiene una plasticidad de alta a moderada, fuerza alta a moderada, y alto a bajo contenido de agua. Su color varía de rojo a amarillo marrón y a crema cuando está temporizado.

En la zona del proyecto propuesto, el basalto está asociado a prominencias topográficas y con las cotas más altas. El lecho del Canal contiene esta formación desde la boya 19 hasta el Puente de las Américas y algunas intrusiones entre las boyas 4 y 6.

- **Dacita (Td):** Esta roca es generalmente gris y al temporizarse adquiere un color cremoso claro. Tiene una textura de granos finos y algunos fenocristales de plagioclasa, cuarzos en granos irregulares y algo de augita y hornablendas. Se encuentra en zonas puntuales como el cerro Ancón, y en el lecho del Canal próximo al Puente de las Américas.
- **Sedimentos Recientes (Qa):** Estos sedimentos son de tipo aluvial o de relleno del Holoceno (10,000 años). Los sedimentos de playa consisten en cuarzo amarillo sub-angular de 40 a 50 mm de longitud y fragmentos de rocas ígneas y volcánicas, principalmente dacita basalto y tobas. Estos sedimentos se encuentran en la zona de Amador (Causeway), depositados allí durante las obras de construcción del Canal. El lecho del Canal presenta este tipo de sedimentos desde la boya 1 hasta la boya 4.
- **Lodo del Pacífico:** Bahía de aguas poco profundas o depósitos pantanosos de muck (lodo orgánico) ocurren en el sector Pacífico del Istmo o a una elevación poco superior a las elevaciones alcanzadas por las actuales mareas. Estos depósitos son similares, en apariencia, al lodo orgánico y poseen todas sus propiedades físicas. Consisten de arcillas aluviales azul – grisáceas, abundantes conchas en la matriz de aluvión negro, material orgánico, madera, arcilla plástica débil, y arena. Todo este material se integra lateralmente y su lecho es horizontal.

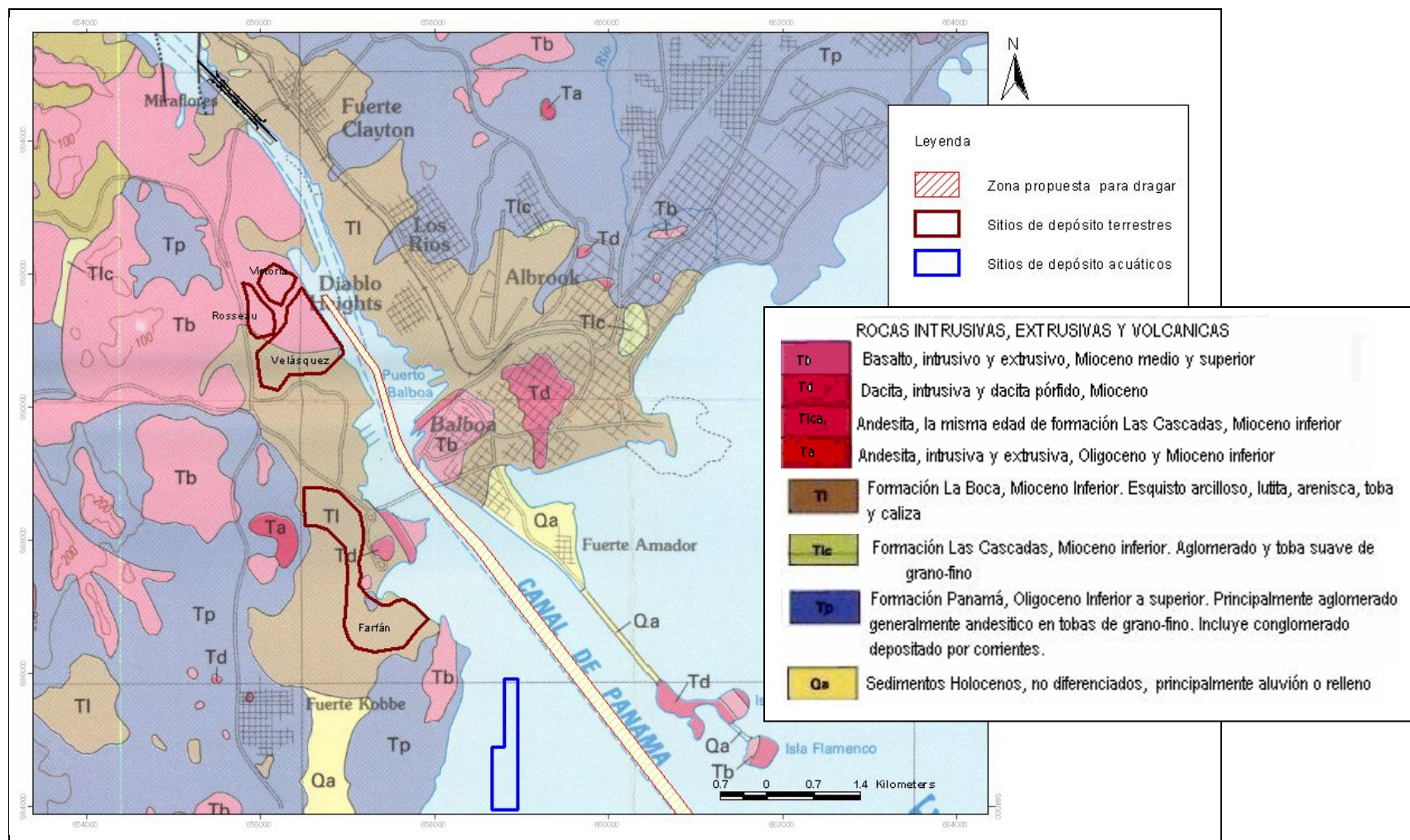


FIGURA 6-1: PRINCIPALES FORMACIONES GEOLÓGICAS DEL ÁREA DEL PROYECTO PROPUESTO. FUENTE: PB 2007

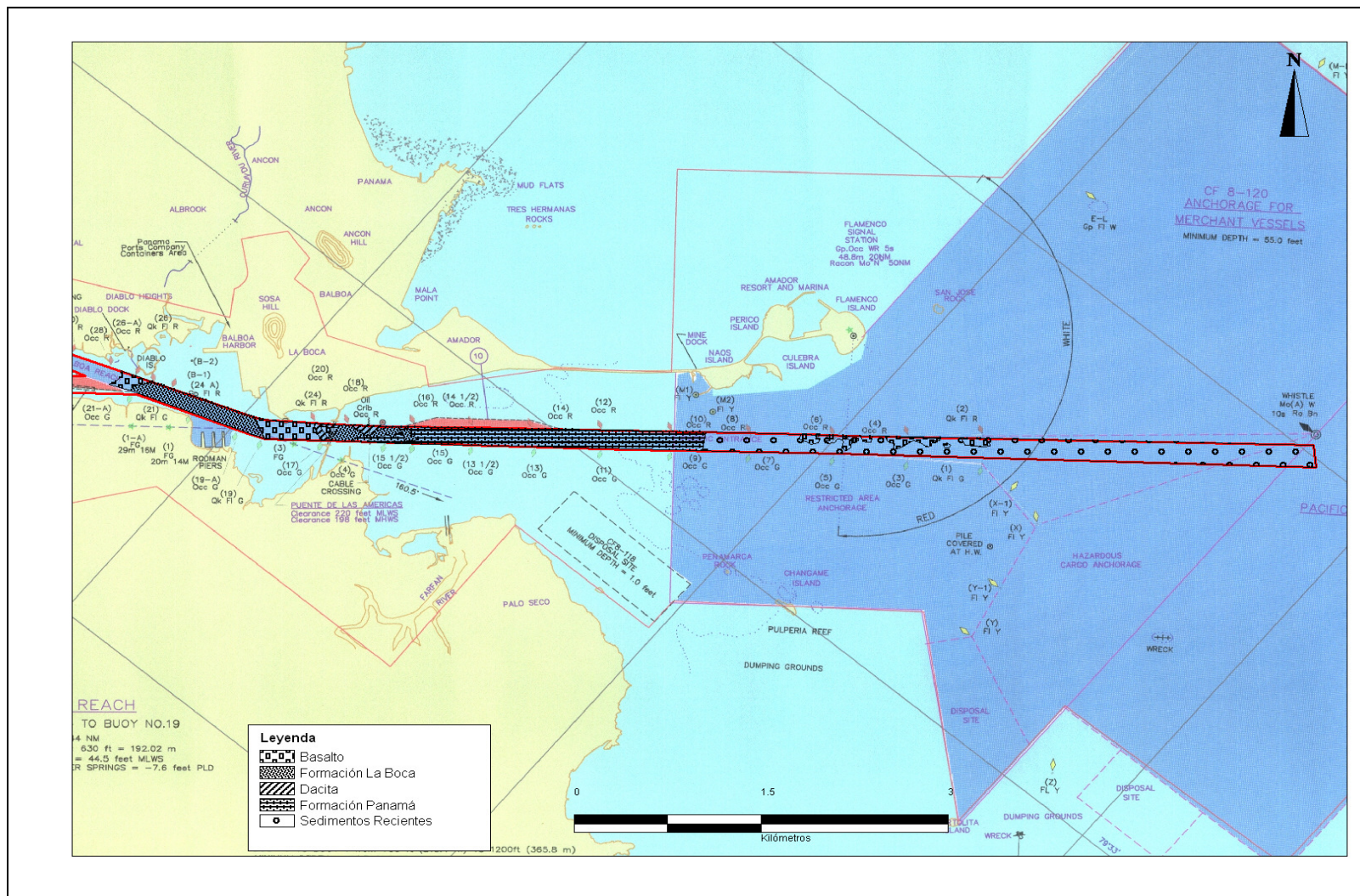


FIGURA 6-2: PRINCIPALES FORMACIONES GEOLÓGICAS DEL TRAMO PROPUESTO PARA DRAGAR. FUENTE: PB (2007)

6.2 Geomorfología

No aplicable a este estudio por ser EsIA de Categoría II.

6.3 Caracterización del Suelo

Los suelos asociados con las rocas volcánicas e ígneas del área del Canal son típicos de zonas tropicales de climas húmedos con altas temperaturas durante todo el año. La mayoría de los suelos caracterizados en la zona del Programa de Ampliación del Canal son suelos Oxisoles³³. Estos suelos son considerados de uso limitado como reserva hídrica y control de erosión.

A pesar de la estabilidad de los suelos tropicales (como los Oxisoles) se ha estimado que el valor promedio anual de erosión en América tropical es de alrededor de 7 ton/ha al año³⁴. El potencial de erosión de los suelos en el área de los nuevos alineamientos del Canal ha sido descrito como de nivel bajo mientras que el de los suelos en las subcuencas del lago Gatún ha sido descrito como de bajo a moderado.

Los suelos de los sitios de depósito terrestres han sido altamente alterados ya que se utilizaron en el pasado como sitios de depósito durante las obras de profundización y modernización del Canal. Estos suelos no responden a una geomorfología natural sino más bien al patrón de deposición y compactación ocurrida en el pasado.

6.3.1 Descripción del uso del suelo

El área donde se desarrollará el proyecto propuesto, se encuentra dentro de las áreas de compatibilidad con las operaciones del Canal y dentro de la zona de patrimonio de la ACP (Figura 6-3).

La actividad propuesta cumple con el Plan de Uso de Suelo de la ACP (Acuerdo No.102 de 25 de agosto de 2005 de la Junta Directiva de la ACP) y el Plan Regional para el Desarrollo de la

³³ PB 2006a

³⁴ Intercarib S.A./Nathan Associates 1996; Sánchez 1976

Región Interoceánica³⁵ (ARI) y el Plan General de Uso, Conservación y Desarrollo del Área del Canal (Ley No. 21 de 2 de Julio de 1997).

Según el Plan de Uso de Suelo de la ACP (Figura 6-3), el área donde se desarrollará el proyecto está destinada para el funcionamiento y modernización del Canal y para actividades directamente asociadas a estas funciones. Los sitios de depósitos Velásquez, Farfán, Victoria, Rousseau y Palo Seco se encuentran dentro del área de patrimonio de la ACP, área de funcionamiento Tipo I, destinadas al funcionamiento y modernización del Canal y para actividades directamente asociadas a estas funciones³⁶, y ese es el uso que se le ha dado durante los últimos años. Los sitios de depósito Tortolita, Tortolita Sur y el canal de navegación, se ubican dentro de un área de operación de la ACP tipo II. Estas zonas son de uso privativo de la ACP, en la que esta puede autorizar a terceros usos interinos para realizar actividades y proyectos de baja densidad e intensidad, que no afecten el funcionamiento, la infraestructura, las instalaciones críticas y los recursos naturales e hídricos del Canal³⁷.

Según el Plan Regional para el Desarrollo de la Región Interoceánica y el Plan General de Uso, Conservación y Desarrollo del Área del Canal, el tipo de uso de suelo del área donde se desarrollará el proyecto es para operación del Canal. Estas áreas incluyen reservas para las mejoras y ampliación del Canal (ver sección 5.8).

Los usos del suelo en relación con el tipo de cobertura³⁸ de las áreas colindantes a la entrada del Canal en el sector Pacífico se representan en la Figura 6-4.

En el lado Este del cauce de navegación (aproximadamente 2,5 Km. de ancho), desde las esclusas de Miraflores hasta Amador (Causeway) y extendiéndose hasta la ciudad de Panamá, el suelo esta clasificado como urbano.

En el lado Oeste del cauce de navegación (aproximadamente 1 Km. de ancho), desde las esclusas de Miraflores hasta Farfán, el uso del suelo es predominantemente urbano. Velásquez se localiza

³⁵ Intercarib S.A./Nathan Associates 1996

³⁶ ACP 2005 a

³⁷ ACP 2005 a

³⁸ Datos de la ACP, Unidad de Sensores Remotos, 1998

en una zona de suelo urbano, y su zona de influencia directa incluye el río Velásquez, y la quebrada Victoria al Norte, el río Farfán al Sur, una zona de paja blanca en el suroeste y zonas urbanas con carreteras asfaltadas. Rousseau está clasificado como zona urbana con un área de paja blanca en el Norte y próximo a una zona de bosque secundario muy intervenido. Victoria se encuentra en un área cubierta por paja blanca, y Farfán está clasificado en su mayor parte como ciénaga salobre (saltmarshes) con zonas de paja blanca, y bosque secundario muy intervenido. Las visitas de reconocimiento del terreno corroboran esta clasificación de usos de suelo (Figura 6-5). En las proximidades del sitio de depósito de Farfán (al Norte y al Sur), y en la ribera del río Farfán, se localizan franjas de manglares.

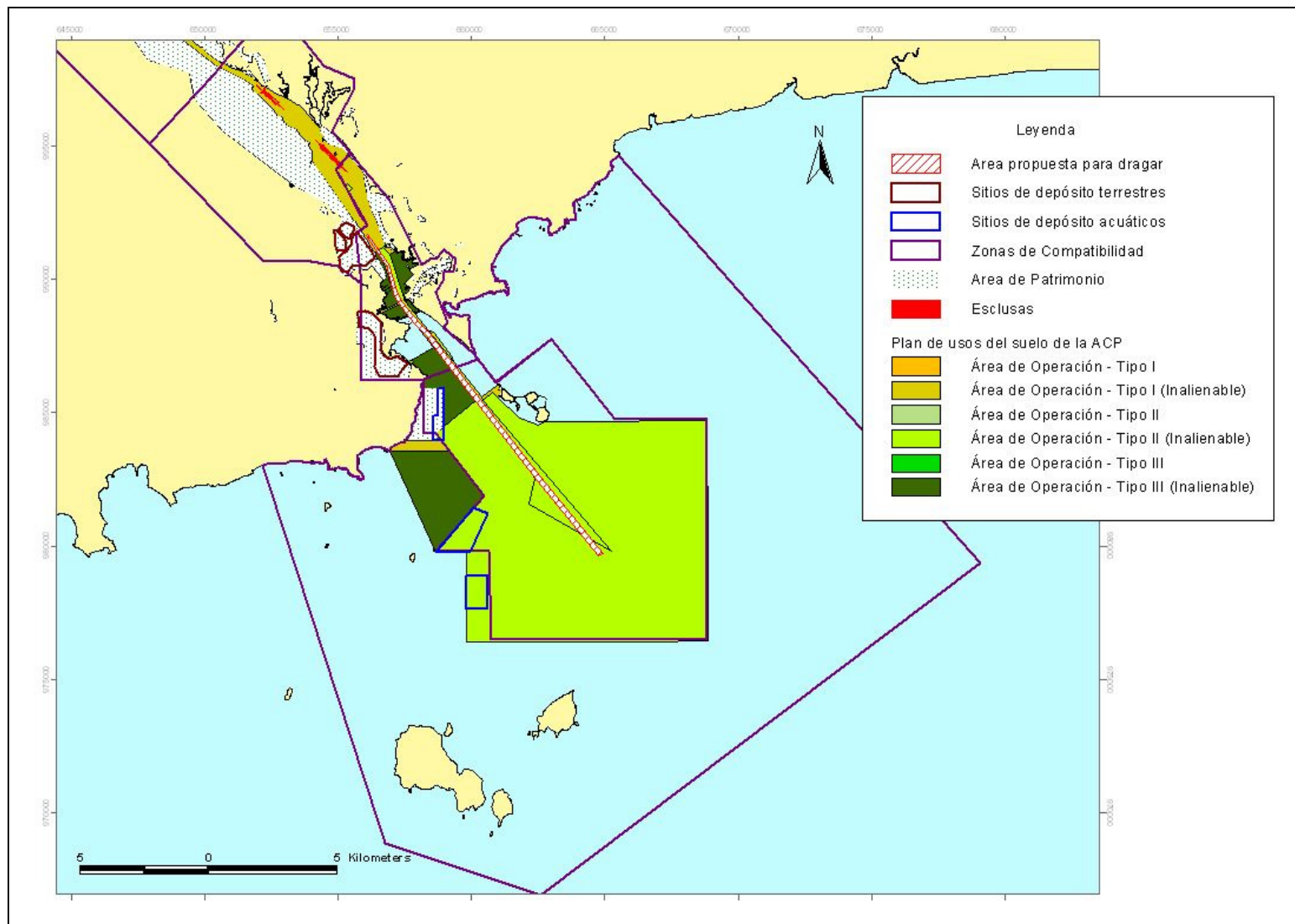


FIGURA 6-3: PLAN DE USOS DEL SUELO DE LA ACP. FUENTE: PB (2007)

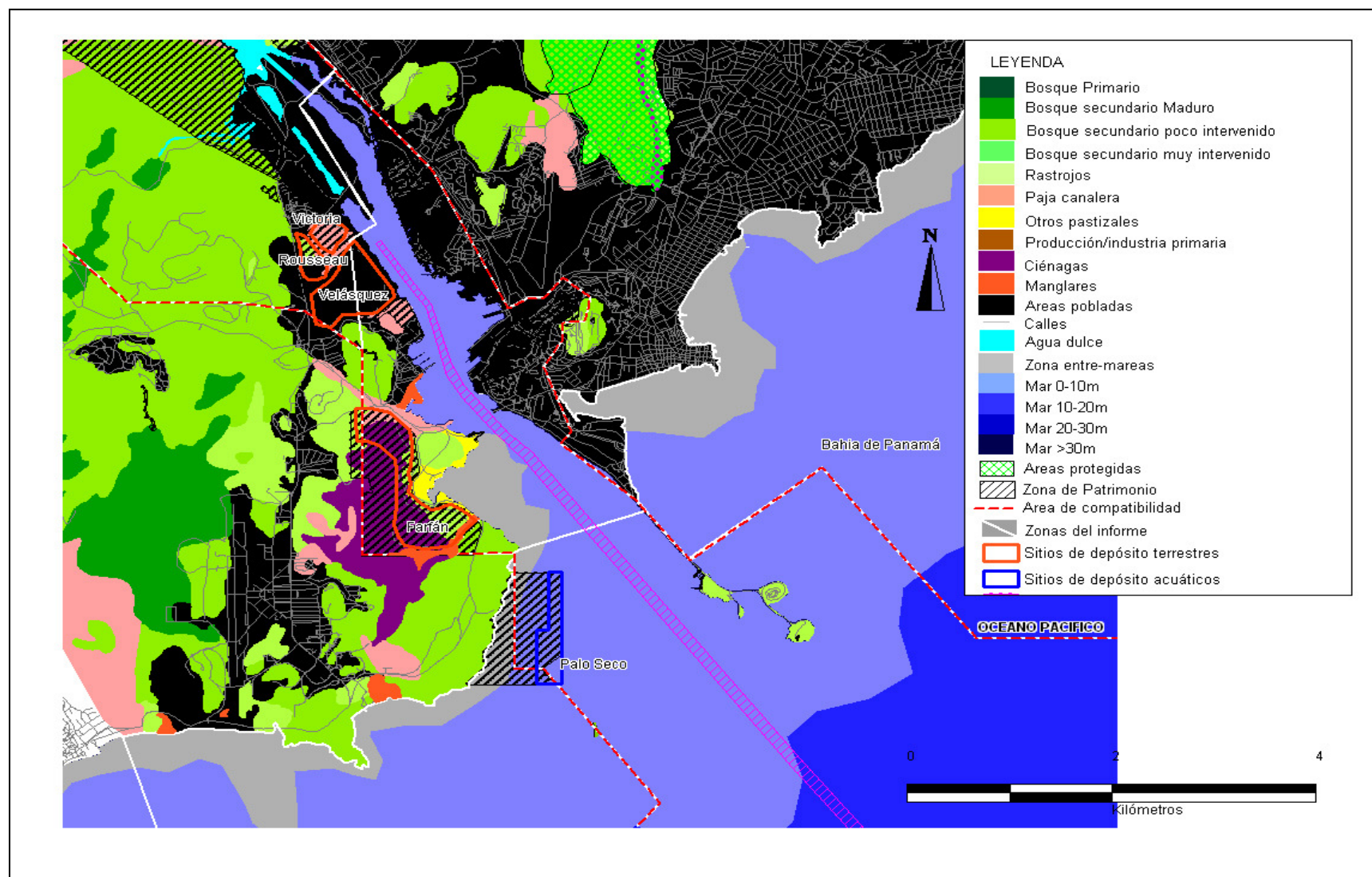


FIGURA 6-4: USOS DEL SUELO DE LAS ÁREAS CERCANAS AL PROYECTO PROPUESTO. FUENTE: PB (2007)



(A)



(B)



(C)

FIGURA 6-5: VISTAS DE VELÁSQUEZ (A), VICTORIA (B) Y FARFÁN (C)³⁹

³⁹ Fotos tomadas por PB el 6 de diciembre de 2006

6.3.2 Deslinde de la Propiedad

El proyecto se realizará en áreas patrimoniales de la ACP y en áreas bajo su administración privativa, debidamente registrada en el registro público. Por esta razón, el proyecto propuesto no requerirá la adquisición de nuevas tierras.

6.3.3 Capacidad de Uso y Aptitud

Según los estudios realizados con anterioridad por el Proyecto Catastro de Tierras y Aguas de Panamá, 1970 (CATAPAN), se clasifican los suelos que forman el área del proyecto, con la siguiente nomenclatura y según su origen de formación⁴⁰ (Figura 6-6):

- UCGCf 1 - FaA1OIII: Suelo Úmbrico Cámbico, de drenaje pobre, con textura arcillosa fina muy profunda, llanos aluviales con pendiente entre 3 a 8 %, de erosión pequeña a moderada, sin piedras y de capacidad agrológica III.
- OXWCf 3 - IeC1OIV: Suelo Ocrito Oxico, bien drenado, con textura arcillosa fina moderadamente profundo, de roca origen ígneo, con pendiente entre 8 a 20%, de erosión pequeña a moderada, sin piedras y de capacidad agrológica de IV.
- OXWKc4 - IeE1IVII: Suelo Ocrico Oxico, bien drenado, textura esqueleto arcillosos, poco profundo, roca ígnea extrusita, con pendientes entre 45 a 75%, erosión pequeña a moderada, con pedregosidad severa, y de capacidad agrológica de VII.
- OXWCf 4 - IE1IVII: Suelo Ocrico, Oxico, bien drenado, con textura arcillosa fina, poco profundo, suelos de roca de origen ígneo, entre 45 y 75 % de pendiente, de pequeña a moderada erosión sin piedra y de capacidad agrológica de VII.
- UCVCv1- FaA1OVI: Suelo Úmbrico Cámbico, de drenaje muy pobre, situado en llanos fluviales, con una pendiente superficial del 0-3%
- UCGCf1-FaA10V: Suelo Úmbrico Cámbico, de drenaje pobre, de textura arcillosa muy fina, profundo, situado en llanos fluviales, con una pendiente superficial del 0-3%, sin pedregosidad o moderada, no arable con poco riesgo de erosión con cualidades para pastos y bosques.
- UCNCf1: Suelo Úmbrico Cámbico, de drenaje imperfecto, de textura arcillosa muy fina, profundo
- OXMCf3 – IeB10: Suelo Ocrico Oxico, moderadamente bien drenado, de textura arcillosa fina, moderadamente profundo. Rocas ígneas extrusivas, con pendientes de 3-8%, con erosión de pequeña a moderada, sin pedregosidad o moderada.

⁴⁰ The Louis Berger Group 2004

A continuación se describe los tipos de suelo encontrados en los sitios de depósito terrestres según los datos provistos por el departamento de Sensores Remotos de la ACP (Figura 6-7).

- **Farfán:** Presenta principalmente suelos de tipo UCVCv1- FaA10VI de permeabilidad lenta; suelos tipo OXWCf3 - leC10IV de permeabilidad moderada.
- **Velásquez:** Posee suelos de permeabilidad lenta y en el lado NE, suelos de tipo UCGCf1- FaA10V de permeabilidad lenta.
- **Victoria** Presenta suelos de tipo UCNCf1 – FaA10V con permeabilidad moderada.
- **Rousseau** Presenta principalmente suelos de tipo OXMCf3 – leB10 de permeabilidad moderada.

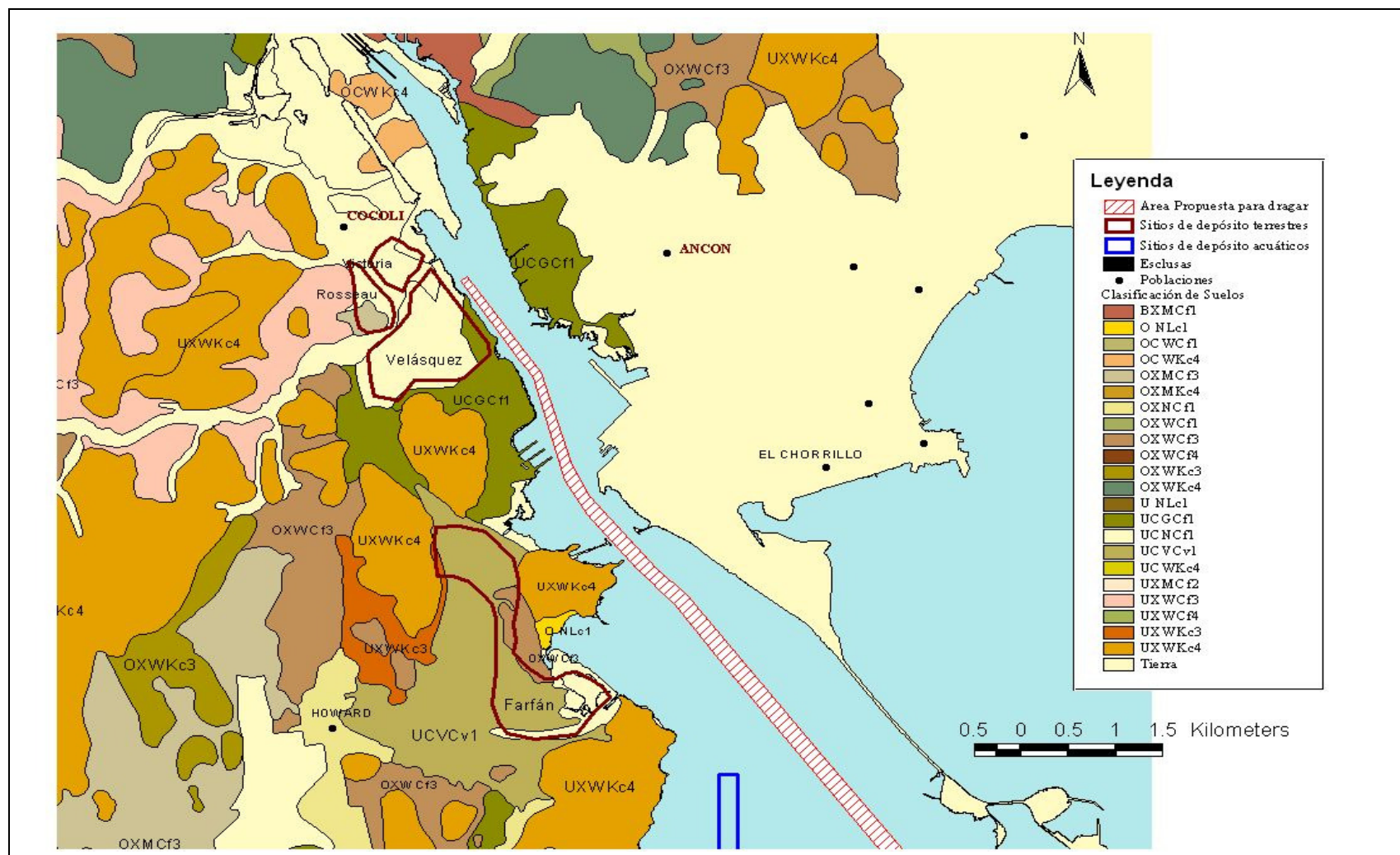


FIGURA 6-6: TIPOS DE SUELO DE LAS ÁREAS CERCANAS AL PROYECTO PROPUESTO Y LOS SITIOS DE DEPÓSITO TERRESTRES. FUENTE: PB (2007)

6.4 Topografía y Batimetría

6.4.1 Topografía

Las actuales formas de la Tierra en el área de influencia directa del proyecto surgieron como consecuencia de la intensa actividad volcánica a inicios del Mioceno, el proceso de formación y surgimiento de continentes durante el Post-Mioceno (descrito en la sección 6.1), la erosión y/o intervalos deposicionales.

En el área del Canal, no existe un remanente definitivamente reconocible de la superficie que existió antes del primer movimiento Post-Mioceno, aparte del representado por la superficie elevada de las colinas de arenisca de Gatún y en el área recubierta de arenisca en Chagres, entre Bahía Limón y río Chagres. En el primer movimiento reconocido, el Istmo Central fue elevado más que la línea costera y el plano combado resultaron en una disección más profunda en el interior que cerca de las costas Atlánticas y Pacíficas.

La topografía presente en el área del Canal y el proyecto propuesto, fue desarrollada en gran parte durante este período Post-Mioceno. La gran variedad de masas de tierra observadas en la zona Central y Pacífica fueron también iniciadas durante este período; su diversidad se atribuye a las rocas heterogéneas bajo la superficie y la diferencia de dureza⁴¹.

La topografía variable del área del Canal es básicamente el resultado de la erosión de arroyos y el proceso de temporización sobre estas rocas heterogéneas. Las características de las formaciones de tierra están controladas por la relativa resistencia a la erosión de las rocas en cualquier área dada. La región se caracteriza por tener numerosas colinas de forma cónica, las cuales se encuentran espaciadas de forma muy irregular.

Los valles, dentro de los cuales los arroyos más grandes han depositado un manto de material aluvial, caracterizan áreas bajo las rocas suaves. En ambas capas, extensas áreas pantanosas están presentes cerca de los arroyos principales. En áreas donde las gradientes de los arroyos son lo suficientemente pronunciadas, los arroyos han trazado angostos cañones con paredes de ángulo

⁴¹ The Louis Berger Group 2004

pronunciado. Donde el drenaje transiciona entre formaciones duras y suaves, existe una notable ampliación de los valles y una nivelación de los perfiles del arroyo.

Entre las cotas mas elevadas de las inmediaciones del proyecto propuesto cabe destacar el cerro Farfán (situado entre Farfán y el Puente de las Américas) que alcanza los 100 m de altura, el cerro Ancón, con elevaciones de hasta 160 m, y el cerro San Juan, situado entre Velásquez y Farfán, con elevaciones de hasta 100 m.

Como se puede ver en las Figuras 6-7 y 6-8, los sitios de depósito terrestres están localizados en áreas de relieve suave, casi plano. Victoria y Rousseau se encuentra a una elevación entre 8 – 10 m (PLD)⁴², Velásquez entre 11-14 m (PLD). Rousseau actualmente no posee ningún muro de contención o dique. Victoria posee un muro de contención de hasta 12 m (PLD) y Velásquez está limitado por un muro de contención de hasta 15-17 m (PLD). Farfán se encuentra a elevaciones comprendidas entre los 2 y 5 m (PLD) aumentando las pendientes de Sur a Norte. El dique de contención se encuentra a 10-11 m (PLD) y tiene 5 m de ancho, generando las pendientes más elevadas en la parte NW y en el NE, en las inmediaciones del cerro Farfán.

⁴² 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.

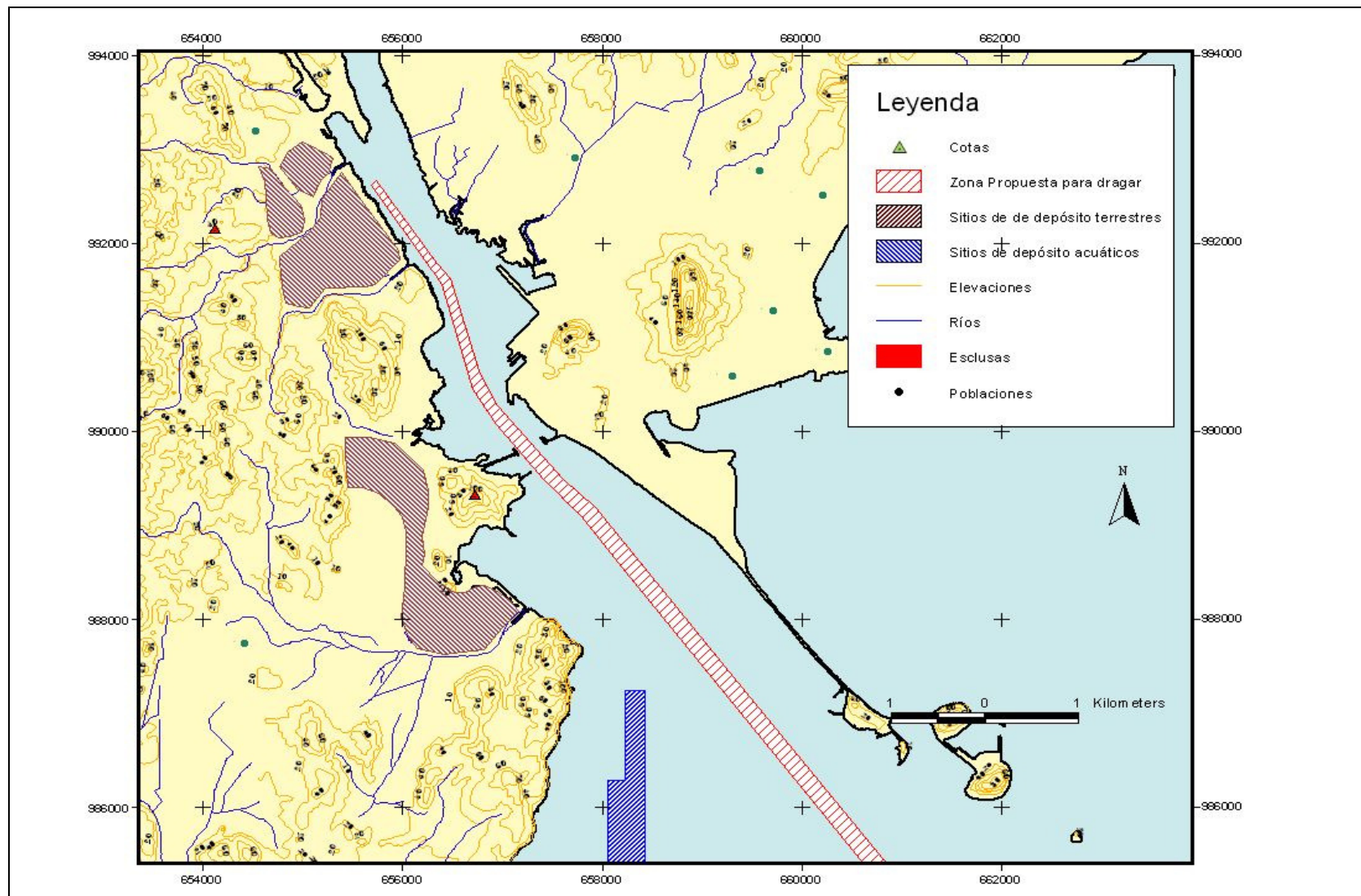


FIGURA 6-7: MAPA TOPOGRÁFICO (ESCALA 1:50000) DEL ÁREA DEL PROYECTO PROPUESTO. FUENTE PB (2007)

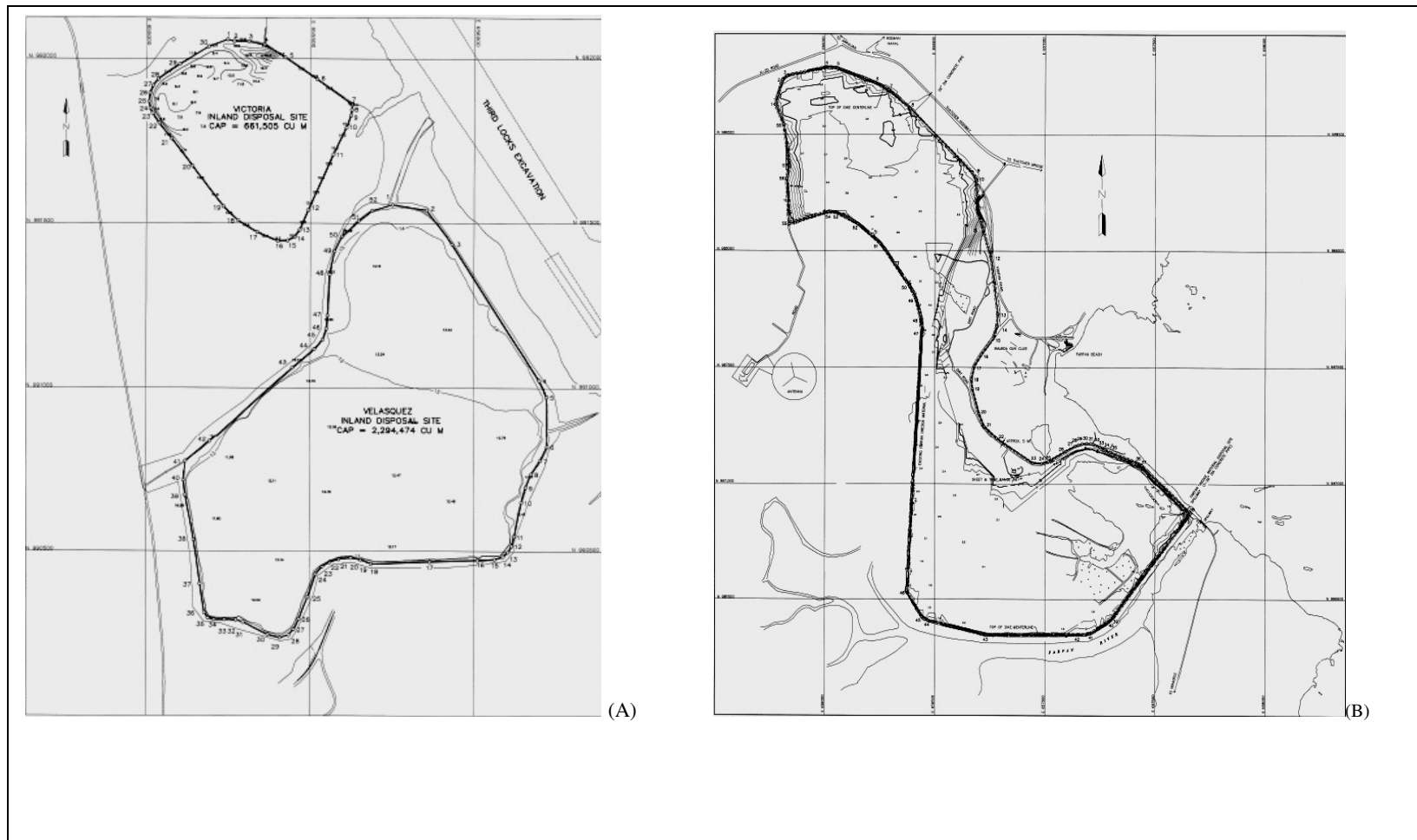


FIGURA 6-8: TOPOGRAFÍA DE LOS SITIOS DE DEPÓSITO FARFÁN (B), VELÁSQUEZ (A) Y VICTORIA (A). FUENTE: ACP

6.4.2 Batimetría

A lo largo de la historia del Canal la sección de topografía de la ACP ha realizado sondeos batimétricos (acústicos) a través del cauce dragado y los sitios de depósito acuáticos.

Actualmente las bordadas de la entrada del Canal han sido dragadas a 16.49 m por debajo del PLD⁴³. En la Figura 5-4 se muestran, de manera general, las profundidades de la bahía de Panamá y el estuario del río Grande.

En las Figuras 6-9, 6-10 y 6-11 se muestran las profundidades del agua en los sitios marinos de depósito. Palo Seco fue sondeado en agosto del 2006 y muestra profundidades que varían entre los -2m y 0m MLWS⁴⁴. El sitio Tortolita se sondeó en julio del 2006 y muestra profundidades desde los -2m hasta los -12m MLWS, y sus aguas más profundas se encuentran en la esquina SE. El sitio Tortolita Sur fue sondeado en Diciembre del 2005 y muestra profundidades que oscilan entre los -10 y los -14m MLWS.

⁴³ PLD = Precise Level datum and approximates mean sea level

⁴⁴ MLWS = Mean Low Water Spring Tides and is 2.32m below PLD

PALO SECO

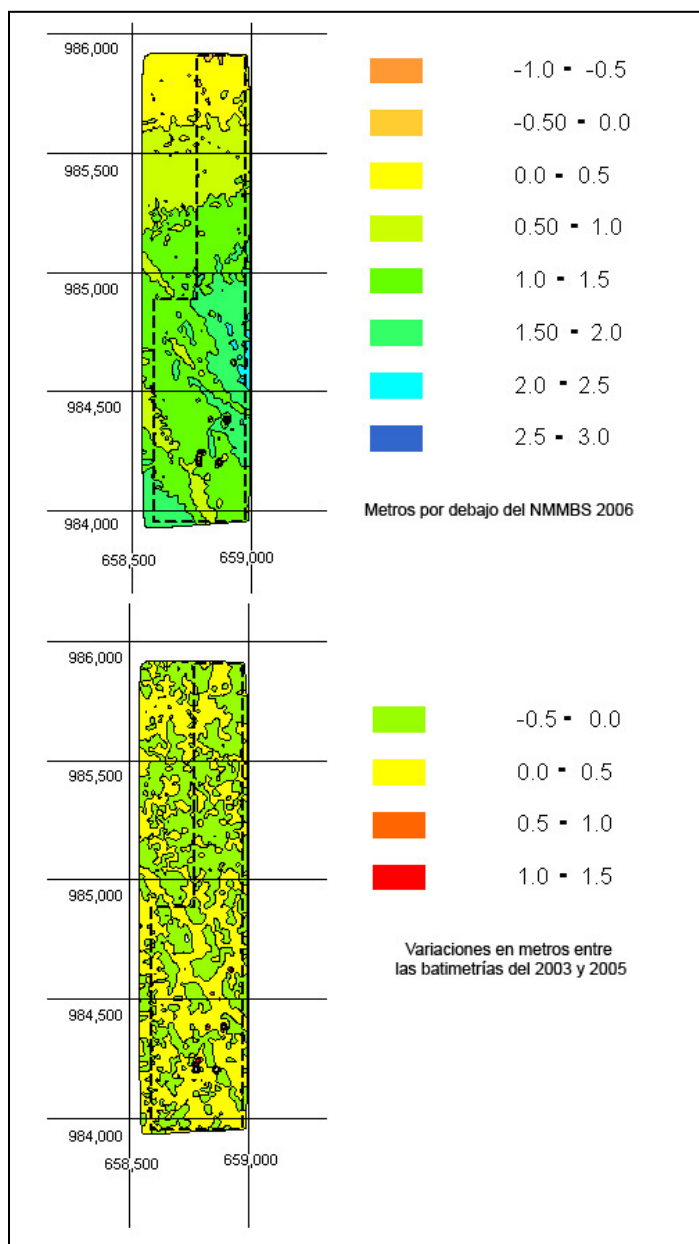


FIGURA 6-9: PROFUNDIDADES ACUÁTICAS Y CAMBIOS BATIMÉTRICOS A LO LARGO DE LA HISTORIA EN PALO SECO. FUENTE: PB (2007)

Ver texto para más detalles. Las profundidades se muestran en metros por debajo del NMMBS. Datos de posicionamiento usados: Área del Canal NAD27.

TORTOLITA

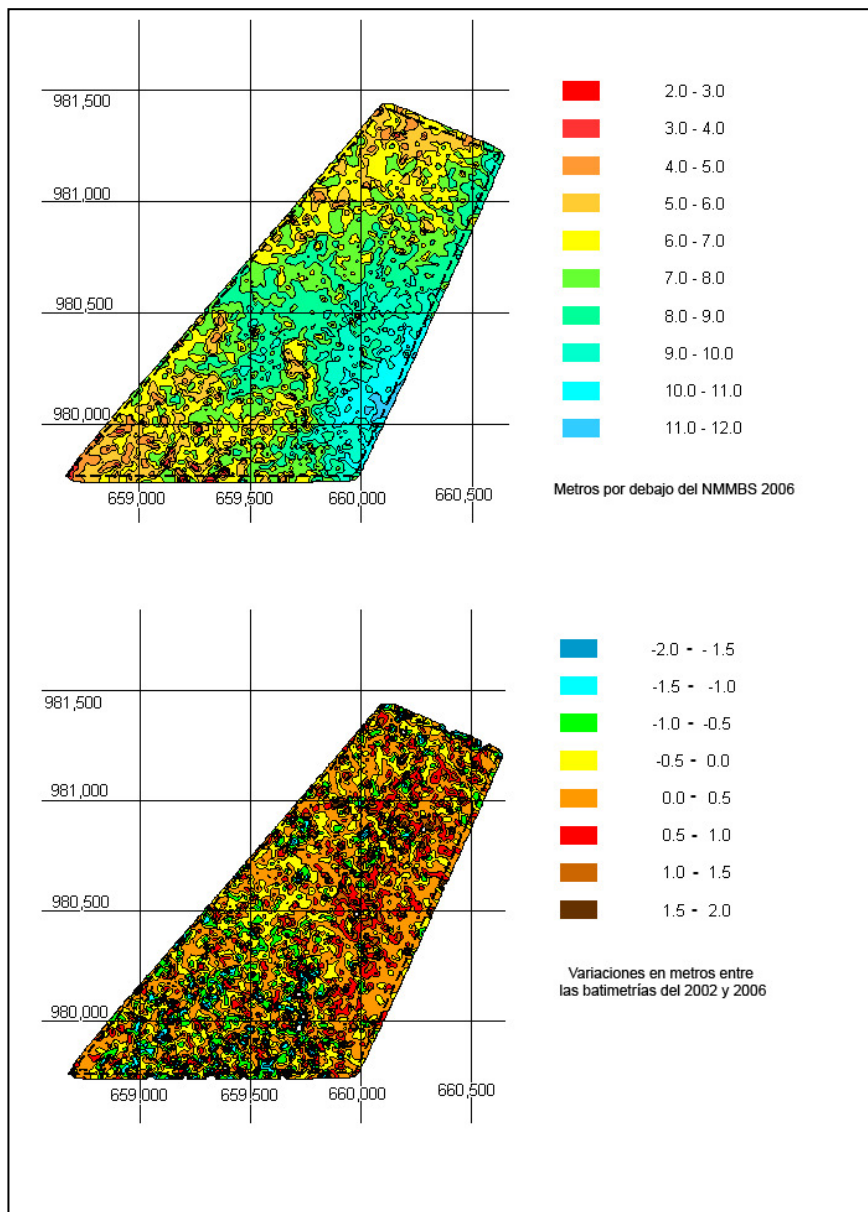


FIGURA 6-10: PROFUNDIDADES ACUÁTICAS Y CAMBIOS BATIMÉTRICOS A LO LARGO DE LA HISTORIA EN TORTOLITA. FUENTE: PB (2007)

Ver texto para más detalles. Las profundidades se muestran en metros por debajo del NMMBS. Datos de posicionamiento usados: Área del Canal NAD27.

TORTOLITA SUR

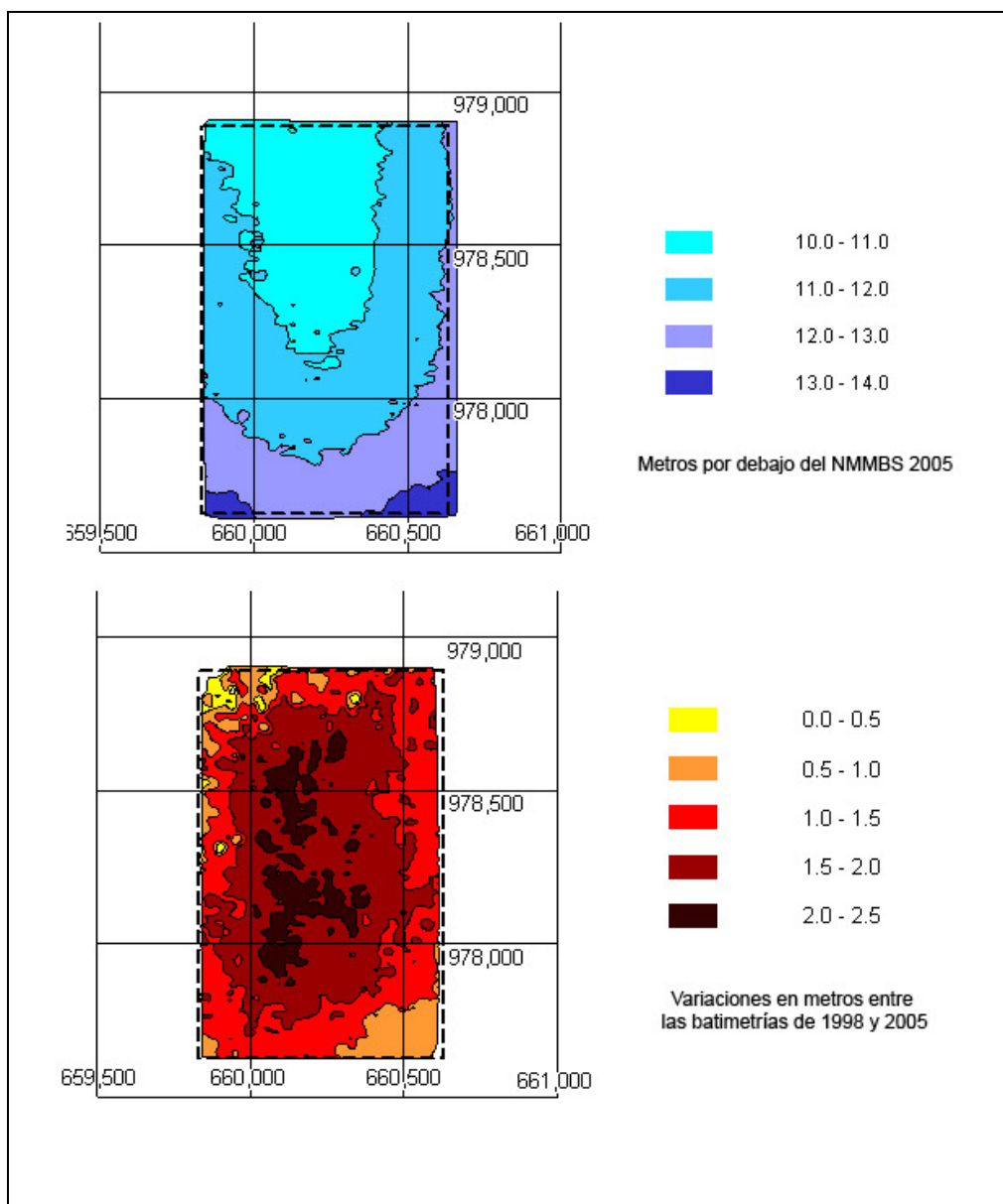


FIGURA 6-11: PROFUNDIDADES ACUÁTICAS Y CAMBIOS BATIMÉTRICOS A LO LARGO DE LA HISTORIA EN TORTOLITA SUR. FUENTE: PB (2007)

Ver texto para más detalles. Las profundidades se muestran en metros por debajo del NMMBS. Datos de posicionamiento usados: Área del Canal NAD27.

Se ha comparado la data reciente de estos tres sitios con la de sondeos anteriores para a) examinar la estabilidad natural del lecho y b) observar los impactos batimétricos del depósito. Los sondeos digitales más antiguos encontrados en estos sitios fueron realizados en los años 2003, 2002 y 1998 para Palo Seco, Tortolita y Tortolita Sur, respectivamente (existen sondeos previos pero solamente en formato de papel). En las Figuras 6-9, 6-10 y 6-11 se pueden observar los cambios que aparentemente han ocurrido en los niveles de los lechos de estos tres sitios. Los cuadros superiores muestran profundidades actuales en metros; los cuadros inferiores muestran las profundidades previas menos las actuales por debajo del PLD. Por consiguiente, los valores positivos denotan adición en el lecho y los negativos su erosión.

Entre los años 2003 y 2006, el cambio batimétrico de Palo Seco fue pequeño. La mayoría de los cambios varían entre los -0.25m y los 0.25m, con una distribución normal alrededor del valor cero, un valor máximo de 2.21m (adición) y uno mínimo de -0.62m (erosión). Este sitio no ha sido usado durante el periodo entre estos dos sondeos, lo que es consistente con el mínimo nivel de cambio.

En el sitio Tortolita, los cambios de profundidad ocurridos entre los años 2002 y 2006 son significativos (en su mayoría dentro de los +1m, pero con valores extremos de -3.95m y 4.59m. Nuevamente, la distribución de valores fue normal, pero con una media de 0.25m que indica una pequeña disminución promedio en las profundidades. Es difícil atribuir los cambios observados únicamente a errores de sondeo; y estos pueden reflejar impactos locales limitados asociados a actividades de depósito de bajo nivel (acumulación de desechos y también socavación iniciada por la presencia de montículos de desechos que modifican las corrientes mareales y de las olas).

La batimetría ha cambiado muchísimo en el sitio Tortolita Sur desde el año 1998 hasta la fecha; la data muestra que se ha acumulado un gran montículo de material a través de todo el sitio de depósito, con grandes áreas que muestran una pérdida de profundidad de más de 2m. Esto indica que este sitio fue usado principalmente durante el programa de “modernización” llevado a cabo entre el 2002 y el 2006, el cual incluyó la profundización de los cauces de aproximación mediante una draga tolva de succión, que descargaba en los dos sitios Tortolita.

6.5 Clima

Esta sección describe la caracterización climática del área de influencia del proyecto propuesto. Los factores climáticos estudiados son principalmente temperatura, radiación solar, precipitación, viento y humedad relativa. Los datos para el área de estudio han sido obtenidos de las estaciones meteorológicas ubicadas en el área de Balboa ATHS, Balboa Heights y Miraflores (véase Figura 6 -12). Ahora se describe brevemente la climatología general de la entrada Pacífica del Canal, para así, luego pasar a una descripción más detallada de los factores climáticos del área de estudio.

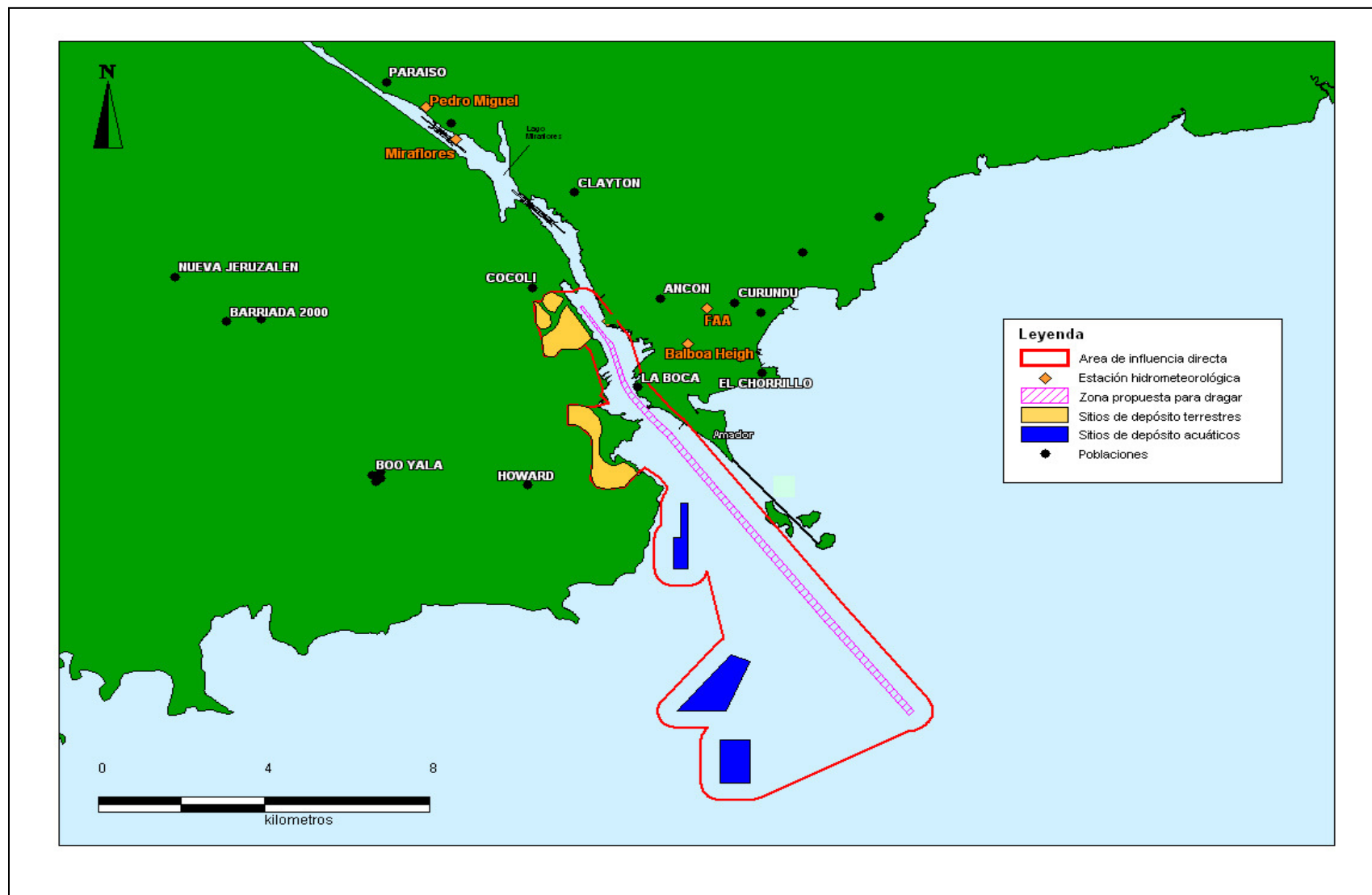


FIGURA 6-12: LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS CONSIDERADAS (FUENTE: PB 2007)

De acuerdo con el sistema de clasificación de Koppen, se observan dos tipos de climas en la zona de la entrada Pacífica al Canal: Clima Tropical Húmedo (90% del área de la Cuenca del Canal) y Clima Tropical de Sabana ubicado en el sector Pacífico de la Cuenca. La amplitud térmica es de 5°C y el promedio de temperaturas anuales de 27.5°C.

El funcionamiento del Canal de Panamá depende absolutamente en la utilización de las lluvias de su cuenca (3360 km²). La estación seca (de 3 meses en duración) se caracteriza por falta de lluvias debido a la acción de los vientos alisios y el movimiento de la zona de convergencia intertropical en el Istmo. El régimen pluviográfico de la Cuenca está influenciado por la Zona de Convergencia Intertropical, la cual es responsable de que en Panamá se originen dos períodos climáticos. Durante la estación lluviosa del año (Mayo-Diciembre) el promedio de la lluvia es 3200 milímetros (mm) (lado Atlántico) y 2100 mm (lado Pacífico). La cantidad de lluvia por década varía debido a ciclos meteorológicos, afectados principalmente por el sistema El Niño/La Niña; el año más seco del siglo XX fue en 1997, debido al efecto fuerte de El Niño.

6.5.1 Temperatura

La caracterización de la temperatura para el área de influencia directa se basó en el promedio de los resultados de los datos del 2001 al 2006 obtenidos en la estación Balboa AFAA de la ACP. El comportamiento de la temperatura ambiente presenta pocas fluctuaciones. La temperatura promedio anual durante la estación seca (enero-abril) osciló entre los 27 y 28 °C, siendo abril el mes que registró la temperatura más alta (28.3 °C), mientras que a partir del mes de mayo se inicia un descenso de la misma hasta alcanzar los 26.2°C como temperatura promedio en el mes de noviembre, tal como se aprecia en la Tabla 6.1. Las temperaturas promedios mensuales oscilan entre los 25.4 a 28.4 °C a lo largo del año, fluctuación térmica bastante baja, propia del clima tropical. Los meses que registraron el promedio de máxima temperatura fueron enero y marzo con 28.4 °C para ambos meses, mientras que noviembre registró el promedio mínimo de temperatura con 25.4 °C.

TABLA 6.1 : PROMEDIO MENSUAL DE LA TEMPERATURA DEL AIRE (ESTACIÓN BALBOA FAA 2001-2006)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Prom
2001	26.1	26.7	26.9	27.8	26.8	26.6	26.1	26.9	25.6	25.9	25.4	25.7	26.4
2002	27.1	27.4	28.0	27.7	27.9	27.1	27.1	26.9	26.6	26.4	26.5	26.5	27.1
2003	27.1	27.9	27.8	28.2	27.1	25.9	26.7	26.5	26.2	26.1	25.7	25.9	26.8
2004	26.2	27.2	28.3	27.9	27.2	27.1	26.7	26.8	27.1	26.8	26.7	26.7	27.1
2005	28.4	27.8	28.2	28.3	27.3	28.0	27.3	27.3	27.0	26.8	26.5	26.8	27.5
2006	27.4	28.1	28.4	27.6	27.2	27.3	27.2	27.3	27.2	27.1	26.5	27.4	27.4
Máximo	28.4	28.1	28.4	28.3	27.9	28.0	27.3	27.3	27.2	27.1	26.7	27.4	27.5
Mínimo	26.2	26.7	26.9	27.7	26.8	25.9	26.1	26.5	26.2	25.9	25.4	25.7	26.4
Promedio	27.0	27.5	27.9	27.9	27.2	27.0	26.8	26.9	26.6	26.5	26.2	26.5	27.0

Fuente: ACP 2007; Sección de Meteorología y Climatología

6.5.2 Radiación Solar

La radiación solar se intensifica mayormente en los meses de sequía, que corresponde a los cuatro primeros meses del año. Con el inicio de esta estación, a fines del mes de diciembre, se incrementa significativamente el valor de la radiación solar a valores superiores a 5000 kJ/m², mientras que el resto de los meses se presentan por debajo de los 5000 kJ/m². En el mes de febrero se alcanzan valores de mayor radiación solar con un valor de 6,172.6 kJ/m², mientras que la intensidad más baja se registra en el mes de diciembre con 3,763.9 kJ/m². Los promedios mensuales de los parámetros antes descritos se presentan en la Tabla 6-2. El valor de la radiación también puede variar con la presencia o no de vegetación arbórea y así como con la presencia de nubes durante el año.

**TABLA 6-2: PROMEDIO MENSUAL DE LA RADIACIÓN SOLAR
TOTAL EN KJ/M-2, ESTACIÓN BALBOA FAA
(2000-2004)**

Mes	Promedio	Máxima	Mínima
Enero	5158.0	5481.3	2060.0
Febrero	6172.6	6104.1	3282.9
Marzo	6016.4	6323.2	3122.9
Abril	5360.4	6208.3	1695.1
Mayo	4748.3	6101.6	959.4
Junio	4244.9	5356.3	966.5
Julio	5006.5	6341.0	1296.0
Agosto	4957.8	6375.2	1939.6
Septiembre	4701.9	5646.1	1784.5
Octubre	4049.3	5311.8	1355.2
Noviembre	3800.7	4759.5	1156.0
Diciembre	3763.9	4515.9	732.8
Total	57,980.7	68,524.2	20,350.8

Fuente: Smithsonian Tropical Research Institute: Physical Monitoring Program.

6.5.3 Precipitación

Los patrones de precipitación en Panamá son controlados por la migración estacional de las masas de aire tropical del Pacífico y subtropical del Atlántico, que conforman la Zona de Convergencia Intertropical que acompañan al sol en su curso anual.

El análisis que se realiza para este estudio está basado en los registros y en sus promedios de un periodo de 10 años (1996 -2006) de tres estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio: Balboa ATHS (1994-2004 a excepción del 2002 y 2006), Balboa Heights (1996-2006) y Miraflores (1996-2006). La precipitación es el parámetro climatológico que muestra la mayor

variabilidad durante un año y a través de los años. En la Tabla 6.3 se presentan los promedios anuales de precipitación registrados en cada una de las estaciones.

De acuerdo a los registros obtenidos, la precipitación media anual registrada en la zona varió entre 1826.5 mm en la estación Balboa Heights y 2012.9 mm en la estación de Miraflores. Como se puede observar en la Tabla 6.3, de entre todos los registros, el 2003 fue el año que registró mayores precipitaciones, con un promedio de 2044.7 mm. Estas condiciones de precipitación son típicas del Clima Tropical Húmedo con un promedio anual normal de 2100 mm.

TABLA 6-3 PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL⁴⁵

Año	Balboa AHTS (mm)	Balboa Heights (mm)	Miraflores (mm)
1996	1968.5	2090.4	1658.6
1997	1785.6	1910.1	2159
1998	1813.6	1813.6	2159.0
1999	1993.9	2032.0	2120.9
2000	1866.9	1910.1	2019.3
2001	1557.0	1633.2	1976.1
2002	N/D	1526.5	1714.5
2003	2072.6	2072.6	2042.2
2004	1894.8	1894.8	1953.3
2005	1813.9	1585.0	2098.0
2006	N/D	1625.6	1973.6
Promedio	1862.6	1826.5	2012.9

Fuente: ACP 2007; Sección de Meteorología y Climatología

La Tabla 6.4. muestra los promedios mensuales de precipitación de acuerdo a los registros obtenidos en las estaciones Balboa AHTS y Miraflores. Se puede observar que dentro del área de influencia se presenta una marcada estación seca, la cual inicia en enero y finaliza a mediados de abril. Los promedios más bajos registrados se presentan en la estación de Miraflores, siendo el

⁴⁵ N/D: Datos no Disponibles. Fuente: Smithsonian Tropical Research Institute: Physical Monitoring Program

mes de marzo donde se registra la precipitación más baja, con un promedio de 88.9 mm, mientras que para la estación Balboa AHTS, febrero fue el mes con la precipitación más baja.

Durante las últimas décadas, la ocurrencia de fenómenos climatológicos variables, tales como el ENOS (‘El Niño Oscilación del Sur’), han producido años secos, con una reducción de hasta un 40% del promedio anual. Según Louis Berger⁴⁶, en 1997, la Estación de Empire Hill (área Atlántica del Canal) registró sólo 1293 mm de precipitación (40% de desviación).

TABLA 6-4 PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL 1994-2004

Promedio	Balboa AHTS (mm)	Miraflores (mm)
Enero	350.5	149.9
Febrero	210.8	111.8
Marzo	309.9	88.9
Abril	756.9	556.3
Mayo	2476.5	1265.0
Junio	2331.7	1544.3
Julio	2037.1	1437.6
Agosto	1623.1	1399.5
Septiembre	2423.2	1374.1
Octubre	2994.7	1544.3
Noviembre	2550.2	1501.1
Diciembre	1480.8	1059.2

Fuente: Smithsonian Tropical Research Institute: Physical Monitoring Program

6.5.4 Humedad Relativa

La humedad relativa se encuentra muy relacionada con la precipitación. Los meses de febrero y marzo, los cuales corresponden al periodo más seco del año, presentan el valor promedio mínimo de humedad, siendo éste de aproximadamente 75%; mientras que desde junio a diciembre, durante la época lluviosa, la humedad relativa alcanza porcentajes por encima de 85% (ver Tabla 6.5). De acuerdo a los datos de la estación Balboa FAA, la humedad comienza a aumentar desde

⁴⁶ The Louis Berger Group 2004

mayo hasta diciembre.

TABLA 6-5: PROMEDIO MENSUAL DE LA HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE EN PORCENTAJE

(Estación Balboa FAA)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Prom
2001	74.7	70.9	71.6	70.5	77.9	80.3	80.7	80.6	82.4	82.5	82.2	82.2	78.0
2002	77.3	72.8	72.0	74.9	74.7	77.4	81.3	81.9	82.8	83.3	82.9	79.2	78.4
2003	74.2	72.0	73.2	73.8	82.5	84.4	83.2	83.6	83.6	85.1	85.4	81.7	80.2
2004	82.5	78.8	75.3	80.0	86.0	88.8	92.2	93.8	92.5	93.4	93.2	88.2	87.1
2005	80.7	76.1	80.1	83.3	89.1	88.2	89.0	91.6	93.2	92.9	92.5	88.5	87.1
2006	86.0	80.5	79.8	85.9	92.0	92.4	94.1	91.2	92.0	90.3	90.8	90.0	88.4
Máximo	86.0	80.5	80.1	85.9	92.0	92.4	94.1	93.8	93.2	93.4	93.2	90.0	87.1
Mínimo	74.2	70.9	71.6	70.5	74.7	77.4	81.3	80.6	82.4	82.5	82.2	79.2	78.0
Promedio	79.2	75.2	75.3	78.1	83.7	85.2	86.8	87.1	87.8	87.9	82.8	85.0	77.6

Fuente: ACP 2007; Sección de Meteorología y Climatología

6.5.5 Vientos

La información obtenida de la estación meteorológica de Balboa (2001-2006), nos indica que los vientos en el área de influencia son de baja intensidad, presentándose valores promedios de 9.0 Km./hora) entre enero y abril, mientras que para el resto de los meses del año, la velocidad promedio fluctuó entre 5.7 y 6.8 Km./hora (ver Tabla 6.6).

TABLA 6-6: PROMEDIO MENSUAL DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (KM / HORA)

(Estación Balboa FAA 2001-2006)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2001	8.7	10.6	9.8	9.2	7.2	5.5	6.3	6.6	5.3	5.3	6.9	6.6
2002	8.0	9.5	9.7	6.9	8.0	6.6	5.8	6.4	4.8	5.3	5.5	7.2
2003	10.6	9.8	9.0	8.2	6.1	5.8	5.5	6.9	5.1	4.8	5.6	5.5
2004	7.2	8.9	10.1	8.2	6.8	6.4	6.4	6.9	6.3	5.3	6.3	7.6
2005	8.2	10.5	9.0	9.0	6.8	5.6	5.5	6.8	6.1	6.9	7.1	6.4
2006	6.9	9.8	9.2	7.6	6.1	5.8	6.1	6.0	6.0	6.6	6.6	6.9
Máximo	10.6	10.6	10.1	6.9	6.1	6.4	6.4	6.9	6.3	6.9	7.1	8.3
Mínimo	6.9	8.9	9.0	9.0	8.0	5.5	5.5	6.0	4.8	4.8	4.4	4.6
Promedio	8.3	9.9	9.5	8.2	6.8	5.9	5.9	6.6	5.6	5.7	6.0	6.4

Fuente: ACP 2007; Sección de Meteorología y Climatología

Los valores máximos registrados oscilan entre 10.6 y 10.1 Km./hora durante los meses de enero a marzo. Los valores mínimos de la velocidad del viento se registraron desde el mes de junio a diciembre donde se registraron valores entre 4.4 y 5.5 Km./hora, con la excepción de agosto que registró 6.0 Km./hora.

6.6 Hidrología

El medio acuático del Canal en la zona del proyecto propuesto está dominado por las operaciones de las esclusas y el tránsito de buques, con un nivel de corrientes/energía medio-alto que mantiene las aguas en un cierto grado de turbidez⁴⁷.

Dentro del área de influencia directa del proyecto propuesto se pueden distinguir los siguientes cursos de agua superficial (Figura 6-7):

- La Quebrada Victoria, se localiza en el lado oeste del cauce de navegación del Canal. Nace a una elevación de 90msnm. Su área de drenaje es de 2.70 km². Tiene una longitud de 3.1 km y corre en dirección Este-Oeste, pasa por el sitio de depósito Victoria y desemboca en el vertedero del mismo nombre. Su caudal promedio anual es de 0.064 m³/s, equivalente a un rendimiento anual de 23.7 l/s/km².
- Río Velásquez, se encuentra al oeste del cauce de navegación del canal, se desplaza en dirección Este – Oeste, con una longitud de 8.3 km desde su nacimiento a 200 msnm hasta la desembocadura en el cauce del canal. El caudal promedio anual es de 0.315 m³/s, con un rendimiento anual de 21.6 l/s/km².
- El río principal en la región de Farfán/Palo Seco es el río Farfán, que cuenta con un área de cuenca de 14.7km² y una longitud de 7 Km. y está situado en el lado oeste del cauce de navegación, pasando por las inmediaciones de Howard y bordeando el sur del sitio de depósito Farfán. El río Farfán es un curso de agua dendrítico, de segundo orden que une a otros arroyos también de segundo orden y forma una llanura de inundación. El curso natural del río ha sido modificado para acomodar a otro canal artificial de agua marina. También se han creado varios canales de diversificación que recogen las aguas del canal natural lo que conlleva a secar el río durante la estación seca. El norte de la desembocadura del río se caracteriza por la presencia de saladares y manglares, los cuales son hábitat importantes para aves acuáticas. Su caudal promedio anual es de 0.334 m³/s, con un rendimiento anual de 22.7 l/s/km².

⁴⁷ PB (2006 a)

- El río Curundú se encuentra en el lado Este del cauce de navegación del Canal, se desplaza en dirección Sur-Oeste. Nace a una elevación de 68.9 msnm, con una longitud de 10.1 km desde su nacimiento hasta la desembocadura en el cauce del canal. Su caudal promedio anual es de 0.440 m³/s con un rendimiento anual de 24.4 l/s/km².
- El río Cárdenas nace a una elevación de 117.1 msnm, corre en dirección Sur-Oeste, hasta desembocar en el cauce del canal, próximo a las esclusas de Miraflores. El río Mocambo es uno de sus afluentes principales. El caudal promedio anual es de 0.945 m³/s y el rendimiento anual es de 28.3 l/s/km².

6.6.1 Calidad de aguas superficiales

Los cursos de agua presentes en la zona del proyecto propuesto no pertenecen a la red de monitoreo de la calidad de las aguas en la cuenca del Canal por lo que la información disponible sobre la calidad de sus aguas es muy limitada (Tabla 6-7).

TABLA 6-7 CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DE LOS RÍOS FARFÁN Y VELÁSQUEZ

Nombre del Río	pH	EC (µg/cm)	T ^a (°C)	Turbidez (NTU)	DO (mg/l)	Salinidad (ppt)	TDS (mg/l)
Farfán	8.0	52,600	28.0	23.5	7.3	32.3	24,206
Velásquez	7.1	356	26.0	3.2	1.5	-	167.5

Fuente: Moffat and Nichol 2004a

Estos resultados indican la presencia de influencias naturales y antropogénicas sobre la calidad de las aguas de estos ríos. Los altos niveles de salinidad del río Farfán demuestra la gran influencia de las mareas en estos ecosistemas. Se registraron niveles de oxígeno disuelto muy bajos en el río Velásquez, que junto con unos niveles de conductividad muy altos indican que la calidad del agua es pobre.

La calidad física del hábitat de estos ríos fue evaluada en otros estudios previos utilizando un sistema de ponderación de evaluación de los cursos de agua dulce⁴⁸ concluyendo que:

- El río Velásquez presenta una calidad sub-óptima.

⁴⁸ Moffat and Nichol 2005

- La calidad del agua del río Farfán se caracteriza como turbia y salobre y con valores de conductividad asociados a un sistema salino⁴⁹. Este río ha sido modificado por la creación de canales desde el curso principal. Se tomaron muestras de calidad del agua como parte de un estudio⁵⁰ de alternativas de depósito, que indican que el río Farfán lleva aguas turbias y salobres. Otro estudio⁵¹, indica que las concentraciones de nitratos en el río Farfán son de 15.6 mg/l.
- No existen datos sobre la calidad de las aguas de la quebrada Victoria y el río Matutela. Sin embargo, basado en la conexión entre los ríos Matutela y Farfán, se prevé que el río Matutela se trata también de un sistema salino.

6.6.1. a Caudales (máximo, mínimo y promedio anual)

No existen datos sobre caudales del río Farfán, río Velásquez, o Quebrada Victoria.

6.6.1. b Mareas, Corrientes y Oleajes

Las mareas de la Bahía son semi-diurnas, con dos niveles máximos y dos niveles mínimos por día, en un periodo de 12.25 horas. La Marea Viva Alta (MHWS por sus siglas en inglés) en Balboa es de 4.8m y la Marea Viva Baja (MLWS por sus siglas en inglés) de 0.2 metros del Datum Cero de la Carta, con un Nivel Medio del mar (2.3m CD) que se aproxima al PLD. Las mareas extremas (equinocciales) alcanzan el rango de los 7.59m.

Las corrientes que se generan en el Golfo de Panamá se deben a procesos mareales de circulación oceánica impulsados por el viento. La influencia mareal resulta en una corriente con rumbo norte durante la marea creciente y una corriente con rumbo sur durante la marea menguante (Figura 6-13). La magnitud de la corriente mareal varía cada quince días alcanzando los valores más altos durante las mareas vivas y los más bajos durante las mareas muertas. Las velocidades promedio de las profundidades pico en las mareas vivas del canal de navegación de la entrada del Pacífico y los sitios de depósito submarinos Tortolita, Tortolita Sur y Palo Seco, fueron modeladas en aproximadamente 0.25m/s⁵². Durante el periodo de marea viva, las fuerzas mareales dominan la circulación; durante las mareas muertas el flujo de las mareas puede

⁴⁹ Moffat and Nichol 2004a

⁵⁰ Moffat and Nichol 2004a

⁵¹ Ingemar 2006

⁵² Esta información viene de simulaciones publicadas en estudios previos, no se ha localizado data métrica actualizada.

cambiar debido a corrientes estables (impulsadas por el viento o la densidad)⁵³.

Las corrientes oceánicas del este del océano Pacífico tropical, incluyendo las del istmo de Panamá y las que se extienden hacia el oeste desde las costas de Panamá, Colombia y Ecuador, son muy complejas y están sujetas a las condiciones oceánicas relacionadas con los cambios en la convergencia intertropical y el efecto inter-anual de la oscilación sur de El Niño⁵⁴. Durante la estación seca, en el golfo la circulación es anticiclónica y débil. Pero se revierte en la estación lluviosa y se convierte en ciclónica con corrientes costeras que van hacia el oeste con un flujo promedio de 0.3-0.5 nudos (0.15-0.26 m/s) en la parte norte de la Bahía. La generación de corrientes por parte de los vientos implica la transferencia de energía cinética desde el viento hasta la superficie marina, lo que produce tanto oleaje como corrientes. Estudios realizados anteriormente en la bahía de Panamá han llegado a la conclusión de que los vientos locales contribuyen poco a la magnitud y el patrón de las corrientes que se encuentran en el sector norte de la Bahía⁵⁵. El flujo residual del área se mantiene consistente hacia el sudeste.

⁵³ Moffatt & Nichol, y Louis Berger Group (2002-2004)

⁵⁴ Rodríguez-Rubio, Schneider, 2003

⁵⁵ Delf Hydraulics, 1999

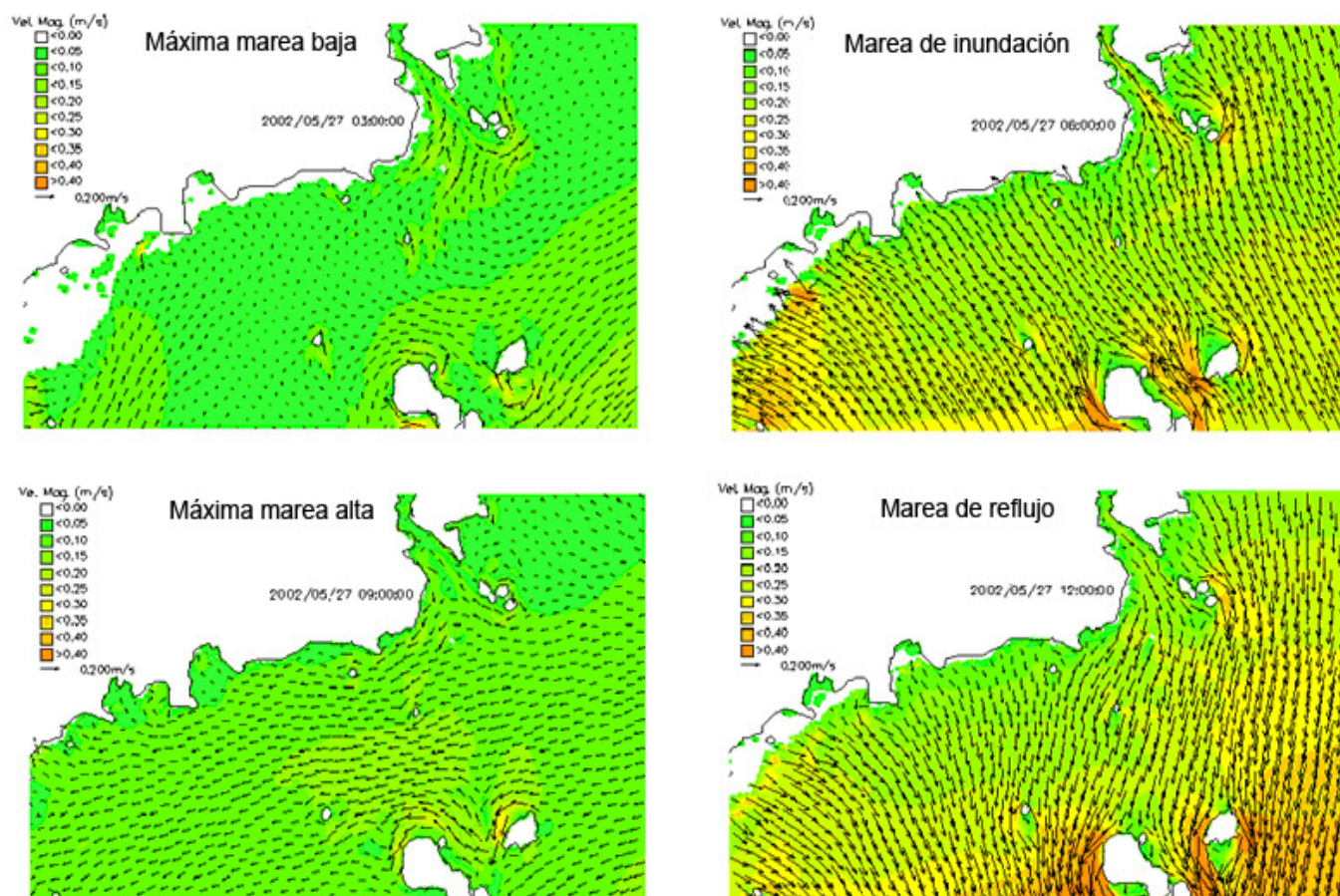


FIGURA 6-13: FLUJOS MAREALES MODELADOS DURANTE LAS MAREAS VIVAS⁴³.

Régimen de las Olas

Tal y como se ha mencionado y referenciado anteriormente, varios reportes y estudios anteriores han pronosticado condiciones de oleaje para el área. Las alturas de las olas varían entre los 0.5m y los 2.5m. La mayoría de las olas que llegan a la entrada del Golfo de Panamá son de 200° a 250° y presentan poca variación estacional en cuanto a su dirección. Las olas predominantes en las aguas profundas de la Bahía, formadas por vientos que soplan desde el sur de la región, fluctúan entre 1.0m y 1.25m desde el mes de diciembre hasta abril y entre 1.5m y 1.75m desde julio hasta noviembre. Se ha estimado que las tormentas locales pueden generar olas de 1m de altura y 3 segundos de duración⁵⁶.

La bahía de Panamá se encuentra bien protegida de las ondas marinas que se generan en el océano Pacífico, lo que limita la altura pronosticada para 100 años a 0.7 desde el sur hasta el sudeste, con un periodo de 17 segundos⁵⁷. Durante las épocas de ondas marinas extremas, se puede dar una altura de 2m con un periodo de 10-18 segundos.

El paso de una ola genera una corriente oscilatoria en la columna de agua debajo de ésta. En aguas poco profundas y con fuerte oleaje, estas corrientes pueden erosionar el lecho marino. La fuerza de estas corrientes se puede calcular mediante la información sobre la profundidad del agua, la altura y el periodo de las olas. En la Tabla 6-8 se resumen las condiciones de oleaje del área del proyecto.

TABLA 6-8. RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE OLAJE ENCONTRADAS EN LA ENTRADA DEL CANAL DE PANAMÁ.

Ubicación	Condición	Altura de las Olas (m)	Periodo de las Olas (s)
Costa del Pacífico	Ocurren comúnmente	1m	4s
	Onda marina extrema	2m	10-18s
	Tormenta local	1m	3s

Fuente: The Louis Berger Group 2004

⁵⁶ The Louis Berger Group 2004 y JETRO 2004

⁵⁷ Moffat and Nichol 2004a.

Composición y Distribución de los Sedimentos

Durante la estación lluviosa del año 2006, se realizó un sondeo de los sedimentos del lecho del Canal⁵⁸.

En la Figura 6-14 se muestra el tamaño de partícula de los sedimentos del Canal muestreados en un transecto que corre desde el norte hacia el sur a lo largo de las bordadas del sector Pacífico del Canal. A continuación se enumeran los valores medios de las 15 muestras recolectadas:

	% Grava	% Arena	% Limo	% Arcilla
PACÍFICO (15 muestras)	4.6	15.8	29.2	50.4

[Tamaños de Partícula: grava (>2mm); arena (2mm-63µm); limo (63-2µm); arcilla (<2µm)]

Los sedimentos del Pacífico contienen un elevado porcentaje de arcilla. El contenido de arena de los sedimentos (Figuras 6-14 y 6-15) varía en términos de cantidad total y tamaño de grano, lo que supuestamente refleja hasta cierto punto procesos de reducción en el Canal, debidos a la acción del lavado y las hélices. El contenido en la fracción más fina de los sedimentos era más consistente: la arena muy fina estaba omnipresente y el contenido de arcilla de la fracción <63µm (lodo) del sedimento estaba alrededor del 60% en el Pacífico (30-40% en otros lados). Sólo había grava en concentraciones bajas, salvo en la entrada marina, donde se encontró un depósito de conchas (Sitio P9.1, centro del cauce, en la misma ubicación que el sitio P.9.2). Las distribuciones de tamaño de partícula más fino encontradas concordaban en carácter con estudios previos^{59 60 61}, donde las muestras recolectadas se encontraban generalmente fuera del área de navegación. Las características de tamaño de partícula resultantes de los análisis de los sedimentos confirman la casi total ausencia de efectos de corrientes unidireccionales, y la importancia de los procesos de resuspensión no-direccional (navegación, oleaje) y asentamiento.

⁵⁸ PB 2006 c

⁵⁹ Panama Canal Commission. 1974

⁶⁰ De Croz *et al* 1994.

⁶¹ ICA 1999

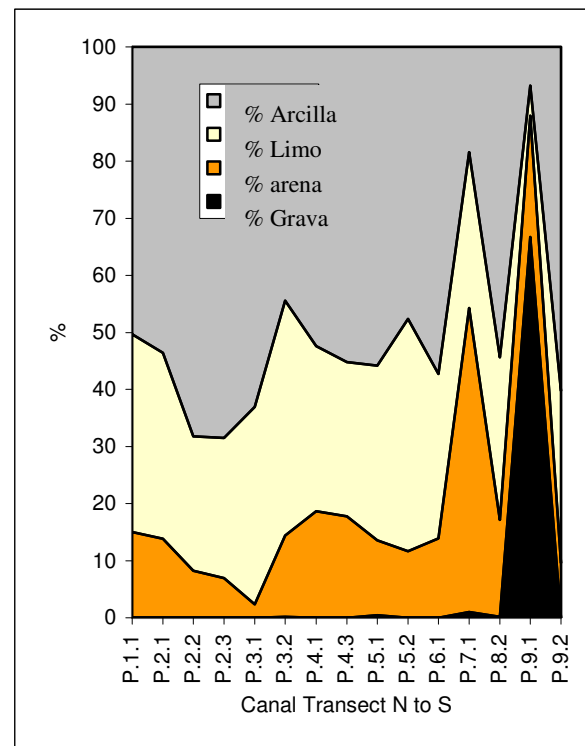
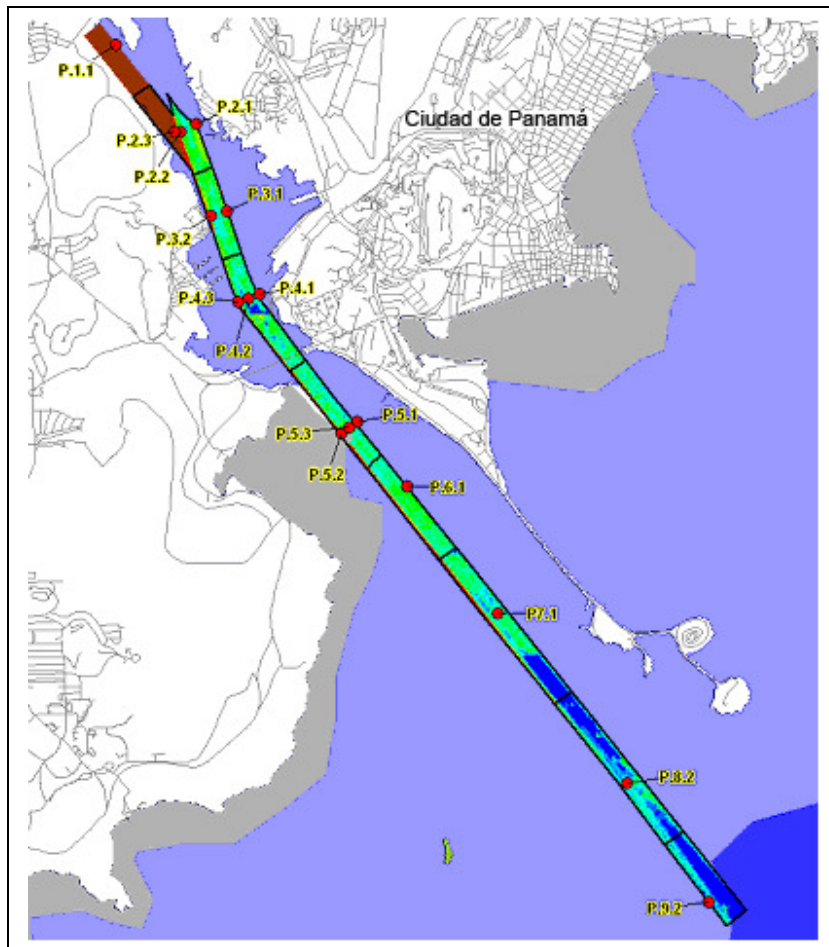
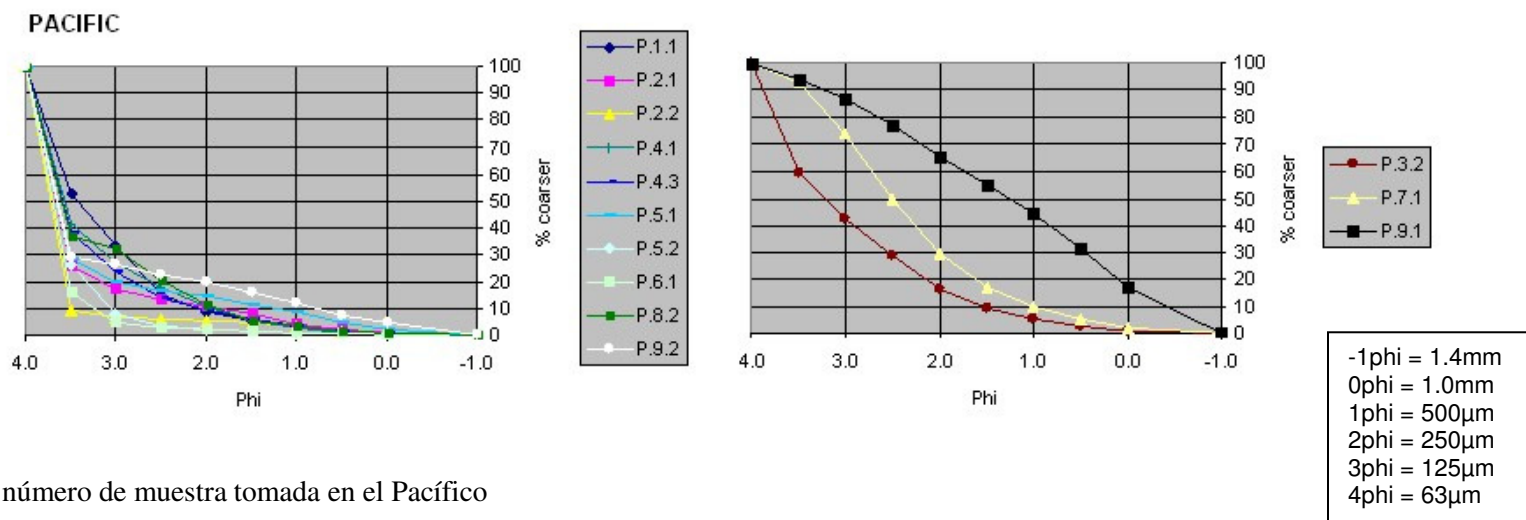


FIGURA 6-14: A) POSICIONES DEL MUESTREO; B) CARACTERÍSTICAS DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DE LAS MUESTRAS DE SEDIMENTOS DEL CANAL. FUENTE: PB 2007



PX.X= número de muestra tomada en el Pacífico

FIGURA 6-15: POBLACIONES TAMAÑO DE PARTÍCULA DE ARENA EN EL SECTOR PACÍFICO. La gráfica de la izquierda muestra las poblaciones dominadas por arenas finas (<30% más gruesa que en la fracción 180μm); la gráfica de la derecha muestra las estaciones donde se encontró arenas más gruesas. Fuente: Consultor (PB).

Contenido Orgánico

La habilidad de la materia orgánica para asociarse con los sedimentos es ampliamente controlada por el tamaño de partícula de éstos. Para eliminar este efecto y revelar más claramente los efectos de las fuentes de punto local (antropogénicas) se midió el contenido de carbono de la fracción $<90 \mu\text{m}$ de las muestras sedimentarias (un proceso de normalización⁶²)

Para el sector Pacífico, durante el estudio del 2006 se midieron los valores medios del carbono orgánico y las desviaciones estándar de la siguiente manera:

	Media	Desviación Estándar
PACÍFICO (15 muestras)	3.1	0.29

Por consiguiente, el contenido de carbono orgánico de los sedimentos variaba poco entre un sitio y otro. En general, existía una pobre relación entre el tamaño de partícula y el contenido de carbono orgánico. Esto sugiere fuentes no difusas de carbono.

Estudios anteriores efectuados en el 1974⁶³ (que incluían ~80 muestras de sedimentos de todo el lecho y los sitios de depósito) registraron niveles de carbono más altos (superior al 6%). Similarmente, datos de principios de la década de los 90 de la Universidad de Panamá⁶⁴, registraron niveles de carbono orgánico que fluctuaban dentro 0.5 y 22% en las entradas del Pacífico. Una forma de explicar esta discrepancia entre estos resultados anteriores y los recientes es que posiblemente en algunos estudios anteriores se midió inadvertidamente el carbono inorgánico (carbonato). Para el estudio del 2006, se removió el carbonato antes de realizar el análisis por carbono orgánico⁶⁵.

Dinámica de los Sedimentos

Los sedimentos del lecho del mar en el área del proyecto pueden ser móviles debido a la acción de las corrientes generadas por el oleaje, las mareas, la circulación regional y también la acción de las hélices de los barcos. Es difícil predecir la resistencia a la erosión de los lodos que se forman en el lecho marino debido a que por naturaleza el sedimento tiende a variar con el tiempo (el lodo depositado recientemente es muy débil, pero el lodo que ha estado consolidado durante

⁶² Loring 1991

⁶³ Panama Canal Commission. 1974

⁶⁴ Scientia - Universidad de Panamá 1994 y 1995

⁶⁵ Using the standard practice of treatment with dilute sulphurous acid (method of Shaw). Appendix 2.

mucho tiempo puede ponerse muy duro). Una vez que se pone en movimiento, el sedimento del tipo encontrado en la Bahía (lodos con algo de arena muy fina) se moverá como lodo suspendido, disperso a través de la columna de agua y se reaccumulará en el lecho marino en áreas/momentos de energía acuática reducida.

Se piensa que la máxima corriente estable de mediana profundidad que se encontró en la vecindad de los sitios de depósito está por el orden de los 0.2-0.3m/s (Sección 6.6.3). Es poco probable que una corriente de esta fuerza tenga mucho poder erosional⁶⁶; quizá pueda causar erosión leve de los lodos acumulados recientemente. Por lo tanto, es más probable que las corrientes halladas en la Bahía sean importantes en términos de dispersión de sedimentos puestos en movimiento, en vez de causar erosión.

Calidad de los Sedimentos

El material que será removido del Canal y depositado en los sitios de depósito comprende tanto material geológico (inerte) como sedimentos recientes no consolidados. Estos últimos contienen sedimentos que se han acumulado desde el primer desarrollo industrial del área, a mediados del siglo XIX. Dichos sedimentos contienen una serie de sedimentos finos ricos en material orgánico. Como en cualquier cauce importante de navegación, estos sedimentos podrían constituir sitios de acumulación para una variedad de contribuciones antropogénicas a través de los años de operación e incluirían también efluentes no tratados de la ciudad de Panamá.

En el otoño del 2006, se realizó un estudio⁶⁷ para recolectar una serie de muestras de los sedimentos superficiales que se dragarían durante el proyecto propuesto. El propósito del estudio fue proveer una caracterización de la naturaleza y los niveles de compuestos químicos en los sedimentos superficiales de lecho del Canal de Panamá, enfocándose principalmente en las áreas que serían dragadas durante el Proyecto del Tercer Juego de Esclusas. Estas muestras fueron analizadas para una amplia serie de posibles contaminantes. Se recolectaron y analizaron catorce muestras recogidas en el sector Pacífico (véase Figura 6-14A).

⁶⁶ Soulsby Mud ref

⁶⁷ PB 2006 c.

El estudio también sirvió para revisar información pasada con respecto a los niveles de tributilestaño, pesticidas organo-halogenados/fosforados/nitrogenados y herbicidas, PCBs e hidrocarburos poliaromáticos de los sedimentos del Canal.

En el Canal, el material moderno puede presentarse en tres tipos de situación, las cuales se ilustran en la Figura 6-16, que muestra una sección transversal del ecosondeo de doble frecuencia del cauce de aproximación del Canal, adquirida durante este estudio.

1. Sedimentos LATERALES, que se han acumulado sobre el lecho justo afuera del Canal actual dragado, pero que serán removidos durante la ampliación.
2. Sedimentos de la ORILLA, que se han acumulado en áreas navegadas infrecuentemente en las orillas externas del dragado.
3. Sedimentos CENTRALES, que se acumulan en bolsas más profundas en cualquier parte del lecho del Canal. Estos depósitos no son extensos.
4. RELLENO DEL CAUCE DE APROXIMACIÓN DEL TERCER CARRIL (no ilustrado), donde los cauces dragados parcialmente en la entrada hacia las excavaciones de la nueva esclusa realizadas en 1939 se han llenado de sedimentos (un depósito de >10m de espesor).

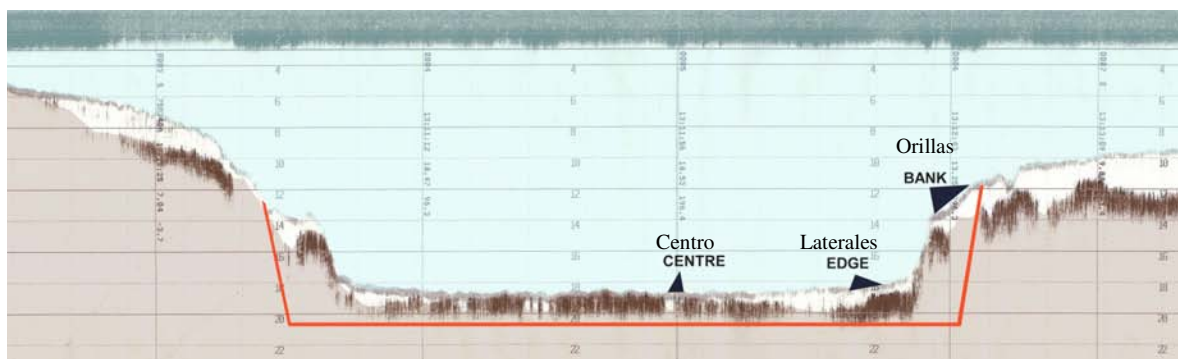


FIGURA 6-16. PERFIL POR ECOSONDEO DEL CAUCE DE APROXIMACIÓN DEL PACÍFICO EFECTUADO EN SEPTIEMBRE DEL 2006. FUENTE: PB (2007)

El trazado de doble frecuencia muestra acumulaciones de sedimentos más suaves (blancos) depositados sobre sedimentos/roca más densos y antiguos. La posición aproximada del nuevo prisma de dragado se ha señalado en rojo.

Los principales hallazgos del informe de caracterización de sedimentos del 2006 indican lo siguiente:

Los análisis del tamaño de las partículas de sedimento confirman la existencia de un ambiente predominantemente lodoso y de arena fina, consistente con la ausencia de corrientes fuertes.

Las concentraciones de metales de traza en los sedimentos del Canal se relacionan en su mayor parte a fuentes naturales difusas. Unas pocas concentraciones de metales localmente ocurren, pero no a niveles que requerirían que se siguieran prácticas correctivas de dragado estrictas.

Las concentraciones de PCB halladas en los sedimentos se encuentran a niveles extremadamente bajos.

Se encontraron concentraciones de pesticidas en la mayoría de las muestras de sedimentos, pero generalmente a niveles bajos.

Se encontraron diversos hidrocarburos aromáticos policíclicos en los sedimentos del Canal, (y especialmente en el Puerto de Balboa), aunque a niveles bajos.

Se encontró Tributilestano en concentraciones bajas a moderadas, en muestras que fueron recolectadas dentro de zonas de anclaje de buques.

En general, si se realizan las operaciones de dragado de una forma responsable (tomando medidas para verificar la dispersión y deposición de plumas sedimentarias suspendidas de una manera controlada), es poco probable que los compuestos identificados afecten al ambiente.

Calidad y Propiedades de las Aguas de la Entrada Pacífica del Canal

A través de los años, se han completado varios estudios ^{68 69 70 71} y esta información ha sido recopilada para proveer la evaluación de las condiciones de la bahía de Panamá, el Puerto de Balboa, y el cauce de aproximación a las esclusas.

Propiedades de las Aguas de la entrada Pacífica del Canal en el contexto del Golfo de Panamá. Durante la estación lluviosa se descargan enormes cantidades de agua dulce hacia el Golfo de Panamá. El nivel medio del mar se eleva a 0.3m sobre los niveles de la estación seca, y la masa de agua de la Bahía y los canales de aproximación en general se estratifica. Las salinidades superficiales en tiempos de mayor influencia de agua dulce son típicamente de 28-29 y las salinidades de fondo de 30-31. Durante este periodo, los vientos superficiales tienden a ser del sur, y a encerrar estas aguas en el Golfo y dificultar la influencia oceánica. Las temperaturas del agua son cálidas y fluctúan poco, entre 28-30°C.

Al comenzar la estación seca el agua dulce disminuye dramáticamente y esto permite que prevalezca una mayor circulación oceánica. Este intercambio se facilita al aumentar la frecuencia de ocurrencia de los vientos que tienden a venir más del norte durante esta época del año, lo que desplaza las aguas superficiales mar afuera y promueve el afloramiento de aguas oceánicas profundas y más frías. La salinidad superficial aumenta a 33-34 y la del lecho a 34-35. Las temperaturas del agua decrecen y se puede desarrollar un fuerte gradiente térmico; por ejemplo, en el mes de marzo, las temperaturas superficiales pueden bajar a 23°C y las temperaturas del fondo a 18°C.

Nutrientes, Oxígeno Disuelto y Productividad. Durante la estación seca el desplazamiento mar afuera de las aguas superficiales causado por los vientos del norte, induce el afloramiento costero en el Golfo de Panamá. Durante el ascenso de las aguas más frías, la cálida agua superficial, pobre en nutrientes inorgánicos disueltos, es desplazada hacia el mar abierto y reemplazada por agua fría, rica en nutrientes. Este proceso, de intensidad variable, fertiliza la capa fótica y es

⁶⁸ PCC. 1975

⁶⁹ D'Croz, *et al* 1994

⁷⁰ Louis Berger

⁷¹ ACP 2005 c

responsable del aumento en la producción pesquera del Golfo de Panamá⁷². El nivel de clorofila indica la biomasa de fitoplancton e indirectamente la intensidad de la fotosíntesis. Debido a la disponibilidad de nutrientes inorgánicos disueltos (principalmente nitrógeno y fósforo) y a la penetración de la luz solar, el crecimiento de fitoplancton se puede ver limitado. En la Entrada del Canal del Sector Pacífico, donde el valor promedio medido a nivel superficial es de 2.15 mg/m³ y en aguas más profundas de 1.23 mg/m³, las concentraciones de clorofila son particularmente altas. La alta concentración de pigmentos en el área costera del Pacífico (que promedia los 1.5 mg/m³ durante la estación seca y 0.6 mg/m³ durante la lluviosa), ha sido extensamente documentada y es consecuencia de la gran disponibilidad de nutrientes inorgánicos disueltos, particularmente durante el afloramiento estacional de agua que ocurre durante la estación seca. Al medirse los nitratos en las aguas superficiales, estos muestran una fluctuación entre los 0.1 y 0.5 ugAt/l, y los de las aguas del fondo de 0.2 a 3.5ugAt/l. Las concentraciones de fósforo total que se midieron al mismo tiempo que las anteriores mostraban fluctuaciones entre los 0.1 a 1.6 ugAt/l y los 0.8 a 2.4 ugAt/l en las aguas superficiales y las del fondo, respectivamente. El oxígeno disuelto en las aguas de la Bahía también varía en respuesta al ciclo nutriente anual. Las concentraciones de este elemento generalmente se mantienen en el rango de los 5-8mg/l.

Turbidez y Sólidos Suspendidos. En el año 1975 se llevó a cabo un estudio de los valores secchi de las aguas del Canal, el cual se extendió más de 31 meses, con seis campañas de muestreo: tres en la estación seca y tres en la lluviosa. Los resultados de este estudio demostraron que las aguas de la bahía de Panamá se mantienen turbias constantemente y los valores secchi más bajos (<3m, turbidez máxima) ocurren siempre en el área de Balboa y el cauce de aproximación a las esclusas; más hacia mar abierto ocurren condiciones más variables (hasta 7m de visibilidad secchi). La turbidez es una función de la carga suspendida, la carga disuelta y la concentración de fitoplancton; y no provee evidencia inequívoca de que haya una ocurrencia constante de niveles relativamente altos de sólidos suspendidos. El estudio realizado por la Universidad de Panamá en 1993/4, cuyos resultados se resumen en la Tabla 6-9, contiene mayor información a este respecto. En este estudio se registraron tanto los sólidos suspendidos como la profundidad secchi. En la Figura 6-17 se pueden observar los sitios de muestreo.

⁷² Forsbergh, 1969

TABLA 6-9. SÓLIDOS SUSPENDIDOS Y VALORES SECCHI, 1993-1994.

	SOLIDOS SUSPENDIDOS mg/l						promedio	DS
	Estacion 1	2	3	4	5	6		
Julio	26	29	14	20	25	28	23.7	5.680
Agosto	27	20	15	24	18	20	20.7	4.274
Diciembre	22	18	13	12	11	18	15.7	4.320
Marzo	12	18	14	24	8	22	16.3	6.121
Mayo	28	20	13	11	11	19	17.0	6.663
Promedio	19.3	17.8	12.0	15.8	13.0	18.8		
DS	10.727	8.773	4.472	8.110	7.294	7.223		

	SECCHI m						promedio	DS
	Estacion 1	2	3	4	5	6		
Julio	1.3	2.3	10	15	3.5	7.5	6.6	5.275
Agosto	1.5	3.3	7	9.5	8.3	5	5.8	3.058
Diciembre	1	2.3	6	10	7.8		5.4	3.750
Marzo	1.5	2	10	6.5	7.3	4.3	5.3	3.282
Mayo	1.8	2.8	3	4.5	5	2	3.2	1.306
Promedio	1.4	2.5	7.2	9.1	6.4	4.7		
DS	0.295	0.513	2.950	3.991	2.046	2.264		

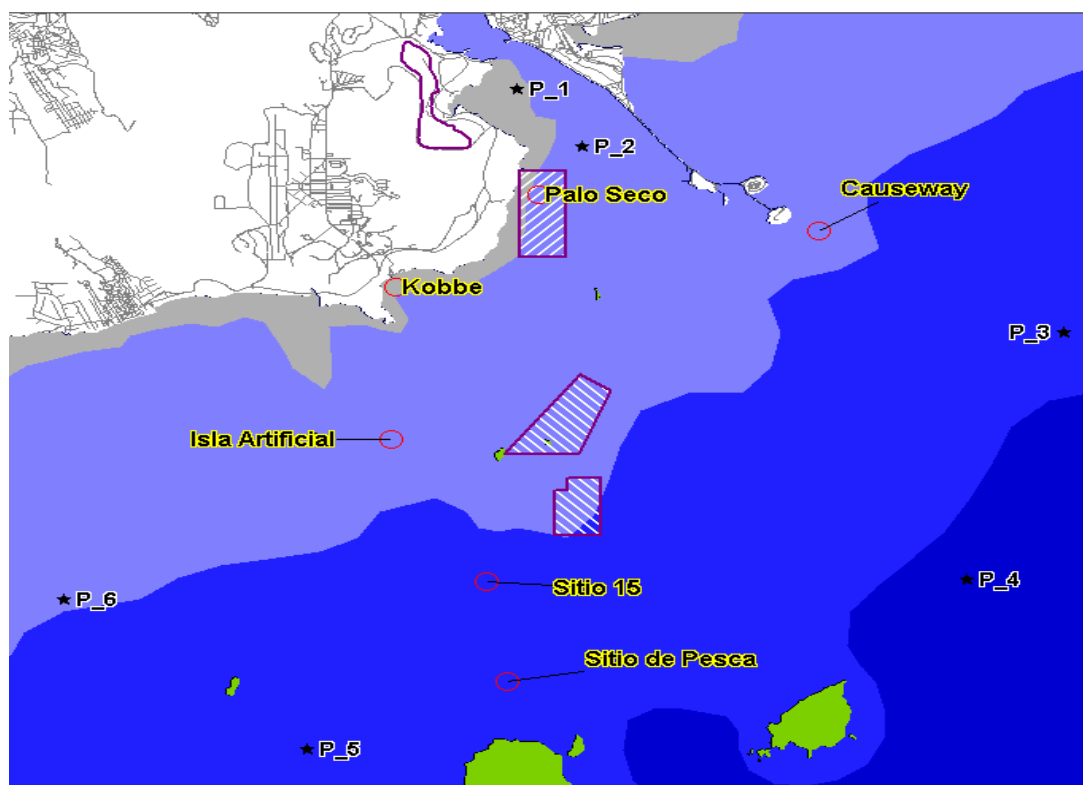


FIGURA 6-17. SITIOS DE MUESTREO DE CALIDAD DE AGUA Y ECOLÓGICO DE LOS ESTUDIOS DE LA UNIVERSIDAD DE PANAMÁ (P) Y DE LA ISLA ARTIFICIAL (CÍRCULOS). FUENTE: PB (2007)

Los datos que se muestran en la Tabla 6-9 confirman que existe una gran relación entre la profundidad secchi y el contenido de sólidos suspendidos; sin embargo, esta relación es dispersa y no es significativa en términos estadísticos. Ambas variables muestran una variación estacional; la turbidez y el contenido de sólidos son menores a mediados de la estación seca; además, que los niveles de sedimento suspendido son menores en las estaciones de altamar ubicadas al oeste y el este del Canal (3 y 5). Por consiguiente, los procesos naturales (y la posible descarga del Canal y actividad náutica) mantienen una pluma de agua constantemente turbia en la zona de entrada del Canal, donde el nivel de sólidos suspendidos parece mantenerse a concentraciones que fluctúan entre los 10 y 30 mg/l. Esta fluctuación se puede considerar como “niveles típicos de referencia” contra los cuales se pueden evaluar los impactos de las operaciones de dragado y depósito de materiales.

Durante las campañas de muestreo conducidas en 1975, 1993 y 1994 se midieron tanto el total de coliformes como los coliformes fecales. Las concentraciones más altas se hallaron en el cauce de aproximación a las esclusas y el Puerto de Balboa (el conteo de coliformes fecales fue frecuentemente de >1000NMP/100ml), lo cual indica que hay altos niveles de contaminación debido a aguas residuales que drenan hacia el cauce de navegación desde las áreas urbanas circundantes. Estas concentraciones disminuyen significativamente mar afuera, donde también se pudo observar un ciclo estacional con un aumento significativo de las concentraciones coliformes durante la primera mitad de la estación lluviosa. Se piensa que esta variación está relacionada con el lavado de depósitos contaminados con aguas residuales que se acumulan en los ríos y las alcantarillas durante la estación seca. Como parte del estudio de 1993/94 también se midió el total de metales presentes en el agua, los cuales no se encontraron en concentraciones particularmente altas y demostraron variar con el contenido de sólidos suspendidos en el agua, lo cual indica que la mayor parte de la contaminación está asociada con la fase sólida, como es normal en situaciones de desagüe de aguas cloacales.

6.6.2 Aguas subterráneas

6.6.2 a Caracterización de los acuíferos

El nivel freático evidencia un comportamiento estacional, ya que durante la estación seca su nivel se reduce. No obstante, debido a que la textura de los suelos es de un alto contenido de

arcillas plásticas y que existe un horizonte argílico (acumulación de arcillas), se produce un nivel freático colgante que se encuentra a menos de un 1 m de la superficie según muestreos realizados en el área. Estos niveles suben en la estación lluviosa a menos de 50 centímetros de la superficie causando problemas de drenaje superficial y, en algunos casos, aflorando a la superficie.

6.7 Calidad de Aire

Este capítulo presenta las condiciones existentes de la calidad de aire, incluida las emisiones atmosféricas, olores, ruidos y vibraciones.

6.7.1 Emisiones Atmosféricas

El área de influencia del proyecto propuesto presenta una alta actividad portuaria, donde la fuente principal de contaminantes del aire son los motores de combustión de las embarcaciones y locomotoras.

En 2006 PB llevó a cabo una evaluación de emisiones atmosféricas para el Programa de Ampliación del Canal⁷³: Específicamente, este estudio se compuso de cuatro componentes: (i) inventario de las principales fuentes de emisión atmosférica existentes dentro del área del Patrimonio de la ACP, (ii) inventario de las emisiones relacionadas con el año pico de construcción de las obras, (iii) comparación entre las emisiones existentes y las de las obras de Ampliación, (iv) análisis de los posibles efectos de las emisiones de las obras de construcción en las áreas pobladas más cercanas a las obras.

Actualmente ANAM está en proceso de establecer estándares de calidad de aire ambiental, y la creación de una red de monitoreo en la ciudad de Panamá. La ACP a su vez está también estableciendo una norma de calidad de aire (Norma de Calidad de Aire 2610ESM-109) y un plan de monitoreo de emisiones.

⁷³ PB 2006 b

Fuentes Existentes de Emisiones

La Tabla 6-10 presenta las principales fuentes de emisión existentes en el Canal procedentes de las operaciones actuales. Las principales fuentes actualmente en el área de influencia son los motores de combustión de los barcos, dragas y remolcadores; maquinaria usada para el mantenimiento y reparaciones del Canal (grúas, topadoras, excavadoras, etc.); las emisiones de los vehículos que transitan por canales puente de las américas, y la maquinaria de excavación de las obras de modernización.

TABLA 6-10: PRINCIPALES FUENTES DE EMISIÓN EXISTENTES EN LAS OPERACIONES ACTUALES DEL CANAL

Tipo de Operación	Fuente de Emisión
Marítima	Buques en Tránsito, Remolcadores, Botes de la ACP
Operaciones de Dragado	Equipo de Dragado y Perforación, Cargadores y Camiones usados para disponer del material dragado en tierra firme, viajes de los camiones a los sitios de depósito de materiales
Construcción de Modernización	Equipos de Construcción, Viajes de Camiones de Construcción a los Sitios de Depósito
Producción de Energía para el Canal de Panamá	Planta de Energía Termoeléctrica de Miraflores
Ferrocarril del Canal de Panamá	Motores de locomotoras de trenes de pasajeros y carga
Tráfico de autos en el Área canalera	Gases emitidos por los vehículos usados por empleados de la ACP dentro del área canalera

Fuente: PB 2006 b

Emisiones Existentes

Los motores diesel son ampliamente usados en todas las operaciones actuales del Canal. La combustión de diesel produce emisiones gaseosas con contaminantes tales como óxidos de nitrógenos (NOx), hollín y polvo.

Los principales contaminantes procedentes de la combustión de diesel son NOx, Materia Particulada (PM), dióxido de azufre (SO₂) y Monóxido de Carbono (CO). Una descripción más

detallada de estos contaminantes viene a continuación⁷⁴:

- **Óxidos de Nitrógenos (NO_x)** – es el nombre genérico para un grupo de gases altamente reactivos, los cuales contienen nitrógeno y oxígeno en cantidades diversas. Un contaminante muy común es el dióxido de nitrógeno (NO₂). Este contaminante junto con partículas en el aire es a menudo visible con un color rojizo-marrón sobre muchas áreas urbanas. NO₂ no se emite directamente sino que se forma a través de la reacción entre óxido nítrico (NO) y oxígeno atmosférico. NO₂ y NO son los mayores contribuyentes a la formación de Ozono (O₃). NO₂ también contribuye a la formación de PM₁₀, que son partículas sólidas y líquidas con un diámetro menor de 10 micras (ver discusión sobre PM₁₀ abajo). A concentraciones atmosféricas normales, NO₂ es solamente potencialmente irritante. Sin embargo, a concentraciones altas, el resultado es una gruesa capa color rojiza-marrón en la atmósfera y una reducción de la visibilidad.

NO_x se forman cuando se quema combustible a altas temperaturas, como en un proceso de combustión. Las principales fuentes primarias antrópicas de NO_x son vehículos de motor, dispositivos eléctricos y otras fuentes industriales, comerciales y residenciales que quemen combustible. NO_x también se pueden generar de forma natural.

- **Materia Particulada (PM)** – La contaminación particulada está compuesta de partículas sólidas y gotas líquidas que son demasiado pequeñas como para permanecer suspendidas en el aire. En general, éstas pueden incluir polvo, hollín y humo. Pueden ser irritantes pero no tóxicas.

Contaminante de partículas también incluye trozos de sustancias sólidas y líquidas que pueden ser altamente tóxicas. De particular importancia son aquellas partículas con un diámetro menor o igual a 10 micras (PM₁₀).

PM₁₀. PM₁₀ se refiere a partículas finas menores de 10 micras de diámetro, aproximadamente 1/7 el grosor del pelo humano. Contaminación con partículas finas consiste en partículas líquidas y sólidas muy pequeñas flotando en el aire, y pueden incluir humo, hollín, polvo, sales, ácidos y metales. Partículas finas también se forman a través de reacciones químicas en la atmósfera de gases procedentes de la industria y motores de vehículos. Las fuentes principales de PM₁₀ son motor de los vehículos; quema de madera en estufas y chimeneas; polvo procedente de actividades de construcción, vertederos y agricultura; quema de residuos; fuentes industriales; polvo llevado por el viento desde terrenos baldíos; y reacciones atmosféricas químicas y fotoquímicas. Las partículas suspendidas producen bruma y visibilidad reducida. Además, la PM₁₀ representa un mayor riesgo de salud que las partículas de mayor tamaño. Al ser inhaladas, estas pequeñas partículas pueden penetrar las defensas naturales del sistema respiratorio humano y dañar el tracto respiratorio. La PM₁₀ puede aumentar el número y la severidad de los ataques de asma, causar o agravar la bronquitis y otras enfermedades pulmonares, y reducir la capacidad del cuerpo para combatir infecciones.

- **Dióxido de Azufre (SO₂)** - SO₂ es un producto procedente de la combustión de combustible alto en azufre. Las principales fuentes de SO₂ son carbón y el petróleo utilizados en

⁷⁴ PB 2006 b

estaciones de electricidad, industria, maquinaria pesada y vehículos diesel, calefacción de uso doméstico e industria química manufacturera. Es un gas irritante que ataca a la garganta y a los pulmones. Puede causar síntomas respiratorios agudos y disminuir la función pulmonar en niños. SO₂ también puede producir un amarillamiento de las hojas de plantas y corrosión del hierro y acero.

- **Monóxido de Carbono (CO)** – es un gas incoloro que interfiere con la transferencia del oxígeno al cerebro. CO es emitido casi exclusivamente de una combustión incompleta de combustibles fósiles. Una exposición prolongada a altos niveles de CO puede causar dolores de cabeza, agotamiento, pérdida de equilibrio o enfermedades del corazón. Las concentraciones de CO pueden variar enormemente en distancias relativamente cortas. Concentraciones relativamente altas de CO se encuentran típicamente cerca de intersecciones congestionadas, a lo largo de carreteras de alto uso y tráfico lento, y en áreas donde la dispersión atmosférica es inhibida debido a condiciones de embotellamiento urbano. Los barcos y equipos de construcción también contribuyen a emisiones de CO.

En el estudio de PB, el inventario de las emisiones actuales fueron calculadas en base a la cantidad de equipo en uso y los caballos de fuerza (horse-power) de los motores de cada equipo, factores de carga del motor bajo operación, índices de utilización (horas de operación), cantidad de equipos y factores de emisión. La Tabla 6-11 muestra las emisiones marinas para cada uno de los principales contaminantes. Todas las emisiones vienen indicadas en toneladas por día.

La Tabla 6-11 está basada en una estimación de las emisiones del tránsito de buques desde el anclaje hasta Miraflores con sus remolcadores y embarcaciones de apoyo en el área Pacífica del Canal; no es sorprendente el ver que las embarcaciones marinas contribuyen a la gran mayoría de las emisiones atmosféricas del área del proyecto.

TABLA 6-11: EMISIONES EXISTENTES DE FUENTES MARÍTIMAS BAJO LAS OPERACIONES ACTUALES

Fuentes de Emisión	CO (t/día)	NO _x (t/día)	PM ₁₀ (t/día)	SO ₂ (t/día)
Barcos en Tránsito	36.2	82.7	2.4	45.5
Remolcadores	0.3	2.6	0.1	3.7
Botes de Servicio	0.4	0.6	0.02	NA
TOTAL	36.9	85.9	2.7	49.2

Fuente: PB 2006 b

Emisiones procedentes del Programa de Modernización del Canal son significativamente más bajas que las emisiones marinas (véase Tabla 6-12). Actualmente hay 5 sitios en proceso de terminar su construcción bajo el Programa de Modernización. Dichos sitios se encuentran al norte de las esclusas de Miraflores, y sus efectos se muestran para ver la magnitud relativa a las emisiones de los barcos de tránsito.

TABLA 6-12: EMISIONES EXISTENTES DEL PROGRAMA DE MODERNIZACIÓN

Fuentes de Construcción	CO (t/día)	NO _x (t/día)	PM ₁₀ (t/día)	SO ₂ (t/día)
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: PB 2006 b

Los datos existentes de calidad del aire obtenidos del Instituto Especializado de Análisis (IEA) en dos estaciones cercanas al área de estudio (Curundú y Casco Viejo), indican que los niveles de NO₂, PM₁₀ y Ozono están bien por debajo de las normas establecidas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), y las propuestas por ANAM y la ACP (Ver Tabla 6-13).

TABLA 6-13: COMPARACIÓN DE VALORES DE CALIDAD DEL AIRE (2005)

Estación	PM ₁₀ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)		Ozono (µg/m ³)
		2004	2005	
Curundú	24.1	11.1	15.3	25
Casco Viejo	20.6	20.2	21.4	20.6
USEPA	50 µg/m ³	100 µg/m ³		235 µg/m ³

Fuente: IEA 2005

6.7.2 Ruido

Esta sección analiza los posibles efectos de las actividades propuestas del proyecto de dragado del Canal de Aproximación del Pacífico sobre los niveles de ruido en las zonas aledañas. El estudio de ruido fue realizado usando los niveles de ruido característicos de los equipos que serán utilizados durante el proyecto para determinar el nivel de impacto de las fuentes de ruido y proponer las medidas de mitigación correspondientes. 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.

Los niveles de ruido existentes, monitoreados, en las zonas identificadas como sitios sensibles (críticos) al ruido fueron usados en la determinación de las condiciones existentes del ruido de fondo en estas zonas y en la determinación de los efectos potenciales del programa de construcción propuesto. Las mediciones existentes de ruido fueron realizadas en dos sitios caracterizados como sensibles al ruido en los poblados de La Boca y Altos de Diablo (Altos Jesús).

Fundamentos de Sonido y 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 Hertzios (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 6-18 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

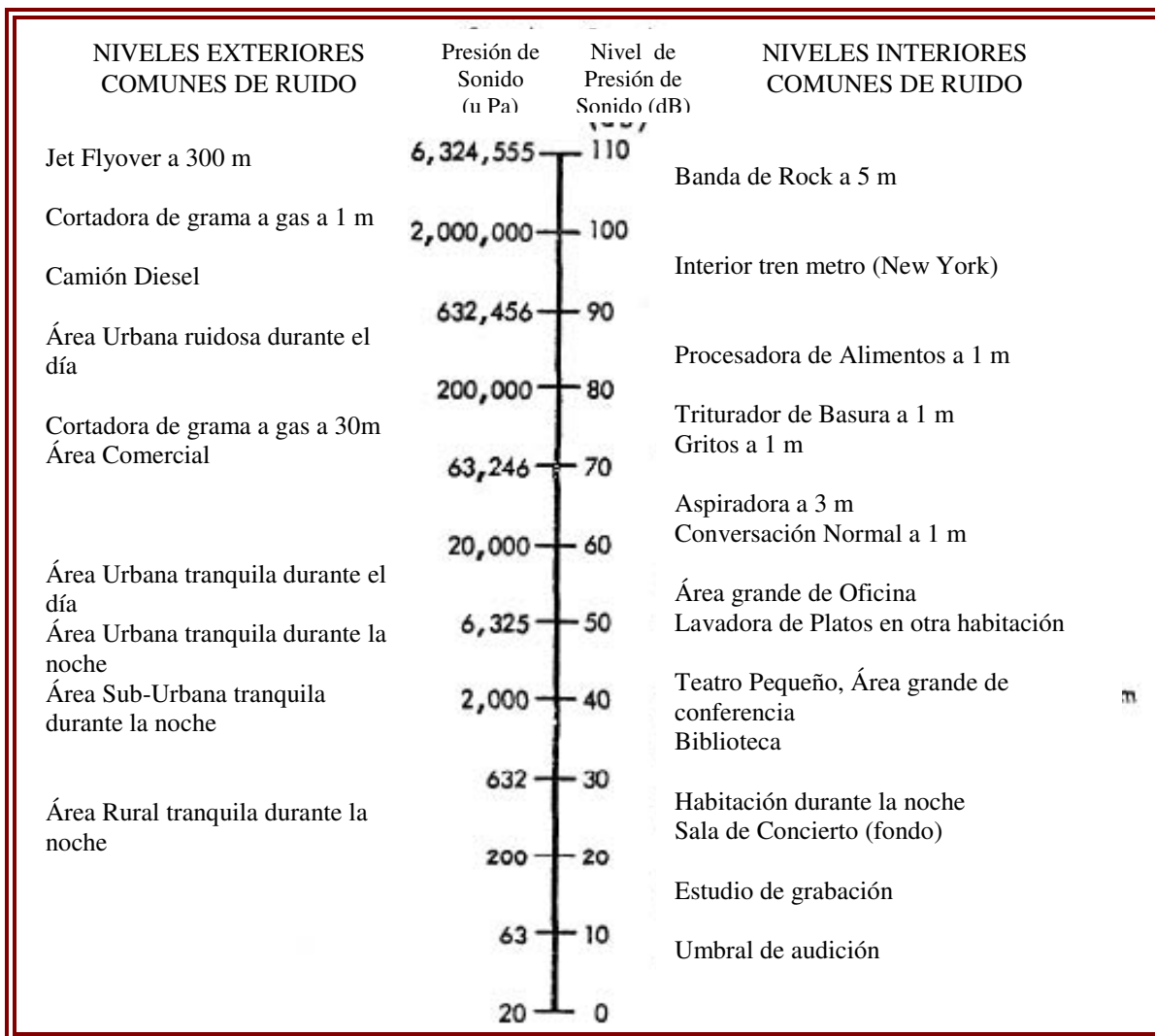
humano. Esto significa que un nivel de sonido de 60 dBA suena el doble de fuerte comparado al de uno de 50 dBA, y que uno de 40 dBA suena la mitad de fuerte que uno de 50 dBA. Esto también significa que un sonido de 70 dBA suena cuatro veces más fuerte que un sonido de 50 dBA.

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.

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

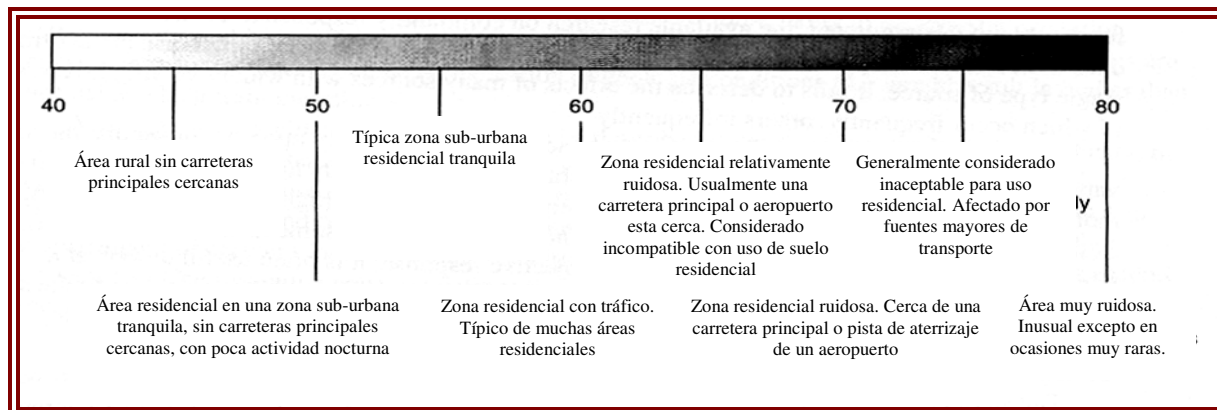
noche en lugares de descanso nocturno. El nivel de ruido Ldn es usado en evaluaciones de ruido si las actividades de construcción se estiman que ocurran durante un período continuo de 24 horas. Los niveles de ruido Ldn se muestran en la Tabla 6-14.



Fuente: "Fundamentos y Mitigación de ruido de Trafico carretero", Federal Highway Administration, 1980.

FIGURA 6-18: NIVELES DE RUIDO COMUNES EN ÁREAS EXTERIORES E INTERIORES

TABLA 6-14: NIVELES DE DÍA/NOCHE EQUIVALENTES (LDN), dBA



Fuente: Ruido de Transito y Vibración Evaluación de Impactos, FTA, (1995).

Normas Para Ruido

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, como muestra la Tabla 6-15.

TABLA 6-15: NIVELES DE RUIDO PARA ÁREAS RESIDENCIALES E INDUSTRIALES

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.

Programa de Monitoreo de Niveles de Ruido

Las características de las condiciones acústicas ambientales existentes en el área próxima al proyecto, fueron basadas en las lecturas de ruido tomadas en sitios potencialmente críticos (sensibles) al ruido en las áreas de La Boca y Diablo⁷⁵, para proporcionar los niveles de ruido

⁷⁵ PB 2006b

existentes en el área 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 las actividades de construcción. Los sitios seleccionados⁷⁶ 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 del canal de navegación 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. La localización de los sitios de monitoreo se muestran en la Figura 6-19.

Las lecturas de ruido fueron tomadas en 2 sitios de monitoreo durante un periodo diurno, mañana y tarde, comprendido entre las 10:00am y las 5:00pm aproximadamente. Además de estos periodos, lecturas de ruido fueron monitoreadas en los sitios M3 y M4 durante un período nocturno entre las 2:00am y 3:00am aproximadamente. La Tabla 6-16 presenta la fecha y hora de las mediciones, uso del suelo (land use), y los niveles medidos de Leq y L10 así como los niveles estimados de Ldn.

Una información más detallada⁷⁷ 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 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 así como ruido vehicular en las calles locales. Otros lugares identificados en esta área incluyen la Iglesia Bautista La Boca y la Florida State University Panama Campus.
- En la comunidad 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.

⁷⁶ PB 2006b

⁷⁷ PB 2006b

TABLA 6-16: NIVELES DE RUIDO DE FONDO O AMBIENTAL EXISTENTES⁷⁸

Sitio de Monitoreo ID	Dirección Sitios de Monitoreo	Uso del Suelo (Land Use)	Fecha	Hora	Leq (1h) (dBA)	L10 (dBA)	Ldn Estimado
M3	La Boca - # 912-A Calle Ernesto J. Castillero 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	

[^] Lectura Nocturna.

Nota 1: Durante las lecturas nocturnas trabajo de construcción no fue observado.

Nota 2: Lecturas de ruido fueron tomadas por 20 minutos de duración por lectura.

Como se observa en la Tabla 6-16, los niveles de ruido de fondo existentes en los sitios de monitoreo varían de un Leq (hourly) de 52 dBA (durante el horario nocturno) en el receptor M3 en el área de La Boca a un Leq (hourly) de 62 dBA (durante el horario diurno) en el receptor M4 en la zona de Diablo. Los valores estimados de Ldn en los receptores (sitios) van desde 59 dBA en el sitio M3 a 62 dBA en el sitio M4.

⁷⁸ PB 2006b



FIGURA 6-19: PROGRAMA DE MONITOREO, FUENTE: PB (2007)

Niveles de ruido durante la fase de construcción

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. El equipo de construcción a ser usado en las actividades de dragado propuestas en el programa de dragado del canal de aproximación del Pacífico se comparó con el equipo de construcción de perforación y voladura subacuáticas, y dragado propuestos en los trabajos de dragado y excavación que serán realizados a lo largo de los cauces existentes del Canal y canales de acceso en el programa de expansión del Canal en su totalidad. 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 2003⁷⁹.

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 (horario) = 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).

Dragado del Cauce de Navegación entrada del Pacífico

Como parte del programa propuesto de dragado y profundización de la entrada del Pacífico, trabajos de perforación, dragado y voladura subacuática serán realizados en el cauce de navegación de la entrada Pacífica del Canal. La Tabla 6-17 presenta la lista de los equipos propuestos agrupados en categorías y respectivos niveles de ruido.

⁷⁹ PB 2006b

TABLA 6-17: EQUIPOS DE CONSTRUCCIÓN PARA DRAGADO DEL CANAL DE APROXIMACIÓN DEL PACIFICO

Clasificación	Número de Equipo	Factor Acústico de uso (%)	Especificación	Medición*
Equipo			Lmax @ 50 pies	Lmax @ 50 pies
Dragas (Rialto M. Christensen - Mindi)	8	20	N/A	95
Barcaza de perforación Thor/Baru	2	20	N/A	92

Fuente: Parsons Brinckerhoff (2006b).

* Medición se refiere a los niveles máximos de ruido (Lmax) medidos a 50' del equipo.

N/A – No Aplica.

6.7.3 Vibraciones

Condiciones Existentes

Las voladuras y el hincado de pilotes son las dos fuentes principales de vibraciones terrestres y ondas de choque (air-borne) de ruido asociadas con actividades de construcción. El proyecto de Dragado y Profundización de la Entrada del Pacífico del Canal usará voladuras con el propósito de romper la roca y profundizar el Canal. La voladura es la manera más efectiva de fracturar la roca de manera que la roca partida pueda ser excavada por el equipo de movimiento de tierra y removida. Para lograr esta actividad el explosivista perfora un patrón de agujeros para la voladura distribuidos uniformemente a través de la roca que se romperá. Estos agujeros entonces se llenan de una cantidad predeterminada de explosivos. Esta energía confinada en la roca fragmenta las rocas de alrededor moviéndolas de su posición original. Un porcentaje pequeño de presión de gas escapa a la atmósfera y produce un ruido y concusión de aire. La onda expansiva y la fuerza ejercida en la roca producen vibraciones en la roca y la tierra que rodea el sitio de la voladura.

Un explosivista capacitado diseñará sus voladuras de tal manera que la máxima cantidad de energía liberada por la voladura sea dirigida a romper y desplazar la roca. La energía que escapa como ruido y vibración es perdida ya que no cumple ningún propósito útil. Dicha energía de pérdida produce costos de producción más altos. No hay forma de diseñar o detonar una voladura que use el 100% de su energía en trabajo útil. Siempre habrá una pequeña cantidad que causará los efectos no deseados de ruido y vibración.

Fundamentos de las Voladuras

Vibración Terrestre: Medición y Control

Los sismógrafos son usados para medir vibraciones terrestres y expresar los niveles de vibración en términos de velocidad de partícula (particle velocity), que es la velocidad a la cual cada partícula en la tierra oscila mientras la energía de la voladura pasa en forma de movimiento de onda. Este movimiento de onda es similar a la ondulación creada en un pozo cuando una piedra golpea el agua. La velocidad de partícula es medida en pulgadas por segundo, pero más allá de varios cientos de pies de una voladura el movimiento real de la tierra, o desplazamientos, es solamente una pequeña fracción de una pulgada, como el espesor de una hoja de papel o menor. Por eso es importante entender que una lectura de velocidad de partícula expresada en pulgadas por segundo se refiere a la velocidad a la cual la tierra se mueve y no a la cantidad de movimiento.

Los explosivistas controlan la vibración de la tierra principalmente limitando el peso de los explosivos detonados durante cualquier periodo de tiempo prescrito, generalmente en el rango de 8 a 25 milisegundos. Ellos hacen esto usando detonadores con milisegundos de retraso (blasting caps) para separar el tiempo de disparo de cada agujero de los agujeros adyacentes. En una voladura típica de 50-agujeros el resultado seria 50 explosiones pequeñas y separadas en vez de una voladura grande. Una falsa creencia común es que el número de agujeros de voladuras determina la intensidad de la vibración. Sin embargo, dado el mismo peso de carga (charge-weight) por retraso (las libras de explosivos detonados dentro de cualquier periodo predeterminado de milisegundo) y la misma distancia, una voladura de 100 agujeros puede ser diseñada para producir una vibración no mayor que una voladura de 10- agujeros.

Onda de Choque: Medición y Control

Cuando una voladura es detonada, parte de la energía se pierde en la atmósfera en forma de ruido y/o concusión. Este fenómeno es causado por disipación (venting) de los gases a través de grietas y fisuras y del movimiento exterior de la roca que está por arriba y delante de los agujeros de la voladura. El incremento resultante en la presión del aire es comúnmente llamado onda de choque (air blast). Como en las vibraciones terrestres, los niveles de la onda de choque decrecen rápidamente con la distancia desde la voladura. Sin embargo, la onda de choque viaja solamente

a la velocidad del sonido cerca de 1100 pies por segundo dependiendo de la temperatura del aire y puede ser altamente influenciada por la dirección y velocidad del viento y por inversiones atmosféricas de la temperatura la cuales pueden reflejarla hacia la tierra y enfocar su energía a lo largo de varias millas.

La onda de choque es medida generalmente con un micrófono conectado al mismo tipo de sismógrafo que mide la vibración terrestre. Las unidades más comunes de la medida de onda de choque son libras por pulgadas cuadradas (psi) y decibeles (dB) que están basados en una escala logarítmica de presión de sonido relacionada con la percepción humana. El umbral auditivo en la escala de decibeles es cero. Un incremento de seis decibeles representa una duplicación en la presión de aire. Como ejemplo, una onda de choque medida a 126 dB tendrá el doble de presión de aire que una onda de choque de 120 dB.

La onda de choque es controlada principalmente por el uso apropiado de material de taqueado (stemming material) (el material de desecho resultante de la perforación o las piedras trituradas que son paleadas nuevamente dentro de los agujeros de la voladura después que el material explosivo ha sido colocado a una profundidad determinada de la superficie) y no llenando de explosivos las porciones de agujeros que tengan grietas, vacíos o juntas de lodo. Estas técnicas minimizan el escape de gases y confinan la energía del explosivo donde es necesitada para romper eficientemente la roca.

Estándares de Onda de Choque

Los límites de concusión de aire por voladuras bajo los estándares del Departamento de Minas de los Estados Unidos, States Bureau of Mines (USBM), fueron diseñados para proveer el 90 a 99% probabilidades de no daño y 90 a 95% de aceptabilidad de molestias. Los límites siguientes fueron establecidos para tipos específicos de sismógrafos; en este caso los instrumentos de rango mas ancho y respuesta plana se muestran en la primera fila de la Tabla 6-18.

TABLA 6-18: LÍMITES DE CONCUSIÓN DE AIRE POR VOLADURAS

Rango de Frecuencia del Instrumento	Máximo nivel dB en la Estructura más Cercana
0.1 to 200 Hz respuesta plana	134 dBL
2.0 to 200 Hz respuesta plana	133 dBL
6.0 to 200 Hz respuesta plana	129 dBL
C- Respuesta lenta ponderada	105 dBC

Fuente: USBM

Estos altos porcentajes de probabilidades de no-daños y aceptabilidad de molestias fueron establecidos por el USBM después de extensivos “estudios de molestias” de las reacciones de personas a un impulso pero inaudibles fuentes de ondas de presión. Basado en estas reacciones, voladuras diseñadas a este estándar pueden potencialmente producir concusiones de aire que no tienen prácticamente probabilidades de causar daños y solamente un 5 a 10% de probabilidades de causar molestias si la voladura está en la línea de visual de una población. Sin embargo ondas de choque no son una preocupación real para voladuras sub-acuáticas. Y por consiguiente no son relevantes para el programa de dragado y profundización de la entrada del Pacífico del Canal, en el área de La Boca.

Limites de Vibración Terrestre y Onda de Choque

Muchos investigadores han relacionado la velocidad pico de partícula (*peak particle velocity*) y frecuencias a daños estructurales y respuestas humanas. La mayor parte de estos datos fueron desarrollados durante un periodo de 35 años por el Departamento de Minas de los Estados Unidos (USBM) para estudiar los daños asociados con vibraciones. El USBM condujo estudios extensivos en los efectos inducidos por voladuras terrestres y ondas de choque a estructuras residenciales. Sin importar el origen del estudio, hay un acuerdo general en los resultados de los efectos de vibración en estructuras y la percepción humana.

Los resultados de los estudios de investigación han producido límites recomendados que cuando son adoptados pueden proteger de manera efectiva residencias y otras estructuras vulnerables de daños, aunque las voladuras sean realizadas diariamente por un periodo de tiempo de varios años. Estos estándares están hechos para prevenir daños a las estructuras más frágiles en el área sin importar cualquier otra variable en las cercanías.

Las especificaciones del USBM para voladuras terrestres y ondas de choque son “regla de oro” para prevenir daños a propiedades y revertir cualquier molestia ocasionada por la voladura, y han sido aceptadas como tales por el Proyecto de Expansión del Canal de Panamá. Usando estas especificaciones y un análisis de los resultados de los datos existentes de voladuras previas es posible estimar los niveles de vibración que podrían ser detectados por los instrumentos, sismógrafos, a diferentes distancias desde una voladura y con diferentes tipos de diseños de voladuras.

Ha sido claramente establecido que la respuesta de una estructura a vibraciones tiene una relación directa a la frecuencia de la onda. El potencial de daño es incrementando si la velocidad pico de partícula (PPV) ocurre a una frecuencia que coincide con la frecuencia natural o dominante de las estructuras. Estudios indican que la frecuencia natural en construcciones residenciales o comerciales esta en el rango de 5 a 30 Hz.

La intensidad de las vibraciones por voladuras percibidas a una distancia determinada de la voladura es una función de los factores siguientes:

- La carga total liberada por cada retraso individual (tan solo como 8 milisegundos son suficientes para separar dos detonaciones de tal manera que los efectos de las ondas de la voladura no se sobrepongan).
- La distancia del detonador al punto de interés.
- Las características del suelo (rocas de elevado modulo de elasticidad permiten el paso de ondas de alta frecuencia que se amortiguan rápidamente en materiales tipo suelo).
- El grado de confinamiento de la voladura (a mayor confinamiento mayor será el porcentaje de la energía total que entrará en la tierra como energía de vibración).
- Características geométricas del suelo podrían algunas veces concentrar la energía de vibración, como también características geológicas tal como plegamientos con capas duras y suaves de suelo.
- Con una carga de explosivo determinada a una distancia determinada, la intensidad de la vibración puede ser estimada usando las leyes de “escala”. Mas comúnmente la raíz cuadrada de la ley de “scaling” es usada, la cual dice que la intensidad de la vibración es una función de la raíz cuadrada de la carga “W”. El parámetro de vibración mas importante es la velocidad pico de partícula (*peak particle velocity*) “V”.

La formula siguiente es usada para determinar la velocidad pico de partícula: $V = H (D / \text{raíz cuadrada de } W)^B$. Donde “V” es la vibración en pulgadas/segundos, “H” es la velocidad pico a la distancia ajustada (distance scaled) de uno, “D” es igual a la distancia a la estructura, “W” es la raíz cuadrada de la carga de peso en libras/ retraso y “B” es un valor empírico determinado de una potencia (B es tomado generalmente igual a 1.6).

Esta relación se grafica como una línea recta en un gráfico doble logarítmico de la velocidad contra la distancia ajustada con “D” en pies, “W” en libras de explosivos y “V” en pulgadas/segundos. La cantidad “H” varía con las características de la voladura, confinamiento, y el medio geológico. Un rango típico para “H” es 100 a 800 (métrico); para un determinado medio geológico “H” puede variar dentro de una voladura: 250 para un corte en V, 200 para un agujero de producción.

Como un ejemplo considérese una distancia de 1.400 pies a una estructura y 120 libras/ retraso donde:

$$V = 160(1400/\text{raíz cuadrada de } 120)^{-1.6}$$

$$V = 160(0.00042)$$

$$V (\text{velocidad pico partícula}) = 0.068 \text{ pulgadas/segundos en la estructura determinada}$$

Las Tablas 6-19 y 6-20 proveen valores de velocidad pico de partículas (*peak particle velocities*) para diferentes valores de distancias y pesos de carga. Los cálculos están basados en la formula descrita anteriormente.

TABLA 6-19: PESOS DE CARGA VS. VELOCIDAD PICO COMO FUNCIÓN DE LA DISTANCIA (A)

DISTANCIA (ft)	PESOS DE CARGA (lb)				VELOCIDAD PICO (pulgadas/segundo)			
D	W1	W2	W3	W4	V1	V2	V3	V4
25	100	200	300	400	23.083	40.190	55.590	69.975
50	100	200	300	400	7.615	13.258	18.338	23.083
75	100	200	300	400	3.980	6.930	9.585	12.066
100	100	200	300	400	2.512	4.373	6.049	7.615
200	100	200	300	400	0.829	1.443	1.995	2.512
300	100	200	300	400	0.433	0.754	1.043	1.313
400	100	200	300	400	0.273	0.476	0.658	0.829
500	100	200	300	400	0.191	0.333	0.461	0.580
600	100	200	300	400	0.143	0.249	0.344	0.433
700	100	200	300	400	0.112	0.194	0.269	0.338
800	100	200	300	400	0.090	0.157	0.217	0.273
900	100	200	300	400	0.075	0.130	0.180	0.226
1000	100	200	300	400	0.063	0.110	0.152	0.191
1100	100	200	300	400	0.054	0.094	0.130	0.164
1200	100	200	300	400	0.047	0.082	0.114	0.143
1300	100	200	300	400	0.041	0.072	0.100	0.126
1400	100	200	300	400	0.037	0.064	0.089	0.112
1500	100	200	300	400	0.033	0.057	0.079	0.100
1600	100	200	300	400	0.030	0.052	0.072	0.090
1700	100	200	300	400	0.027	0.047	0.065	0.082
1800	100	200	300	400	0.025	0.043	0.059	0.075
1900	100	200	300	400	0.023	0.039	0.054	0.068
2000	100	200	300	400	0.021	0.036	0.050	0.063
2200	100	200	300	400	0.018	0.031	0.043	0.054
2300	100	200	300	400	0.017	0.029	0.040	0.050
2400	100	200	300	400	0.016	0.027	0.037	0.047
2500	100	200	300	400	0.015	0.025	0.035	0.044
2600	100	200	300	400	0.014	0.024	0.033	0.041
2640	100	200	300	400	0.013	0.023	0.032	0.040

Formula: V (velocidad pico de partícula en pulgadas/segundo) = $100(D/W^{0.5})^{-1.6}$

D - Distancia desde el lugar de voladura hasta el receptor en pies.

W – Peso de Carga en libras.

TABLA 6-20: PESOS DE CARGA VS. VELOCIDAD PICO COMO FUNCIÓN DE LA DISTANCIA (B)

DISTANCIA (ft)	PESOS DE CARGA (lb)				VELOCIDAD PICO (pulgadas/segundo)			
D	W1	W2	W3	W4	V1	V2	V3	V4
2500	100	200	300	400	0.015	0.025	0.035	0.044
2600	100	200	300	400	0.014	0.024	0.033	0.041
2700	100	200	300	400	0.013	0.022	0.031	0.039
2800	100	200	300	400	0.012	0.021	0.029	0.037
2900	100	200	300	400	0.011	0.020	0.028	0.035
3000	100	200	300	400	0.011	0.019	0.026	0.033
3100	100	200	300	400	0.010	0.018	0.025	0.031
3200	100	200	300	400	0.010	0.017	0.024	0.030
3300	100	200	300	400	0.009	0.016	0.022	0.028
3400	100	200	300	400	0.009	0.016	0.021	0.027
3500	100	200	300	400	0.009	0.015	0.020	0.026
3600	100	200	300	400	0.008	0.014	0.020	0.025
3700	100	200	300	400	0.008	0.014	0.019	0.024
3800	100	200	300	400	0.007	0.013	0.018	0.023
3900	100	200	300	400	0.007	0.012	0.017	0.022
4000	100	200	300	400	0.007	0.012	0.017	0.021
4100	100	200	300	400	0.007	0.011	0.016	0.020
4200	100	200	300	400	0.006	0.011	0.015	0.019
4300	100	200	300	400	0.006	0.011	0.015	0.019
4400	100	200	300	400	0.006	0.010	0.014	0.018
4500	100	200	300	400	0.006	0.010	0.014	0.017
4600	100	200	300	400	0.005	0.010	0.013	0.017
4700	100	200	300	400	0.005	0.009	0.013	0.016
4800	100	200	300	400	0.005	0.009	0.012	0.016
4900	100	200	300	400	0.005	0.009	0.012	0.015
5000	100	200	300	400	0.005	0.008	0.012	0.015
5100	100	200	300	400	0.005	0.008	0.011	0.014
5200	100	200	300	400	0.005	0.008	0.011	0.014
5300	100	200	300	400	0.004	0.008	0.011	0.013

Formula: V (velocidad pico de partícula en pulgadas/segundo) = $100(D/W^{0.5})^{-1.6}$

D - Distancia desde el lugar de voladura hasta el receptor en pies.

W – Peso de Carga en libras.

Criterio de Vibración de Voladura

El criterio de vibraciones por voladura debe incluir ambos:

- El potencial por perturbación y molestia a los ocupantes de una edificación.
- El potencial por daño a estructuras cercanas.

Efectos temporales por vibraciones pueden ocurrir en el área durante el periodo de construcción como consecuencia de las voladuras. Como se mencionó anteriormente las operaciones de voladuras causan vibraciones terrestres, que viajan a través de la tierra y decrecen en fuerza con el aumento de la distancia desde el sitio de la voladura. Edificaciones en las cercanías de los sitios de voladura responden a estas vibraciones, con resultados variados que van desde efectos perceptibles a los niveles más bajos, sonidos bajos de retumbados y vibraciones apreciables a niveles moderados hasta daños pequeños a los niveles más altos. Vibraciones terrestres provenientes de actividades de voladuras más allá de distancias cercanas raramente alcanzan niveles que puedan dañar estructuras, pero pueden alcanzar un rango apreciable en las edificaciones muy próximas al sitio. Deben aplicarse medidas para minimizar el daño potencial a las estructuras cercanas. Niveles existentes de vibración en sitios sensibles también requerirán determinar la sensibilidad potencial de las personas que vivan en las cercanías del sitio de la construcción.

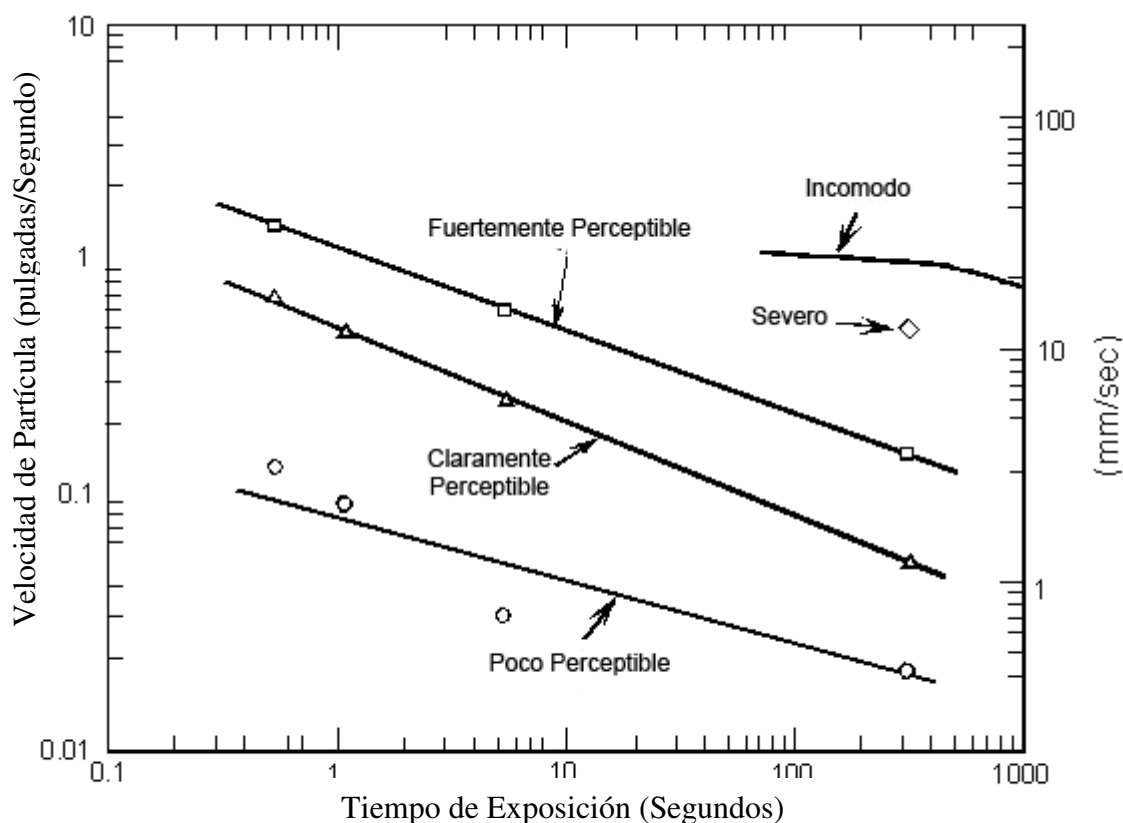
Criterio de Molestias

Las molestias debido a vibraciones por construcción dependerán de la magnitud de la vibración y la actividad humana involucrada. Las vibraciones producidas durante las voladuras pueden volverse una preocupación cuando estas se pueden sentir. La determinación de niveles “aceptables” de vibración es comúnmente problemática debido a su naturaleza subjetiva en relación a ser una molestia. Es la impredecibilidad y la naturaleza inusual de la fuente de vibración, más que el nivel mismo de la vibración, el cual es probable de resultar en quejas. El efecto de intrusión tiende a hacer psicológico en lugar de fisiológico, y es un problema mayor durante la noche, cuando los ocupantes de las edificaciones no esperan molestias inusuales de fuentes externas. Cuando los niveles de vibración de una “fuente inusual” exceden el umbral humano de percepción (generalmente en el rango de PPV 0.008 a 0.012 pulgadas/segundos) quejas pueden ocurrir, aunque estos niveles son mucho menores de lo que resultaría el tirar una puerta en un edificio moderno de ladrillos o bloques. La tolerancia de las personas se

incrementara en la medida en que el origen de las vibraciones sea conocido con anticipación y no haya daños resultantes.

Respuesta Humana a la Vibraciones Transitorias provenientes de Voladuras (horas diurnas y nocturnas)

La respuesta humana a las vibraciones y a las ondas de choque es muy subjetiva y las personas frecuentemente sienten niveles muy bajos de vibraciones y de sobre presión de aire. Cuando las voladuras ocurren cerca de áreas pobladas, personas y animales sentirán frecuentemente las vibraciones causadas por las mismas. Si los niveles de movimiento inducidos por las voladuras son muy altos o si las vibraciones alertan a ocupantes no notificados, dichos ocupantes son frecuentemente molestados.



Respuesta Humana a vibraciones transitorias de diversa duración (Wiss y Parmalee, 1974)

FIGURA 6-20: RESPUESTA HUMANA A LAS VIBRACIONES TRANSITORIAS

La respuesta humana debida a actividades de voladuras es determinada sobre la base del criterio de impacto desarrollado por la Sociedad Acústica Americana (“ Norma Nacional Americana: Guía de Evaluación de Exposición Humana a las Vibraciones en Edificaciones,” ANSI S3.29-1983), los Estándares Internacionales de Organización (“Evaluación de Exposición Humana a la Vibración Integral en edificaciones (1-80 Hz)”, ISO-2361-2, 1989), y la Administración Federal de Transito (“Evaluación del Impacto de Ruido de Tránsito y Vibración”, Mayo 2006.

Un estudio (Wiss y Parmalee, 1974) de respuesta humana a vibraciones transitorias – como aquellas ocasionadas por voladuras – revela que la respuesta humana depende del tiempo de exposición y de la intensidad del movimiento. Curvas de respuesta definen como los humanos responden a vibraciones transitorias basadas en estas variables se muestran en la Figura 6-20. Basado en estos datos, personas viviendo y trabajando cerca de áreas de voladuras sentirán las vibraciones producidas por las voladuras.

Voladuras en túneles, utilizando detonadores con retraso de Largo Periodo (LP), típicamente tienen una duración de entre 2 y 8 segundos. Durante periodos tranquilos en la noche y durante horas tempranas en la mañana, las personas responderán más negativamente a las vibraciones por voladuras. Por tanto, si las voladuras son permitidas durante horas de descanso, típicamente de 10:00 PM a 7:00 AM – límites menores de PPV se necesitarán aplicar durante este periodo de tiempo.

El criterio utilizado para determinar el nivel de molestia depende del tipo de actividades que ocurren dentro de la edificación, así como de la hora del día. Criterios conservadores de diseño que pueden ser usados para establecer la sensibilidad humana durante la construcción son aquellos que han sido desarrollados por la Organización Internacional para la Normalización (ISO) y el Instituto Nacional Americano de Normas (ANSI). Estos niveles de criterios se resumen en la Tabla 6-21.

TABLA 6-21: CRITERIOS DE MOLESTIAS DEBIDO A VIBRACIONES GENERADAS DENTRO DE EDIFICIOS

Categoría del uso de Edificaciones	Velocidad Máxima de Vibración (pulgadas/segundo)	Notas
Hospitales y áreas críticas	0.005	
Residencial (nocturno)	0.007	
Residencial (diurno)	0.01	El criterio es aplicable a iglesias, escuelas, hoteles y teatros.
Oficinas	0.02	El criterio es aplicable a establecimientos comerciales
Fábricas	0.03	El criterio es aplicable a establecimientos industriales

Fuente: Norma ISO 263i (1974) y Norma ANSI 53.29 (1981)

Otros criterios para la determinación de vibraciones por construcción, en términos de efectos de las vibraciones en equipos sensitivos se discuten abajo.

Criterio de Daños Potenciales a Edificaciones

La principal preocupación en relación a vibraciones por voladuras es la del daño a las edificaciones. Tal como se estableció anteriormente, las vibraciones por voladuras se estiman generalmente en términos de velocidad pico de partícula (PPV).

La Tabla 6-22 presenta una revisión de criterios de riesgo de daños estructurales por vibración para diferentes tipos de construcción y variedad de condiciones del suelo. Estos criterios fueron compilados por Wilson Ihrig & Associates para el proyecto de construcción de un viaducto.

TABLA 6-22: ESTÁNDARES Y CRITERIOS DE DAÑOS POR VIBRACIÓN EXPRESADOS EN TÉRMINOS DE VELOCIDAD PICO DE PARTÍCULA (PPV) PARA DIFERENTES EDIFICIOS Y TIPOS DE TERRENO.

Estándar o Criterio	Tipo de terreno	Tipo de Construcción	PPV (in/sec)
Langefors and Kihlstrom	Granito, diabase	-	2.8
Esteves	Rocas y suelos duros	Construcción Armada	2.4
Bureau of Mines B656	-	Residencial	2.0
BS 7385	-	Industrial a comercial pesado	1.98 (>4Hz)
Langefors and Kihlstrom	Moraine, slate, lime	-	1.4
Esteves	Suelos de dureza media a dura	Construcción Armada	1.2
BS 5228	-	Industrial a comercial pesado	1.18
AASHTO: R 8-81 (1990)	-	Estructuras de ingeniería	1.0 – 1.5
Ashley	-	Residencial buena, comercial, industrial	1.0
CHABA	-	-	1.0
Esteves	Rocas y suelos duros	Construcciones modernas	0.8
BS 7385	-	Residencial o comercial ligera	0.79 in/sec @ 15 Hz to 1.98 in/s @ 40 Hz
BS 5228	-	Industrial ligera, commercial	0.79
RI 8507 (Bureau of Mines)	-	Casas modernas	0.75 (<40 Hz)
CA 23 1967 (Australian)	-	-	0.75 (<15 Hz)
Langefors and Kihlstrom	Arena, grava y arcilla	-	0.71
Esteves	Suelos blandos y sueltos	Construcción Armada	0.60
RI 8507 (Bureau of Mines)	-	Casas más viejas	0.50 (<40 Hz)
Ashley	-	Casas con pobres reparaciones	0.47
AASHTO: R 8-81 (1990)	-	Residencial con paredes de yeso	0.40 – 0.50
Esteves	Suelos de dureza media a dura	Construcciones modernas	0.40
DIN 4150 (German)	-	Industrial/concreto	0.39 – 1.56
BS 5228	-	Residenciales buenos	0.39
DIN 4150 (German)	-	Condiciones buenas	0.32
Ashley	-	Antiguos, e históricos	0.30
ISO Draft Standard	-	-	0.24
AASHTO R 8-81 (1990)	-	Residencial con paredes enlucidas	0.20 – 0.30
Whiffin and Leonard	-	Residencial	0.20

Estándar o Criterio	Tipo de terreno	Tipo de Construcción	PPV (in/sec)
NYCTA	-	-	0.20
Esteves	Suelos blandos y sueltos	Construcciones modernas	0.20
Gutowski and Wittig	-	Antiguo, histórico	0.20
FTA Transit Noise and Vibration assessment	-	Edificios frágiles	0.20
Esteves	Suelos de dureza media a dura	Históricos, cuidados especiales	0.20
BS 5228	-	Residencial con defectos existentes	0.17 – 0.39
DIN 4150 (German)	-	Daños visibles, grietas en la mampostería	0.16
FTA Transit Noise and Vibration Assessment	-	Edificios históricos, extremadamente frágiles	0.12
FHWA 9Engg. Guidelines for traffic induced vibration	-	-	0.10
AASHTO R 8-81 (1990)	-	Históricos o críticos	0.10
Esteves	Suelos blandos y sueltos	Históricos, Cuidados Especiales	0.10
Whiffin and Leonard	-	Ruinas y monumentos históricos	0.08
DIN 4150 (German)	-	Ruinas y monumentos históricos	0.08

Fuente: Wilson Ihrig & Associates para el proyecto de construcción de un viaducto.

La Tabla 6-22 muestra la importancia de dos parámetros: a) las condiciones del suelo que intervienen entre el sitio de voladura y los receptores potencialmente afectados y b) el tipo de construcción de la estructura del receptor. Estos dos parámetros gobiernan la propagación de la vibración en el suelo desde el sitio de voladura y establecen el umbral de impacto por vibración de daño de estructuras. La velocidad pico de partícula en la tabla de arriba cubre una amplia gama desde un valor bajo de 0.08 pulgadas/segundos en estructuras de “ruinas antiguas, históricas” a valores altos de 2.8 pulgadas/segundos en estructuras construidas en granito.

Estudios extensos realizados por el Departamento de Minas de los Estado Unidos sugieren que una velocidad pico de vibración de 2 pulgadas por segundo no debería ser excedida si se desea prevenir daños estructurales mayores a la edificación. Criterios para vibraciones sostenidas por construcción, que normalmente se esperan durante la construcción, generalmente limitan las velocidades de vibración a 0.5 – 1.0 pulgadas por segundo.

Diversas agencias gubernamentales e investigadores independientes han determinado que la Velocidad Pico de Partícula (PPV) y la frecuencia del movimiento del suelo son los mejores criterios para predecir daños estructurales. Por esta razón, las especificaciones de los proyectos limitan la velocidad pico de partícula con respecto a la frecuencia. La frecuencia del movimiento de la tierra inducida por la voladura es mayor en las áreas más cercanas y se atenúa a frecuencias mas bajas con el incremento de la distancia desde el sitio de la voladura. Como es mostrado en los límites de vibraciones recomendados por la Oficina de Minería Superficial (Office of Surface Mining, OSM), es generalmente aceptado que movimientos de vibración que ocurren a frecuencias más altas tienen menos impactos en las estructuras.

Limitaciones reguladas en la intensidad de la vibración terrestre inducida por la voladura son usualmente determinadas dentro de niveles que puedan resultar en daños a estructuras típicas. Históricamente los límites de la velocidad pico de partícula (PPV) generalmente tienen un rango entre 0.5 y 2.0 pulgadas/segundo. El código de edificios de Nueva York (New York City Building Code) especifica en sus reglas que los valores de PPV no deben exceder 1.92 pulgadas/segundo. Límites menores son mandatorios para estructuras históricas o de otra manera frágiles. Límites específicos de velocidad pico partícula por vibraciones de voladuras para estructuras históricas/frágiles deben ser definidos en el contrato de especificaciones de construcción del proyecto.

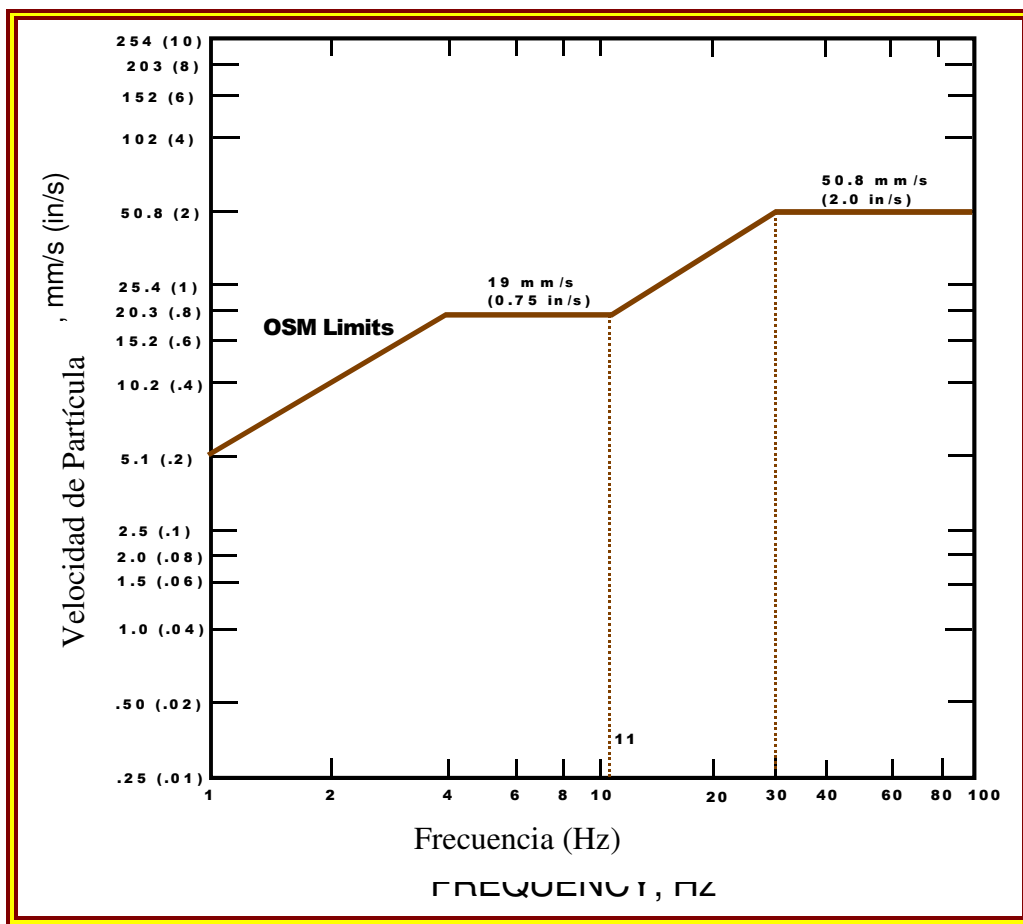
Basado en muchos años de investigación el Departamento de Minas de los Estados Unidos (USBM) ha establecido niveles cautelosos de vibración por voladuras para estructuras residenciales. Un sumario de los límites recomendados por el USBM, tomado del boletín 656 (1971) y RI 8507 (1980) se presentan a continuación:

Velocidades de partícula (particle velocity) menores de 51 mm/seg (2.0 pulgadas/seg) muestran poca probabilidad de causar daños estructurales.

Los efectos de vibración de explosiones individuales no son cumulativos cuando se separan por lo menos 8 milisegundos.

Otros estudios, que fueron desarrollados desde las recomendaciones del boletín 656 del USBM han concluido que las estructuras típicamente responden mas a frecuencias bajas de movimiento,

aunque, en algunas regulaciones, recomiendan los límites de PPV sean disminuidos para vibraciones que ocurran a frecuencias por debajo de 30 Hz. Los límites recomendados por la Oficina de Minería Superficial (OSM) se muestran en la Figura 6-21.



Fuente: U.S. Oficina de Minería Superficial.

FIGURA 6-21: LÍMITES OSM PPV BASADOS EN LA FRECUENCIA

Los niveles de vibración resultantes de las voladuras dependen primordialmente de la cantidad de carga disparada en un instante dado. Estos pueden ser reducidos mediante el uso de detonadores de retraso múltiple, que resultan en grupos de voladuras con retrasos de típicamente de 1 a 25 milisegundos, en lugar de una sola voladura.

Lineamientos más completos son provistos en la Norma Suiza SN 640312 y han sido chequeados por concordancia con criterios similares de vibración establecidos por AASHTO, el Departamento de Minas de los Estado Unidos y otras normas relevantes. La construcción de la Arteria Central de Boston ha adaptado estos lineamientos. Tablas 6-23 y 6-24 presentan categorías estructurales y criterios de vibración a ser usados en la selección de límites apropiados de vibración en construcción.

TABLA 6-23: CATEGORÍAS ESTRUCTURALES SEGÚN LA NORMA SN 640312

Categoría Estructural	Definición
I	Concreto armado y estructuras de acero (sin yeso) como edificios industriales, puentes, mástiles, paredes estabilizantes, tuberías no enterradas; estructuras subterráneas como cavernas, túneles, galerías, entubada o desentubada
II	Edificios con suelos de concreto y sótanos, paredes de concreto por encima de la anterior categoría, mampostería de ladrillo o sillar; paredes estabilizantes de sillar, tuberías enterradas; estructuras subterráneas como cavernas, túneles, galerías, con mampostería entubada.
III	Edificios con paredes y suelos de concreto en los sótanos, muros de mampostería de la categoría anterior, suelos con vigas de madera.
IV	Edificios que son particularmente vulnerables o con interés de conservación

Fuente: Norma Suiza SN 640312 “Efectos de Vibración en Estructuras”

TABLA 6-24: CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DE LA NORMA SN 640312 PARA CADA CATEGORÍA ESTRUCTURAL

Categoría Estructural	Fuente M		Fuente S	
	Frecuencia (Hz)	Velocidad Max (In/s)	Frecuencia (Hz)	Velocidad Max (In/s)
I	10 –30	0.5	10-60	1.2
	30-60	0.5-0.7	60-90	1.2-1.6
II	10 –30	0.3	10-60	0.7
	30-60	0.3-0.5	60-90	0.7-1.0
III	10 –30	0.2	10-60	0.5
	30-60	0.2-0.3	60-90	0.5-0.7

Categoría Estructural	Fuente M		Fuente S	
	Frecuencia (Hz)	Velocidad Max (In/s)	Frecuencia (Hz)	Velocidad Max (In/s)
IV	10 –30	0.12	10-60	0.3
	30-60	0.12-0.2	60-90	0.3-0.5

Fuente: Norma Suiza SN 640312 “Efectos de Vibración en Estructuras”

Notas:

Fuente M: Estado de vibración continua o establece tal como hincadores de pilotes vibratorios, hidrosierras, bombas grandes y compresores, tractores, camiones, grúas, escarificadores y otras maquinarias grandes, martillos de percusión y rompe-pavimentos reciprocantes y compactadoras.

Fuente S: Vibraciones transitorias o de impacto tales como voladuras con explosivos, cinces de caída para rotura de rocas, cestos, hincadores de pilotes de impacto, bolas de demolición y demolición de edificios, compactadores de suelo de caída libre y rompe-pavimentos.

Los criterios de límite de daño por vibración de la FTA cubren “edificaciones frágiles” y “edificaciones históricas extremadamente frágiles”, que se relacionan con edificaciones de categoría 4 de la Norma Suiza para “edificaciones particularmente sensitivas”. La mayoría de las edificaciones a lo largo del Canal de Panamá, que son no frágiles, están cubiertas por las categorías de edificaciones 2 o 3, por sensibilidad baja o promedio. Basado en la Norma Suiza y en los criterios del USBM, los criterios de riesgo de daño estructural para el Proyecto del Canal de Panamá pueden ser fijados para una velocidad pico de partícula de 0.5 pulg/seg. Esta Norma está en uso por la ACP.

Metodología para Predecir los Niveles de Vibración por Voladuras en Receptores Sensitivos

La siguiente metodología fue usada en el presente estudio para predecir niveles de vibración por voladuras en los receptores sensibles:

Se analizaron datos existentes de vibración de voladuras ocurridas entre Octubre del 2005 y Junio del 2006 en La Boca, y la velocidad pico de partícula registrada para cada voladura por los sismógrafos localizados en la imprenta, Muelle 6, Muelle No. 3 Rodman, base Este Puente de Las Américas y base Oeste Puente de Las Américas. Este análisis incluye los parámetros de 223 voladuras.

La Tabla 1 del Anexo 6-1 muestra los resultados de los valores calculados de la carga peso/voladura, distancia verdadera (slant distance), distancia ajustada (scale distance). También muestra los valores medidos de PPV (datos existentes de voladuras) en base a la localización del sismógrafo. Este análisis se basó en los datos de vibración de los años 2005-2006. Estos resultados fueron representados por medio de un gráfico log-log a fin de establecer una curva de ajuste.

Figuras 6-22 y 6-23 muestran la localización de los sitios de voladuras y sismógrafos como también la localización de los receptores (sitios) analizados en el área de La Boca.

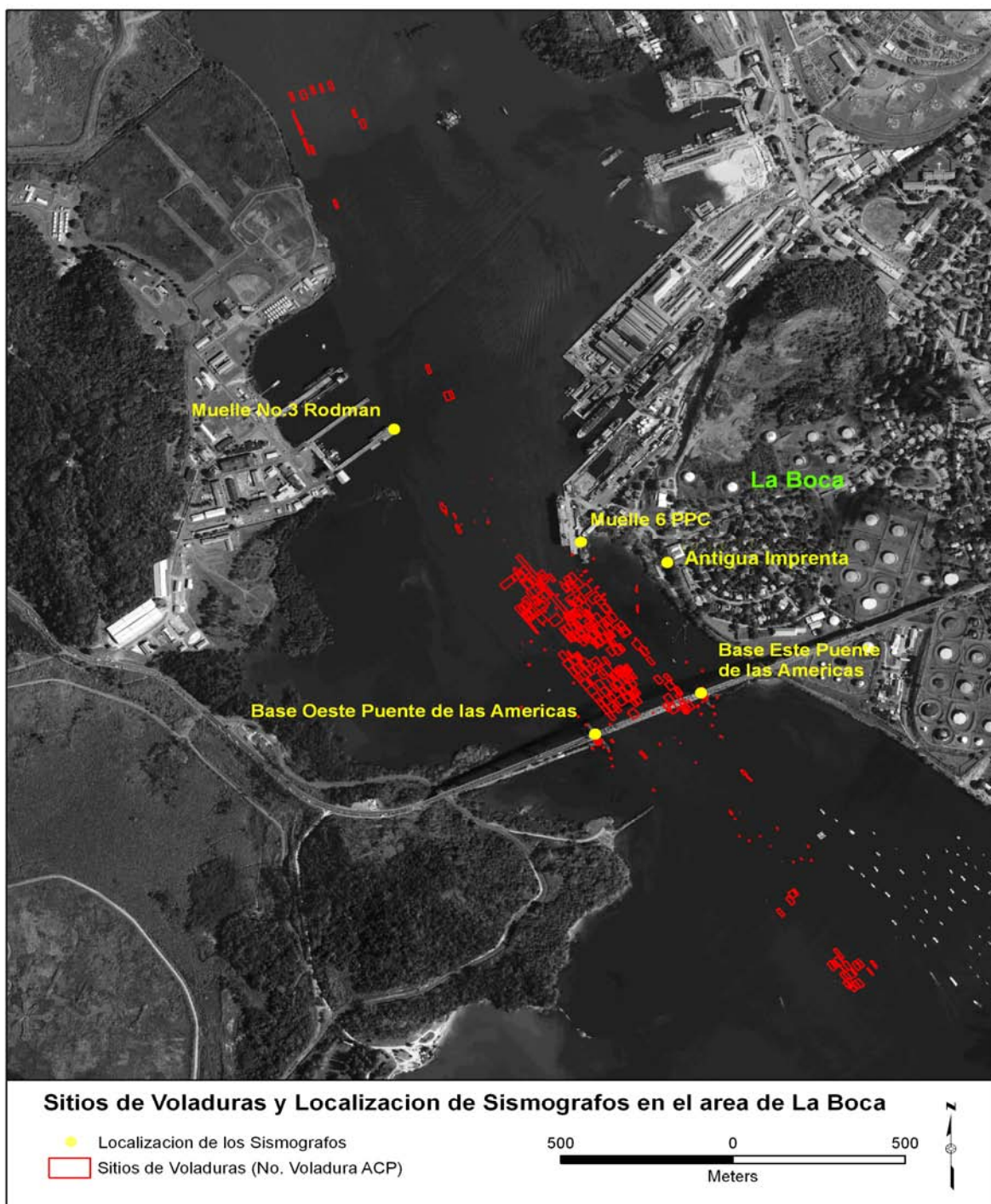


FIGURA 6-22: SITIOS DE VOLADURAS Y LOCALIZACIÓN DE SISMÓGRAFOS EN EL ÁREA DE LA BOCA. FUENTE: PB (2007)

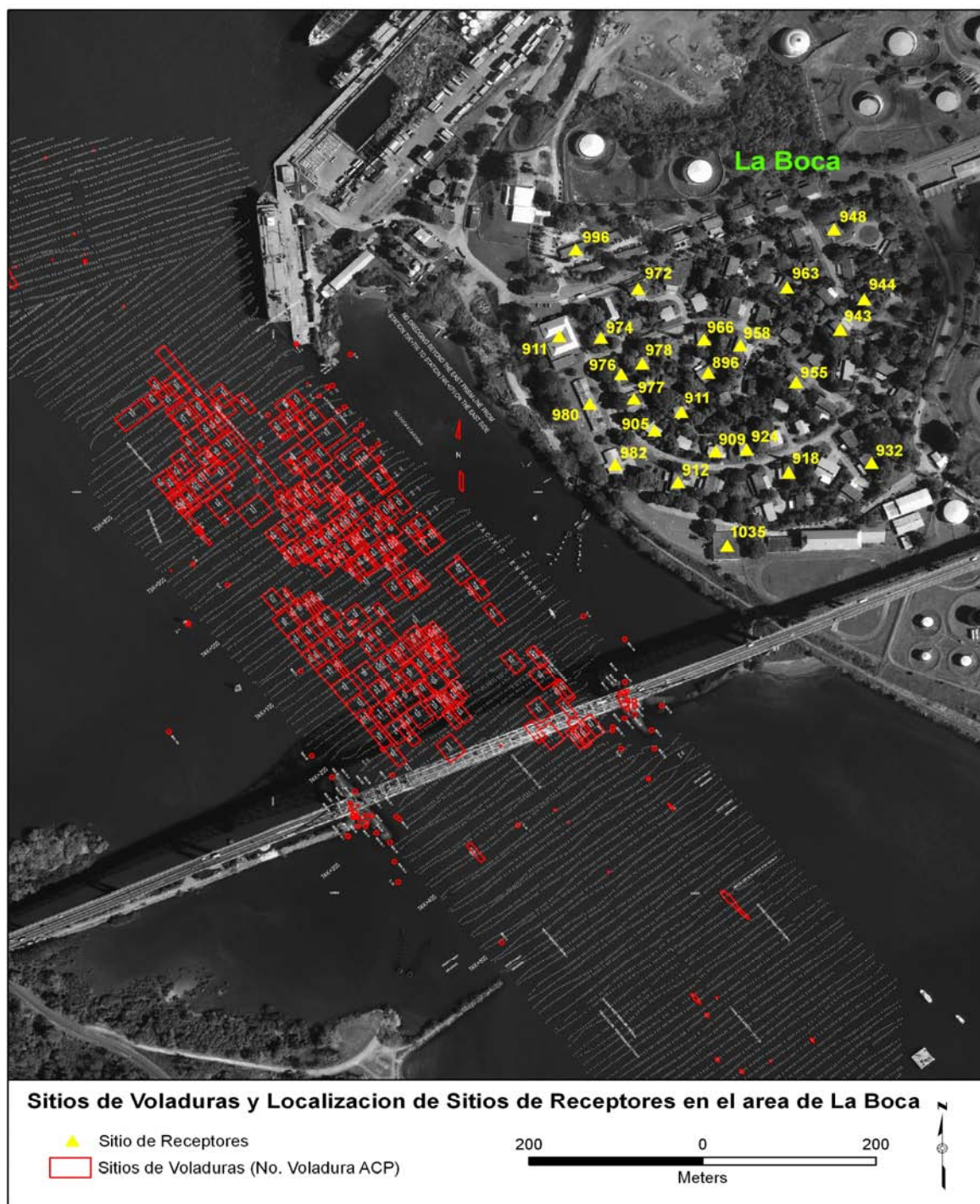
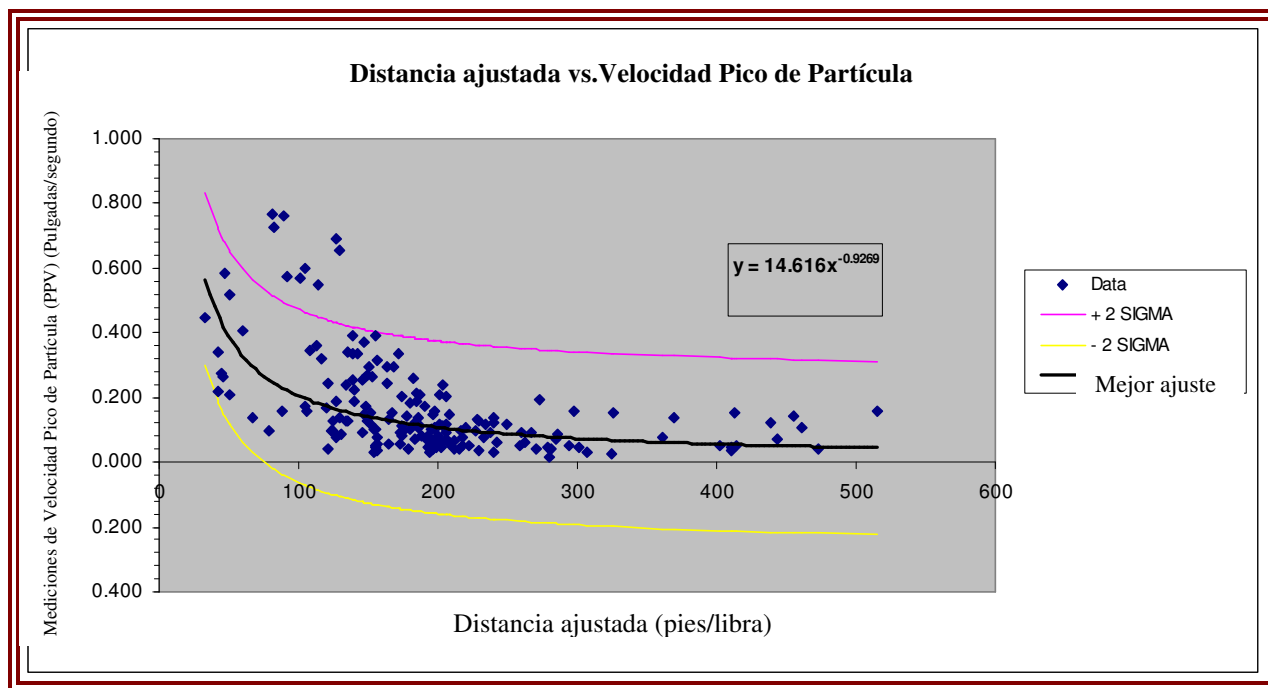


FIGURA 6-23: SITIOS DE VOLADURAS Y LOCALIZACIÓN DE SITIOS DE RECEPTORES EN EL ÁREA DE LA BOCA. FUENTE: PB (2007)

Basándose en los datos obtenidos de las 223 voladuras efectuadas entre 2005 y 2006 representados en la Figura 6-24, se desarrolló una ecuación de ajuste (proveniente de la curva de ajuste) empleando el método de mínimos cuadrados. La misma sirve para predecir los niveles de velocidad de partícula en función de la distancia ajustada, e incluye el rango de 2-Sigma para englobar el 95.44% de la muestra.

La ecuación de la curva de ajuste se empleó para estimar los niveles de vibración del programa de voladuras 2005-2006. Se hicieron estimaciones para obtener los niveles de velocidad pico de partícula por vibración en los receptores más cercanos a los sitios de voladuras. Estos receptores se corresponden con sitios residenciales y otros sitios comerciales/institucionales localizados en el área de La Boca.

Los resultados fueron tabulados para identificar los lugares donde el criterio del nivel de velocidad pico de vibración excedería las 0.5 pulg/seg. La Tabla 6-25 muestra los resultados.



Fuente: Parsons Brinckerhoff 2007.

FIGURA 6-24: GRÁFICA DE LA DISTANCIA AJUSTADA VS. PPV MEDIDO

Los resultados de la Tabla 6-25 muestran los niveles estimados de PPV, basados en el programa de voladura de Octubre del 2005 a Junio del 2006 y estimados para algunas de las edificaciones en el área de La Boca. Todos los sitios evaluados presentan niveles por debajo del criterio de PPV de 0.5 pulgadas/segundo. Este criterio es satisfactorio para los sitios sensibles evaluados en el área de La Boca. Los niveles estimados de PPV tienen un rango que van desde 0.057 pulgadas/segundos en el sitio #948, que corresponde con la voladura PEP 148-A1, a una distancia de 602 metros a un PPV de 0.153 pulgadas/segundos en el sitio # 982, que se corresponde con la voladura PEP 062-A1, y una distancia de 221 metros. Si los valores de las cargas totales y el tiempo de retraso a ser usados en las actividades de voladuras que se tienen planificadas (futuras) son similares a las presentadas en la Tabla 6-25 se podría esperar que los niveles estimados de PPV estén dentro del criterio de los 0.5 pulgadas/segundos.

TABLA 6-25: CÁLCULOS ESTIMADOS DE PPV (PUL/SEG)

No. Voladura ACP	Número de Casa (#)	Cant. Barrenos	Carga Total (Kg)	Peso de Carga/Voladura (Kg)	Distancia Verdadera (m)	Profundidad (m)	Distancia (m)	Peso de Carga/Voladura (Libras)	Distancia Verdadera (Pies)	Distancia Ajustada (Pies/libra)	Nivel de PPV Predicado (pulgada/s)	Satisface el Criterio (PPV=0.5 pulgada/sec)	Impacto o No Impacto (Si/No)
PEP 026-A1	974	27	247	9	310	14.2	309	20	1016	226	0.096	Si	No
PEP 049-A2	1035	16	134	8	260	14.2	259	19	852	198	0.109	Si	No
PEP 049-A2	932	16	134	8	453	14.2	453	19	1486	345	0.065	Si	No
PEP 141-A2	996	3	35	12	362	14.2	362	25	1188	236	0.092	Si	No
PEP 141-A2	972	3	35	12	381	14.2	381	25	1250	248	0.088	Si	No
PEP 141-A2	911	3	35	12	273	14.2	273	25	896	178	0.120	Si	No
PEP 062-A1	958	18	230	13	428	14.2	428	28	1404	265	0.083	Si	No
PEP 062-A1	943	18	230	13	528	14.2	528	28	1732	326	0.068	Si	No
PEP 062-A1	909	18	230	13	323	14.2	322	28	1058	200	0.108	Si	No
PEP 062-A1	982	18	230	13	221	14.2	221	28	725	137	0.153	Si	No
PEP 062-A1	912	18	230	13	266	14.2	266	28	874	165	0.129	Si	No
PEP 062-A1	905	18	230	13	283	14.2	283	28	928	175	0.122	Si	No
PEP 062-A1	911	18	230	13	321	14.2	321	28	1054	199	0.108	Si	No
PEP 062-A1	896	18	230	13	378	14.2	377	28	1239	234	0.093	Si	No
PEP 062-A1	955	18	230	13	448	14.2	448	28	1469	277	0.080	Si	No
PEP 062-A1	944	18	230	13	573	14.2	572	28	1879	354	0.063	Si	No
PEP 063-A1	924	10	180	18	354	14.2	354	40	1161	184	0.116	Si	No
PEP 063-A1	918	10	180	18	370	14.2	370	40	1215	193	0.111	Si	No
PEP 148-A1	976	20	220	11	297	14.2	296	24	974	198	0.109	Si	No
PEP 148-A1	978	20	220	11	324	14.2	324	24	1063	216	0.100	Si	No
PEP 148-A1	966	20	220	11	399	14.2	399	24	1310	266	0.083	Si	No
PEP 148-A1	963	20	220	11	514	14.2	514	24	1688	343	0.065	Si	No
PEP 148-A1	980	20	220	11	245	14.2	245	24	804	163	0.130	Si	No
PEP 148-A1	977	20	220	11	291	14.2	290	24	954	194	0.111	Si	No
PEP 148-A1	948	20	220	11	602	14.2	602	24	1974	401	0.057	Si	No

Fuente: ACP (2007).

6.7.4 Olores

Hoy en día el olfato, junto con el sentido de la vista, se mantiene como un factor clave de aceptación o rechazo de nuestro entorno. Este hecho es particularmente importante cuando una población está expuesta a determinados olores, como por ejemplo, olores procedentes de una instalación industrial o, en nuestro caso de estudio, actividades de dragado y depósitos. Bajo condiciones desfavorables la población afectada puede llegar a percibir tales olores como un peligro a su salud, ocasionando descontentos. Esta percepción negativa puede ser tan negativa como cualquier otro problema ambiental.

En términos generales este tipo de olores tienden a disiparse en distancias relativamente cortas desde las fuentes de emisión (30 a 100 metros), con lo cual, las poblaciones más cercanas al área de estudio (La Boca) no se ven afectadas significativamente por los olores procedentes del Canal.

6.8 Amenazas Naturales

Se denomina amenaza o riesgo natural a la posibilidad de que se produzca un daño o catástrofe en el ambiente por causa de un fenómeno natural⁸⁰. Ejemplos de amenazas naturales puros son los asociados a fenómenos geológicos internos, como erupciones volcánicas y terremotos. Sin embargo las inundaciones, aunque debidas a causas climáticas naturales, son amenazas dependientes de la presencia y calidad de infraestructuras como las presas, que regulan el caudal, o carreteras, que actúan como diques pueden agravar sus consecuencias.

Esta sección y las dos siguientes describen brevemente los tipos de amenazas naturales que se pueden ocasionar en el área del proyecto, a saber: riesgos sísmicos, inundaciones, erosiones y deslizamientos.

⁸⁰ García 1984

6.8.1 Sismología y Riesgos Sísmicos

La Cuenca del Canal de Panamá está ubicada en una zona de convergencia de placas terrestres (estructuralmente compleja). Esto la convierte en un área con riesgo sísmico⁸¹. En la Región Central de Panamá, las actividades sísmicas se relacionan con las fallas de corteza terrestre alrededor del Canal y la Placa Caribeña. El área del Lago Gatún ha sido caracterizada como una zona de riesgo sísmico moderado⁸².

Tectónica Sísmica en Panamá Central

Basados en datos geofísicos y pautas topográficas y de fallas, algunos autores proclaman la existencia de una frontera tectónica, llamada Discontinuidad del Canal o Zona de Fractura Gatún, que corta a la mitad el Istmo de Panamá y corre con una orientación NNO-SSE⁸³.

Igualmente, otros autores han sugerido que fallas en esta región son fallas descontinuas normales ubicadas entre N40°E y N70°E. La Falla Gatún es la más importante de estas fallas. Es activa pero produce un nivel de sismicidad muy bajo.

En el área del Golfo de Panamá, donde se ubica el proyecto propuesto, existen nueve fallas de cabalgadura hacia el Oeste. Éstas se extienden paralelas al Archipiélago Las Perlas y parecen ser activas debido a que el suelo del mar se curva hacia el sureste del archipiélago⁸⁴. Los únicos eventos fuertes que tuvieron lugar en esta región, y que se sintieron en la Ciudad de Panamá con intensidades VI (MM), fueron en 1621 y 1971.

Peligros Sísmicos

La probabilidad de ocurrencia de estos peligros sísmicos en cuanto a afectación de estructuras, y el ambiente, está relacionada con la ocurrencia, magnitud e intensidad y duración de un sismo, además de las condiciones de los suelos. Los peligros sísmicos más importantes aparecen resumidos a continuación:

⁸¹ Kirby 2005

⁸² Moffatt and Nichol *et al* 2005

⁸³ Louis Berger Group Ltd 2004

⁸⁴ Schweig *et al* 1999

- **Ruptura de Falla:** los terremotos ocurren en la trayectoria de las fallas. Esto se traduce en un riesgo latente para cualquier estructura que se ubique sobre la falla misma.
- **Derrumbes:** estos pueden ser provocados por muchos factores, como por ejemplo huracanes, denudación del suelo, incluyendo terremotos. Consiste en un desprendimiento de grandes bloques de tierra, los cuales pueden bloquear carreteras, destruir viviendas, y, en última estancia, causar pérdidas de vidas humanas y animales.
- **Licuefacción:** este término se usa para designar a ciertos tipos de esparcimientos y flujos del terreno. Un terremoto puede causar que los depósitos de suelos sin arcilla pierdan su resistencia temporalmente y se comporten como un líquido viscoso. La ocurrencia de licuefacción está restringida a ciertos ambientes geológicos e hidrológicos, principalmente en áreas con arenas recientemente depositadas y limos y con un nivel freático elevado.
- **Amplificación de Movimiento del Suelo:** este fenómeno se genera cuando las ondas sísmicas perturban la geomorfología interna de la parte menos profunda de la corteza terrestre (100 m máximo de profundidad). La principal causa es la producción de enormes grietas en el suelo.

6.9 Inundaciones

No se tiene evidencia en el pasado de problemas de inundaciones en el área de influencia directa e indirecta del proyecto propuesto. Esto se debe a las características y condiciones hidrológicas y topográficas del terreno.

La presencia de presas y un nivel elevado de actividad humana dentro del área del Canal (actividades de operación y mejora del Canal), aumenta el potencial de inundación dentro de ciertas áreas del Canal y, por consiguiente, dentro del área de influencia del proyecto propuesto. Por otra parte, otro aspecto a tener en cuenta es que la probabilidad de ocurrencia de inundaciones está incrementándose con el tiempo debido al efecto del cambio climático, fenómeno hoy día mundialmente reconocido.

6.10 Erosión y Deslizamientos

Los deslizamientos de laderas y desprendimientos de rocas son algunos de los procesos geológicos más comunes en la superficie de la Tierra. Forman parte del ciclo natural del terreno ya que la erosión y la gravedad actúan constantemente para transportar materiales de las zonas más altas hacia abajo. El proceso conocido como temporización rompe las rocas para que se

pueda dar lo que se conoce como erosión.

La erosión es un proceso natural complejo que se modifica gravemente debido a las actividades humanas tales como limpieza de terrenos, agricultura, construcción, etc. La erosión se distribuye de forma muy irregular en tiempo y espacio. La pérdida de la vegetación protectora a través de la deforestación, fuegos y ganadería hacen al suelo vulnerable al ser levantado y removido por la acción del viento y del agua. Adicionalmente, el sobre-cultivo y la compactación hacen que el suelo pierda su estructura y cohesión, y se erosione con más facilidad.

El que una ladera permanezca estable o sufra un deslizamiento depende de la unión de varios factores, tales como: factores climáticos, remoción de soportes, ya sea laterales o al pie, ocasionados por la naturaleza (ej.: la generación de una cárcava por la acción erosiva de un río), asentamientos o movimientos del terreno por la consolidación del suelo o por eventos sísmicos, presencia de fallas geológicas, acciones humana (cortes en ladera, deforestación, etc.), entre otras. Adicionalmente, también se tiene que considerar las características del tipo de material involucrado (granulometría, grado de saturación de agua, cohesión, etc.), y la influencia de los factores ambientales locales (temperatura, lluvia, vientos, etc.).

Todos los sitios de depósito considerados para este proyecto se encuentran en áreas relativamente planas con pocas ondulaciones, ya que han sido utilizados para el depósito de material de dragado históricamente. Como consecuencia, los efectos de erosión en estos sitios deberían ser muy leve e insignificantes una vez que la vegetación de pastizales recolonice los sitios terrestres. En cuanto a deslizamientos, los mismos serían inexistentes en los sitios terrestres.

En cuanto a los sitios acuáticos, los mismos se encuentran en áreas relativamente planas y estables, por la misma razón de que se han depositado materiales de dragado en su anterioridad. Los posibles efectos de erosión marina podrían estar más relacionados con las corrientes y el oleaje. Dada las condiciones prevalentes en la bahía del Pacífico (pocas corrientes) es de esperarse que estos fenómenos no sean significativos.

7 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIOLÓGICO

El área de influencia directa del proyecto propuesto (ver Capítulo 2), está compuesta por áreas terrestres y acuáticas. El área total de influencia directa son unos 52 Km² (5,201 hectáreas aproximadamente) de los cuáles aproximadamente el 85% es área acuática mientras que el 19% (8.84 Km²) es terrestre (véase Figura 5-2).

El medio biológico de esta zona se divide en:

- El medio biológico terrestre formado por los sitios de depósito de Farfán, Victoria, Velásquez y Rousseau. Farfán, Victoria y Velásquez han sido históricamente utilizados como depósitos para las operaciones del Canal y han sido altamente intervenidos desde los años 20 para controlar las poblaciones de la mosca *Culicoides furens* y el mosquito *Aedes taeniorhynchus* mediante drenajes artificiales. La vegetación presente hoy en día ha sido el resultado de la colonización espontánea de especies sobre un suelo de depósito. Rousseau, por el contrario nunca ha sido utilizado como sitio de depósito anteriormente y su uso futuro como lugar de depósito aún no se ha definido, pero se propone como un lugar potencial.
- El medio biológico marino (el más abundante y relevante para este proyecto), compuesto por el tramo del canal propuesto para dragado y los sitios de depósito acuáticos.

Para preparar la descripción del medio biológico se utilizó información existente y disponible, entrevistas con personal de la ACP, fotointerpretación aérea y visitas de campo para comparar con la información obtenida en previas evaluaciones del área del proyecto y zonas próximas.

Se realizaron dos visitas de campo:

- Durante la primera visita (día 6 de Diciembre de 2006 - estación lluviosa) se realizó un reconocimiento de los sitios de depósito terrestres, y acuáticos, tomando fotografías panorámicas de cada sitio. También se tomaron algunos perfiles de batimetría en los sitios acuáticos con una lancha de sondeos batimétricos de la ACP.
- La segunda visita (16 Febrero de 2007 - estación seca), fue encaminada al reconocimiento de especies de flora y fauna existentes en los sitios de depósito terrestres. Durante esta visita se bordearon los sitios de depósito, tomando fotografías, anotaciones y datos de coordenadas con un GPS (ver tabla 1 y Figuras 1 y 2 del Anexo 7-1).

Los elementos de referencia clave para este capítulo han sido los siguientes:

- El muestreo ecológico del Departamento de Defensa de los Estados Unidos⁸⁵, que describe la vegetación y la fauna del área llamada HOROKO, compuesta por las tres antiguas instalaciones militares de Howard, Fuerte Kobbe, Radio Farfán y Rodman.
- El estudio Ornitológico, Herpetológico y Mastozoológico de la Universidad de Panamá⁸⁶. Este estudio también cubre la zona del canal de aproximación del Pacífico.
- Varios archivos de la antigua *Panama Canal Commission* (PCC) sobre estudios de vegetación en las zonas de Farfán⁸⁷⁻⁸⁸ y Victoria⁸⁹.
- El estudio de la profundización del canal del Pacífico realizado por The Louis Berguer (2004) para los sitios de depósito acuáticos.
- El estudio de la isla artificial de Moffatt and Nichol y The Louis Berguer 2004.

La bibliografía consultada describe la flora y la fauna de los sitios de depósito dentro de un área más amplia donde las características son similares, por eso en este capítulo se tratan de forma conjunta, después se detallan características particulares y puntuales de cada sitio de depósito.

7.1 Características de la Flora

Flora en los Sitios de Depósito Terrestres

La clasificación de Zonas de Vida⁹⁰ para las formaciones de vegetación mundial permite identificar divisiones macro-climáticas biológicamente significativas. El área de influencia directa terrestre del proyecto se ubica en la Zona de Vida de Bosque Tropical de Tierras Bajas (la más abundante en la Cuenca del Canal⁹¹). Normalmente, esta Zona de Vida se ubica en terrenos situados a menos de 400 msnm, y sus condiciones climáticas se caracterizan por 2,000 a 3,000 mm de precipitación por año y temperaturas entre 24 y 25 °C⁹².

⁸⁵ U.S. Department of Defense 1996

⁸⁶ Tejera *et al* 1995

⁸⁷ Muschett, D. 1991

⁸⁸ Morgan, R. D. 1988

⁸⁹ Gutierrez, R. 1988

⁹⁰ Holdridge 1979

⁹¹ IGNTG 1988

⁹² Tosi 1971

Para ubicar el área terrestre en el sector Pacífico del Canal, los matorrales y pajonales representan el 55% de la superficie⁹³ siendo los pajonales los de mayor superficie, lo que indica que con el tiempo la vegetación boscosa ha sido eliminada y reemplazada. Las familias mejor representadas en el sector Pacífico son la Fabaceae, Poaceae y Rubiaceae, como es típico en las regiones del trópico húmedo.

Los sitios de depósito cubren 277 ha aproximadamente⁹⁴. La distribución de los tipos de cobertura vegetal de los sitios de depósito se detalla en la Figura 7-1 y Tabla 7-1 respectivamente.

Cabe señalar que en el sitio de depósito Velásquez, el lixiviado de sal de las áreas que fueron utilizadas para depositar material marino han creado las condiciones idóneas para que se desarrolle vegetación costera de transición adaptada a suelos salobres.

TABLA 7-1: PORCENTAJE DE TIPOS DE COBERTURA VEGETAL EN LOS SITIOS DE DEPÓSITO TERRESTRES⁹⁵

Sitio de depósito	Área Total (ha)	Bosque (ha)	Vegetación Costera de Transición (ha)	Matorrales (ha)	Herbazales (ha)	Urbano (ha)	Sin Datos (ha)
Velásquez	85.78	-	12.34	7.71	65.50	0.23	-
Victoria	23.67	0.92	-	0.53	21.75	0.47	-
Farfán	145	42	-	51.10	43	-	0.27
Rousseau	22.9	11.1	-	1.3	3.5	7	-

Las Figuras 7-2 y 7-3 muestran fotos aéreas de los sitios de depósito en los años 1999 y 2005 respectivamente. En ellas se aprecia que, en general, la cobertura vegetal no ha variado mucho en los últimos años, tan solo las áreas de suelo desnudo han sido colonizadas por herbazales (paja blanca) y matorrales.

⁹³ CEREB, Universidad de Panama 2005 Inventario Biótico

⁹⁴ Según datos de la ACP 2000

⁹⁵ Cifras calculadas a partir de datos de cobertura vegetal provistos por la ACP, Unidad de Sensores Remotos (1998) y observaciones de campo.

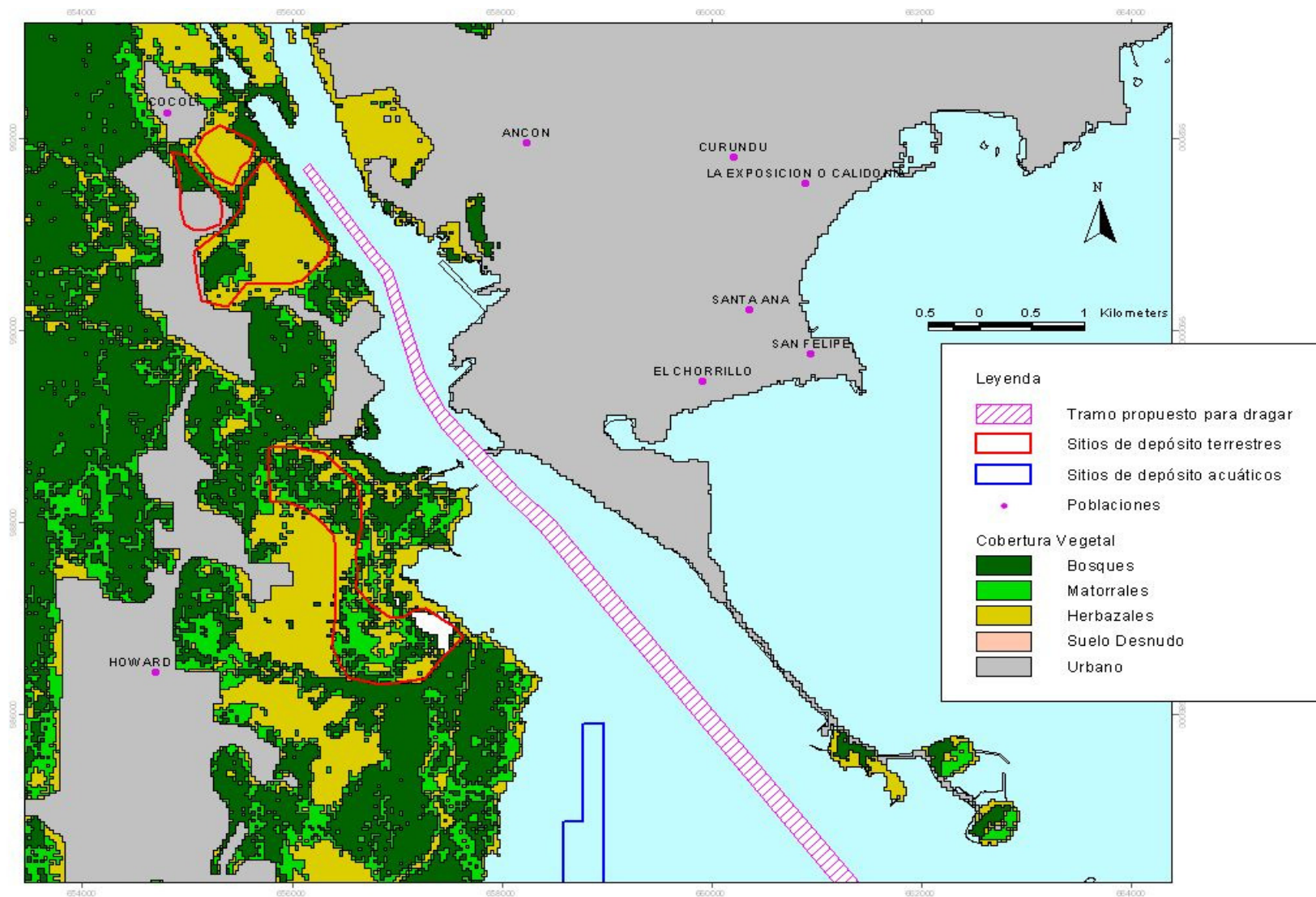


FIGURA 7-1: DISTRIBUCIÓN DE LOS TIPOS DE COBERTURA VEGETAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO PROPUESTO, FUENTE: PB 2007

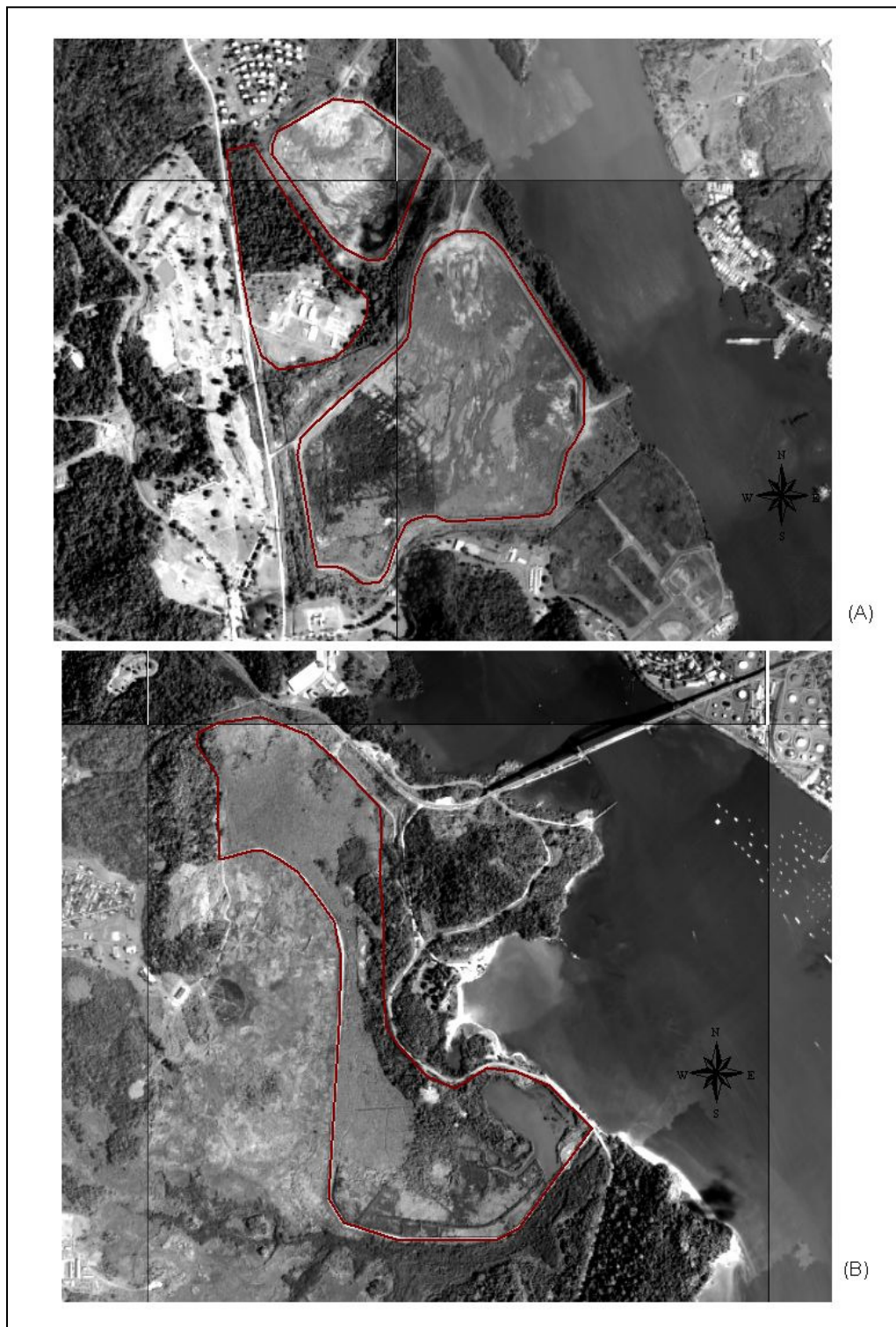
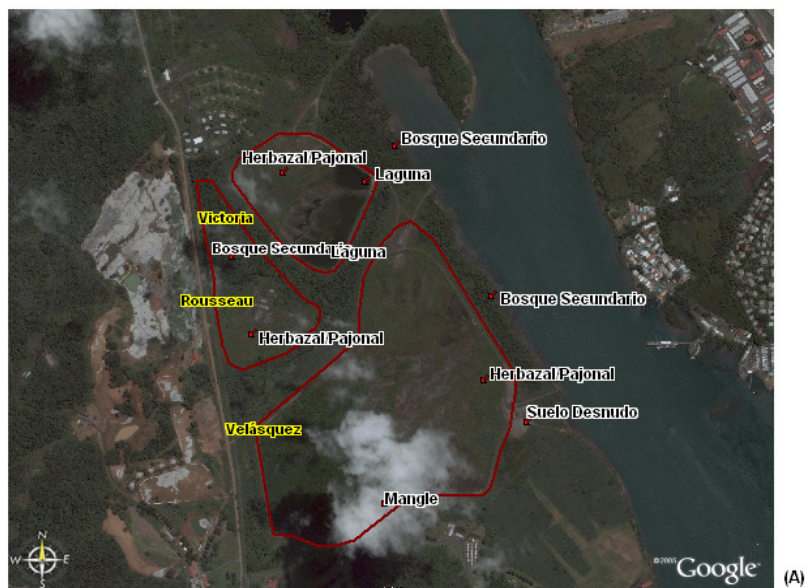


FIGURA 7-2: FOTOGRAFÍA AÉREA DE LOS SITIOS DE DEPÓSITO TERRESTRES EN EL AÑO 1999⁹⁶. (A) VICTORIA, VELÁSQUEZ Y ROUSSEAU; (B) FARFÁN. FUENTE: PB 2007

⁹⁶ Fuente: PB, fotografías provistas por la ACP, Unidad de Sensores Remotos (1999).



(A)



(B)

FIGURA 7-3: FOTOGRAFÍA AÉREA DE LOS SITIOS DE DEPÓSITO TERRESTRES EN EL AÑO 005⁹⁷. (A) VICTORIA, VELÁSQUEZ Y ROUSSEAU; (B) FARFÁN. FUENTE: PB 2007

⁹⁷ Google Earth Pro (2005). Bajo licencia de PB.

A continuación se describen los distintos tipos de cobertura vegetal presentes en los sitios de depósito.

Bosque Semicaducifolio tropical de tierras bajas

Este tipo de bosque se localiza en la parte Este de Farfán, y la zona Norte de Rousseau. Esta categoría de vegetación se encuentra muy intervenida, fragmentada y dispersa. En los bosques de este tipo, el dosel presenta una altura promedio de 25 metros. En este bosque se pueden diferenciar tres estratos arbóreos: emergente (con más de 30 metros de altura), dominante (altura promedio 25 metros) y un estrato dominado (altura promedio 15 metros). Además, en el piso del bosque, se puede observar un estrato con una mezcla de especies arbustivas y herbáceas. El bosque secundario es una etapa sucesional de transición, por lo que a medida que pasa el tiempo su estructura sufre cambios. Con el tiempo, algunas de las especies presentes en la actualidad desaparecerán y serán reemplazadas por otras.

Matorral

Las visitas de campo indicaron que en mayor o menor proporción, los matorrales se encuentran presentes en los sitios de depósito terrestres.

El matorral es un tipo de vegetación donde dominan los arbustos mezclados con árboles y plantas herbáceas. En el proceso de sucesión vegetal, es una etapa que se establece después de la vegetación herbácea, y cuando las condiciones del suelo favorecen el establecimiento de arbustos y árboles. Regularmente, este tipo de vegetación aparece tres o cuatro años después del establecimiento de la vegetación herbácea. El matorral es una vegetación transitoria que luego de pocos años da paso a la vegetación arbórea si el terreno no se invade por la paja blanca.

Herbazales y Pajonales

Los pajonales cubren la mayor parte de los sitios de depósito Farfán, Velásquez y Victoria, sobre todo a los lados de la carretera de acceso.

Esta categoría de vegetación se caracteriza por presentar vegetación herbácea, principalmente de la familia Poaceae (Gramíneas), con algunos arbustos y árboles dispersos. Estos ecosistemas son el resultado de la colonización de áreas carentes de vegetación boscosa sobre todo donde hubo

un depósito previo de materiales, y han sido cubiertas principalmente por la paja blanca (*Saccharum spontaneum*). La paja blanca es una especie exótica del sureste asiático.

Este es un sistema biológico muy simple, con pocas especies, ya que la paja blanca es muy agresiva y reemplaza la vegetación natural cuando el terreno es abierto y desprovisto de bosque. Una vez establecido el pajonal, es difícil revertir el proceso de degradación biológica debido a la agresividad de la paja blanca para conquistar zonas abiertas. Sin embargo, aunque es una degradación de los ecosistemas originales en el sitio (bosques), éstos favorecen a algunas especies de mamíferos que utilizan los pajonales para obtener alimento luego de la quema y rebrote.

Manglares

Las áreas del río Farfán están asociadas a comunidades de manglares⁹⁸⁹⁹ así como las proximidades del lado norte y sur del sitio de depósito Farfán y la laguna que existe en su interior. También se vieron algunos ejemplares de manglar botón en los sitios de depósito de Victoria y Farfán, lo que indica que el terreno está pasando por una etapa de transición evolucionando hacia unos estadios de vegetación más avanzados. Este hecho se ha confirmado con visitas al campo, fotointerpretación aérea y la revisión de los mapas de índices de sensibilidad de la ACP¹⁰⁰.

Estos manglares se encuentran en el área debido a la presencia de una mezcla de agua salada y agua dulce. En este tipo de ecosistema se observó un patrón específico en la distribución espacial de las especies: el mangle rojo se encuentra en la línea de contacto con el agua salada, detrás de ella, más cerca a tierra firme, se encuentra el mangle negro y luego una mezcla de mangle blanco y caballero.

Ciénagas

Este término se aplica a humedales de agua dulce, dominados tanto por plantas herbáceas como árboles (bosques inundados) principalmente en zonas bajas o de mal drenaje. Este tipo de

⁹⁸ Moffat and Nichol 2004

⁹⁹ D'Croz *et al* 1994

¹⁰⁰ RPI 2005

sistemas son relativamente raros en la región y se ubican por lo general en las inmediaciones de los márgenes de los lagos, ríos y quebradas, como por ejemplo en los márgenes del río Farfán y el antiguo lecho del río Matutela.

Hábitats en los Sitios de Depósito Terrestres

Los hábitats presentes en la zona de influencia directa del proyecto propuesto se describen a continuación siguiendo la Clasificación Internacional de la UNESCO¹⁰¹¹⁰² (Figura 7-2). Esta clasificación fue utilizada para elaborar los mapas de vegetación de Panamá basándose en las características físico-ecológicas de la zona: la flora, los niveles de altitud del terreno, las formaciones geológicas y el tipo de suelo, el patrón climático, los procesos ecológicos principales y la diversidad biológica del sitio.

A continuación se describen los hábitats presentes en la zona de influencia directa del proyecto propuesto¹⁰³ (véase Figura 7-2):

- I.A.3.a. Bosque semicaducifolio tropical de tierras bajas - bastante intervenido. Este hábitat está presente casi en la totalidad del sitio de depósito Farfán.
- P. Poblados (Urbano) se localiza en el área de la ciudad de Panamá, Ancón y Amador (Causeway) hasta las islas Nao, Perico y Flamenco.
- SP.B. Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea significativa (<10 %). Este hábitat está presente desde las esclusas de Miraflores hasta los sitios de depósito Victoria, Rousseau y Velásquez, y el Puente de las Américas, pasando por las excavaciones del año 1939.
- V.A.2.d. Sabanas arboladas de graminoides cortos inundables. Este hábitat se localiza en la zona sur del sitio de depósito Farfán y la cuenca del río Farfán así como en la zona comprendida entre Clayton y Ancón.

Durante las visitas de campo al sitio de depósito Velásquez, se observaron áreas de vegetación costera de transición sobre suelos marinos muy recientes (Categoría VI.B.3 de la clasificación de la UNESCO).

¹⁰¹ Ellenber y Müller 1974

¹⁰² Louis Berguer 2004

¹⁰³ ANAM 2000. Mapa de Vegetación de la República de Panamá

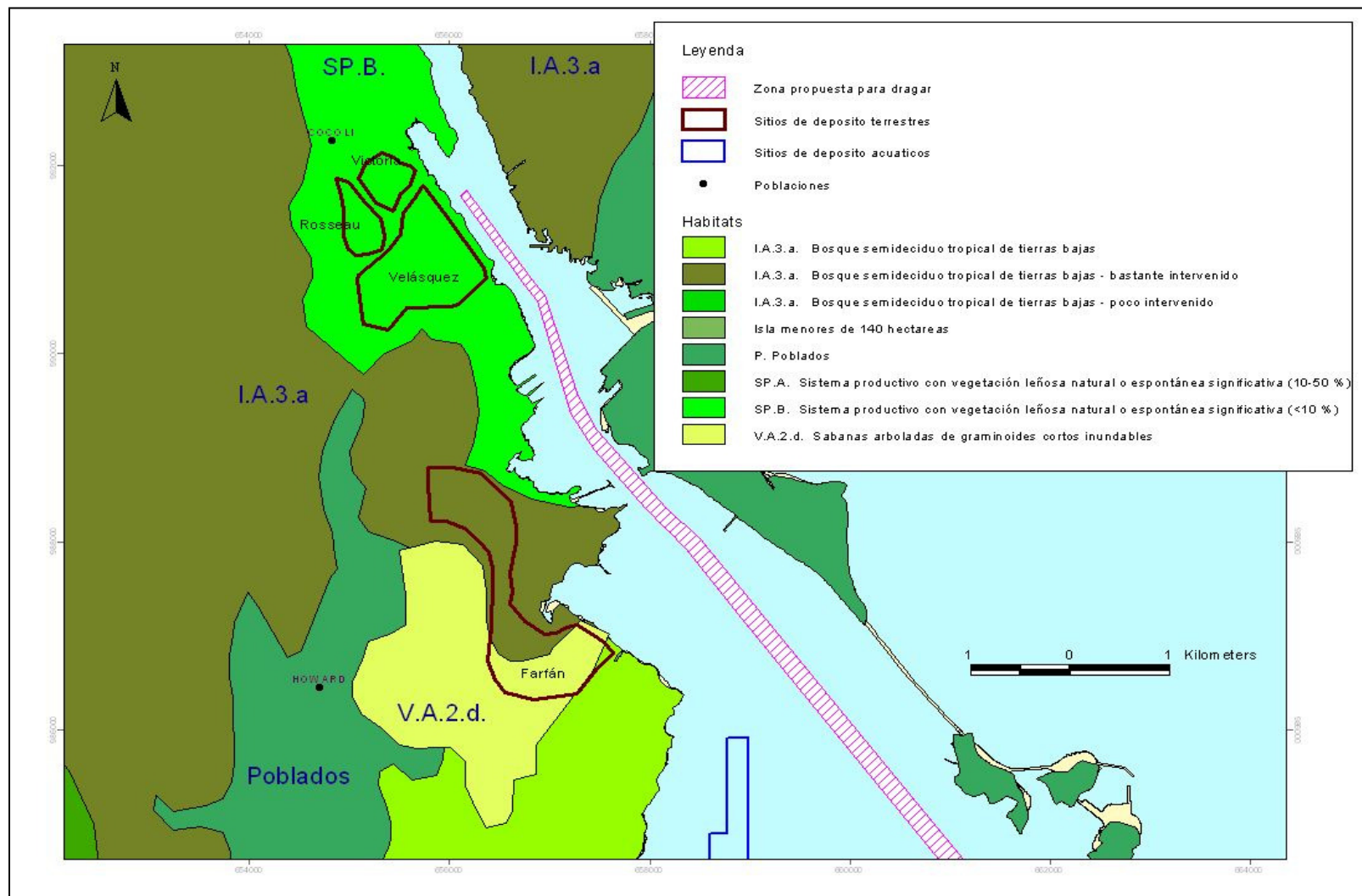


FIGURA 7-4: DISTRIBUCIÓN DE LOS HABITATS EN EL ÁREA DEL PROYECTO PROPUESTO. FUENTE: PB 2007

7.1.1 Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción

Terrestres

En las Tablas 3 y 4 y 5 del anexo 7-1 se presentan las especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción identificadas por el muestreo realizado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DDEU, 1996) en la zona HOROKO. La tabla 7-2 indica aquellas especies que fueron identificadas en el campo el día 16 de febrero de 2007. Los resultados del muestreo de campo del DDEU (1996) y las especies protegidas observadas en 1996 en las inmediaciones de los sitios de depósito terrestres se encuentran en la tabla 2 del anexo 7-1.

Este estudio identificó 147 especies de flora, de las cuales 19 poseen un rango restringido global o nacional (G2N2), una especie clasificada como N1 y 12 especies clasificadas como N2 (véase Anexo 7-1).

También se pueden encontrar algunos ejemplares de mangle rojo en Farfán, el cual se encuentra protegido.

Marinas

No se tienen reportes de especies de flora acuática, amenazadas, endémicas o en peligro de extinción dentro de la zona de influencia del proyecto propuesto.

7.1.2 Especies Indicadoras

Para efectos de este estudio, en este apartado se tratan abundancias de especies existentes. No existen especies indicadoras como tales en los sitios de depósito terrestres, ya que se tratan de lugares perturbados históricamente y no conforman hábitats típicos.

Especies Indicadoras Terrestres

Las especies más abundantes en las áreas de herbazales y pajonales de los sitios de depósito terrestre son la paja blanca (*Saccharum spontaneum*) y *Cojoba rufescens*, por su extensa distribución en los sitios de depósito terrestres.

Previos estudios¹⁰⁴ identificaron las especies mas abundantes de sotobosque en la zona de Farfán/Palo Seco como *Hirtella racemosa* (camarocillo), *Thevetia ahouai* (huevo de gato), *Bactris major* (caña brava), *Bactris barronis*, *Psychotria sp.*, *Piper marginatum* (hinojo), *Piper aduncum* (hinojo), *Heliconia latispatha* (heliconia) *Heliconia platystachys* (heliconia), *Acacia melanoceras* (cachito), *Carludovica palmata* (sombrero panamá), *Connarus panamensis*; Y como especies emergentes: *Astronium graveolens* (zorro), *Luehea seemannii* (guácimo colorado), *Sterculia apetala* (árbol Panamá), *Ormosia macrocalyx*, *Albizia adinocephala*, *Enterolobium cyclocarpum* (corotú), *Godmania aesculifolia* (cacho del diablo) y *Chrysophyllum cainito* (caimito).

En el área de Velásquez la vegetación está aun adaptada a este tipo de hábitats y está compuesta por especies típicas de hábitats costeros salinos. Como reflejo de las condiciones del material depositado con aguas salobres con un alto contenido fluctuante de salinidad. En las proximidades de Velásquez se observaron ejemplares de mangle negro *Avicennia nitida*. Las comunidades de manglar en el sitio de depósito Farfán están más desarrolladas.

El estudio del DDEU (1996) identificó en la zona de HOROKO especies típicas de flora en bosques tropicales de tierras bajas, manglares y herbazales, las cuales se detallan en las tablas 3, 4 y 5 del Anexo 7-1. La tabla 7-2 muestra las especies indicadoras de cada sitio de depósito según las observaciones de campo del día 16.02.07.

TABLA 7-2 ELEMENTOS DE FLORA EXISTENTES OBSERVADOS EN CAMPO 16-02-07¹⁰⁵

Sitio de depósito	Nombre Común	Nombre Científico	Nivel de protección
VICTORIA			
Áreas húmedas/rastrojos			
	Juncos	<i>Juncus sp.</i>	
	Paja Blanca	<i>Saccharum spontaneum</i>	
	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	
	Poro-poro	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	
	Periquito	<i>Muntingia calabura L.</i>	

¹⁰⁴ Moffat and Nichol (2004)

¹⁰⁵

Sitio de depósito	Nombre Común	Nombre Científico	Nivel de protección
VELÁSQUEZ			
Áreas húmedas/rastrojos			
	Periquito o Capulín	<i>Muntingia calabura L.</i>	
	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	
	Leucaena	<i>Leucaena sp</i>	
	Paja Blanca	<i>Saccharum spontaneum</i>	
Manglares jóvenes			
	Mangle botón	<i>Conocarpus sp.</i>	
	Balo	<i>Gliricidia sepium</i>	
ROUSSEAU			
Áreas de bosque semicaducifolio tropical de tierras bajas (secundario)			
	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	
	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	
	Guácimo colorado	<i>Luehea seemannii</i>	
	Poro-poro	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	
	Cachito o cuernito	<i>Acacia sp</i>	
	Jobo	<i>Spondias mombin</i>	
	Árbol Panamá	<i>Sterculia apetala</i>	
	Espavé	<i>Anacardium excelsum</i>	
	Olivo	<i>Sapium caudatum</i>	
	Paja Blanca	<i>Saccharum spontaneum</i>	
	Higuerón	<i>Ficus sp.</i>	
	Árbol triplinervis	<i>Cinnamomun triplinerva</i>	
	Almácigo	<i>Bursera simaruba</i>	
	Ficus	<i>Ficus insipida</i>	
Áreas de Sotobosque			
	Palma real panameña	<i>Attalea butyraceae</i>	Clasificada como Vulnerable por ANAM
	Palma Real cubana,	<i>Roystonea regia</i>	
	Corozo	<i>Elaeis oleifera</i>	

Sitio de depósito	Nombre Común	Nombre Científico	Nivel de protección
FARFÁN			
Áreas húmedas/rastrojos			
	Paja Blanca	<i>Saccharum spontaneum</i>	
	Leguminosas	<i>Leucaena sp</i>	
Áreas de bosque semicaducifolio tropical de tierras bajas (secundario)			
	Árbol pava	<i>Didymopanax morototoni</i>	
	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	
	Guácimo colorado	<i>Luehea seemannii</i>	
	Poro-poro	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	
	Ficus	<i>Ficus insipida</i>	
	Cortezo (peine mico)	<i>Apeiba tibourbou</i>	
	Jobo	<i>Spondias mombin</i>	
	Uvero	<i>Coccoloba uvifera</i>	
	Corotú	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	
	Árbol Panamá	<i>Sterculia apetala</i>	
	Cuipu	<i>Cavanillesia platanifolia</i>	
	Cainito	<i>Chrysophyllum cainito L.</i>	
	Laurel	<i>Cordia allindora</i>	
	Algarrobo	<i>Hymenea courbaril L.</i>	
	Almácigo	<i>Bursera simaruba</i>	
	Helechos	<i>Achrosticum danaeifolium</i>	
Áreas de Sotobosque			
	Palma negra	<i>Bactris sp.</i>	
	Palmas reales	<i>Attalea butyraceae</i>	
	Helicornias	<i>Helicornia sp</i>	
Manglares			
	Mangle botón	<i>Conocarpus sp.</i>	
	Mangle Negro	<i>Avicenia sp</i>	
	Mangle rojo	<i>Rhizophora mangle</i>	Protegido
	Mangle blanco	<i>Laguncularia racemosa</i>	

Especies Indicadoras Marinas

Para efectos de este estudio, en este apartado se tratan abundancias de especies existentes. No existen especies indicadoras como tales en los sitios de depósito acuáticos, ya que se trata de lugares perturbados históricamente y no conforman hábitats típicos.

La diversidad de macroalgas en el sector Pacífico es mucho menor que en el sector del Caribe, dado que la mayor cobertura de algas coralinas (100%) en el Pacífico, se encuentra en los arrecifes de Urabá (fuera del área de influencia directa).

Fitoplancton

El estudio de Moffatt and Nichol 2004¹⁰⁶, incluyó un estudio del fitoplancton en el área del Pacífico. Este estudio, ubicó estaciones de muestreo en la Calzada de Amador (Causeway), en el sitio propuesto para la creación de una isla artificial, en el sitio 15 y en los ‘campos de pesca’ (Figura 6-16). El estudio identificó 115 taxones de microalgas pertenecientes a 49 géneros. De estos 49 géneros, las diatomeas representaron un total de 39 géneros y 91 especies, y los dinoflagelados 10 géneros y 24 taxas. Dentro de las especies de diatomeas que abundaron durante el estudio se encontraban las siguientes: *Chaetoceros anastomosans*, *C. Lorenzianus*, *C. Socialis*, *Cosinodiscus spp.*, *Proboscia alata*, y *Pseudonitzschia pungens*. Casi todas las especies de diatomeas recolectadas eran de naturaleza planctónica. Dentro de las diatomeas más abundantes se encontraron los siguientes: *Ceratium furca*, *Ceratium tripos*, *Noctiluca scintillans*, *Peridinium cf. Granii*, y *Pyrophacus horologium*. Las diatomeas no mostraron preferencialmente una distribución diurna. Los dinoflagelados tendieron a mostrar una mayor ocurrencia en las muestras diurnas, salvo por los *Pyrophacus horologium*, que ocurrieron con frecuencia en las muestras nocturnas.

El promedio de organismos recolectados en la estación seca superó al recolectado durante la estación lluviosa. En las muestras de invierno no se observó ninguna de las especies que fueron abundantes durante los meses de verano, tales como *Pyrophacus horologium*, *Noctiluca*

¹⁰⁶ CONTRACT CC-3-557 Architectural and Engineering Services for Engineering Site and Assessment, Conceptual Design and Related Services. Pacific Side Excavation & Dredging Material Disposal Alternatives Evaluation. Final Report Volume 1 of 3 March 2004

scintillans, *Chaetoceros anastomosans*, y la *C. Socialis*. En la mayoría de los sitios de muestreo se encontraron especies tales como la *Coscinodiscus spp.*, *Proboscia alata*, *Pseudonitzschia pungens*, *Chaetoceros curvisetus*, *Pseudosolenia calcar avis*, *Ceratium furca*, *Noctiluca scintillans* y *Pyrophacus horologicum*.

El número de taxones recolectados como parte del estudio de Alternativas de Depósito de Materiales fue mucho menor que el de las recolectadas durante un estudio realizado en el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales ubicado en la Calzada de Amador, de enero de 1985 a diciembre de 1988 (D’Croz *et al.*, 1991). Durante un estudio posterior, se recolectaron doscientas once (211) taxones de muestras de fitoplancton y 165 de estas fueron diatomeas. También se encontraron nueve taxas de dinoflagelados, 3 taxas de ciliados, algas azul verdoso y un silicoflagelado. Hubo 32 taxas que no pudieron ser identificadas. En las recolecciones predominaron numéricamente las diatomeas *Erous conctus* y *C. curvisetus*. Otros taxones comunes fueron la *Cyclotella sp.*, *Nitzschia pungens*, *Rhizosolenia stolterfothii*, y la *Chaetoceros socilis*. El estudio concluyó que las densidades del fitoplancton en general siguieron las concentraciones de nutrientes disueltos, con densidades celulares más altas durante la estación seca y más bajas durante la estación lluviosa, lo cual coincidió con los resultados del monitoreo realizado para los estudios de la propuesta de la Isla Artificial. Dado que en cada estación se encontraron básicamente las mismas especies, los datos sugieren que la población de fitoplancton es esencialmente nativa y que tan sólo su rango de importancia cambia según la estación.

TABLA 7-3. CONTEOS DE FITOPLACTON Y BIOMASA. (Ver Figura 6-16 para la ubicación de los muestreos N=3)

Sitio	Tipo de recolección	Densidad (organismos/m ³)		Peso seco (mg/ m ³)		Peso de ceniza (mg/ m ³)	
		Media	± EEM*	Media	± EEM*	Media	± EEM*
Calzada de Amador	Diurna	33,790.65	6,852.03	0.37	0.07	0.07	0.02
Calzada de Amador	Nocturna	149,756.18	49,115.26	0.67	0.04	0.17	0.02
Sitio 15	Diurna	18,816.15	1,332.25	0.47	0.04	0.10	0.02
Sitio 15	Nocturna	4,421.55	913.24	0.11	0.01	0.05	0.02
Isla artificial	Diurna	73,049.28	18,729.28	0.52	0.04	0.11	0.01
Isla artificial	Nocturna	15,572.77	3,067.96	0.27	0.02	0.79	0.46
Sitio de pesca	Diurna	21,983.83	7,688.89	0.47	0.03	0.13	0.02
Sitio de pesca	Nocturna	5,228.61	1,480.94	0.13	0.02	0.03	0.01
Sitio 2	Diurna	123,076.33	66,738.75	0.50	0.07	0.12	0.01
Sitio 2	Nocturna	35,162.04	10,591.48	1.07	0.16	0.28	0.08
Chorrillo	Diurna	22,934.36	4,094.61	0.38	0.04	0.08	0.01
Chorrillo	Nocturna	302,044.65	107,848.50	1.50	0.01	0.31	0.01

* EEM = Error estándar de la media (*Standard Error of Mean* en inglés). Fuente: Moffatt and Nichol *et al* 2004.

No existen pastos marinos dentro del área de estudio. En el caso de las microalgas la información existente es reducida.

7.1.3 Inventario forestal

El inventario forestal no es aplicable en los sitios Farfán, Victoria y Velásquez ya que esta área siempre ha servido como depósito para las operaciones del Canal. En el caso de Rousseau, sitio que nunca ha sido utilizado, sería necesario realizar un inventario forestal antes de considerarlo como un sitio de depósito definitivo, pero actualmente se descarta su uso inmediato.

7.1.4 Inventario de Especies Exóticas, Endémicas y en Peligro de Extinción

Inventario de Especies Terrestres

Durante las visitas de campo se observaron las especies de interés destacadas en la anterior tabla 7-2.

En el sector Pacífico, se han identificado¹⁰⁷ ciertas especies de interés en las áreas de matorral: *Annona hayesii* (endémica), *Lennea viridiflora* y *Cedrela odorata*. En las áreas de pajonal no existen especies de interés especial.

Inventario de Especies Marinas

No existen reportes de especies de flora acuática, exóticas, endémicas o en peligro de extinción dentro de la zona de influencia directa del proyecto propuesto.

7.2 Características de la Fauna

7.2.1 Especies Indicadoras

Para efectos de este estudio, en este apartado se tratan abundancias de especies existentes. No existen especies indicadoras como tales en los sitios de depósito, ya que se tratan de lugares perturbados históricamente y no conforman hábitats típicos.

¹⁰⁷ CEREB (2005)

El estudio del DDEU (1996) identificó en la zona de HOROKO especies típicas de mamíferos, aves y reptiles en bosques tropicales de tierras bajas, manglares y herbazales, las cuales se detallan en las tablas 3, 4 y 5 del Anexo 7-1.

Mamíferos

La mayor diversidad y cantidad de mamíferos silvestres que se puede encontrar en los sitios de depósito son: ñeques, conejo pintado, mono perezoso (en zonas de mangle), puerco espines, coatíes (*Nasua narica*) monos, osos hormigueros (*Tarmandua mexicana*), mapaches (*Procyon carnivoros*) y saínos que se concentran en las áreas de bosques y manglares.

Durante la visita de campo se observaron huellas de ponchos o Capybara (*Hydrochaeris isthmus*) cerca de la laguna de Victoria.

La paja canalera es un hábitat adecuado para muchos mamíferos pequeños como los roedores (ratas y ratones de monte), que la utilizan para hacer sus madrigueras.

El estudio de herpetológico de Tejera *et al* (1995) indica que en el área de Cocolí-Sierra Minón se encuentran de forma más abundante los siguientes mamíferos pertenecientes a las familias: *Didelphidae* (zarigüeyas), *Myrmecophagidae* (hormigueros), perezosos (*Choloepus hoffmanni*), armadillos y *Phyllostomidae* (murciélagos).

Otras taxas que se pueden encontrar en los sitios de depósito corresponden a los roedores (Rodentia, Hydrochaeridae, Agoutidae, Dasypsectidae y Erethizontidae), la familia Muridae y la Echymidae.

Aves

La mayor parte de la vegetación del área de influencia directa está ocupada por estados sucesionales jóvenes (pajonales, matorrales y bosques secundarios). A pesar de su reducido tamaño, la zona presenta un mosaico donde se entremezclan los diferentes tipos de vegetación, por lo que la mayor parte de las aves observadas corresponden a especies que tienen una gran capacidad de adaptación a diferentes condiciones de hábitat. Aunada a la perturbación histórica de los sitios de depósito terrestres, se puede agregar la presencia de elementos antrópicos, como

carreteras, que están causando una perturbación adicional en la zona. Estos factores adicionales también pueden tener un efecto sobre la fauna en general, que no sólo se refleja en la riqueza de especies sino, también, en la abundancia de las especies observadas.

El estudio de DDEU (1996) identificó 4 especies residentes cuyas poblaciones están en declive durante los últimos 10 años en las áreas de manglar, 7 especies en áreas de herbazales y 5 especies en las áreas de bosque (ver tablas 3, 4 y 5 del Anexo 7-1).

Las áreas del río Farfán están asociadas a comunidades de aves acuáticas¹⁰⁸ así como las zonas de humedales de los sitios de depósito Farfán y Victoria. Durante la visita de campo el 16-feb-07 se observaron las especies de aves indicadoras destacadas en la tabla 7-4.

TABLA 7-4. ESPECIES INDICADORAS DE AVES OBSERVADAS EN EL CAMPO

Sitio de depósito	Nombre Común	Nombre Científico	Nivel de protección
VICTORIA			
	Patos silbadores o guichichis	<i>Dendrocygna a. autumnalis</i>	
	Gallinazo cabecinegro	<i>Coragyps atratus</i>	
	Águila pescadora	<i>Pandion haliaetos</i>	
	Garza blanca	<i>Casmerodius albus egretta</i>	
	Cigüeñuelas	<i>Himantopus mexicanus</i>	
VELÁSQUEZ			
	Gallinazo	<i>Coragyps atratus</i>	
ROUSSEAU			
	Gallinazo	<i>Coragyps atratus</i>	

¹⁰⁸ Moffat and Nichol (2004)

Sitio de depósito	Nombre Común	Nombre Científico	Nivel de protección
FARFÁN			
	Garzas blancas	<i>Casmerodius albus egretta</i>	
	Corregimos o playero colector	<i>Actitis macularia</i>	
	Ibis	<i>Eudocimus albus</i>	
	Tijeretas	<i>Tyrannus savanna monacha</i>	
	Torcazas	<i>Columba cayennensis</i>	Protegida por la legislación panameña
	Mosqueros		
	Eufonia	<i>Eufonia sp</i>	
	Martin pescador	<i>Chloroceryle sp</i>	
	Tortolitas	<i>Columbina sp</i>	
	Azulejos o tangara azul	<i>Throupis episcopus</i>	

Fuente: PB 2007

Anfibios y Reptiles

El estudio del DDEU (1996) no identificó ninguna especie de anfibios y reptiles en las áreas de bosque, y en las áreas de manglar, se identificó la iguana negra (*Ctenosaura similis*).

Durante la visita de campo realizada el 16-feb-07, se observaron 2 iguanas (*Iguana iguana*) en el área de rastrojo de Velásquez y Victoria.

Especies Marinas

Zooplankton.

El estudio de Alternativas de Depósito de Materiales mencionado anteriormente (ver sección 7.1.2) también incluyó un estudio del zooplankton, cuyas estaciones de muestreo están representadas en la Figura 6-16). Durante este estudio se identificaron un total de 26 taxones. El grupo más común fue el de los copépodos calanoides, seguido de los cladoceros y los *Quetognatos spp.* De todos los sitios de muestreo, los campos de pesca cercanos a la Isla de Taboga y el Sitio 16 obtuvieron la mayor diversidad. Las cantidades más bajas de organismos se registraron en Palo Seco.

No se reportó la existencia de larvas de peces en el área denominada campo de pesca, según el estudio de Moffat & Nichol, cercano al área de depósito Tortolita. En Palo seco se identificaron larvas de Carangidae y Gobiidae.

Para cada sitio de muestreo se calcularon el Índice de Diversidad Shannon-Weaver (H), el de diversidad máxima ($H_{\max}$), y el de Equitabilidad (J), los cuales se presentan en la tabla que aparece a continuación.

Los datos obtenidos en este estudio sugieren la existencia de una comunidad típica de zooplankton dentro de la Bahía de Panamá que muestra movimientos y migraciones verticales, acentuados en las regiones costeras. Se consideró que la mayoría de los organismos recolectados eran comunes en la región costera, y consistentes con otros reportados en estudios históricos.

TABLA 7-5. ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD DE ZOOPLACTON.

Sitio	Turno	H	$H_{\max}$	J
Calzada de Amador	Día	0.91	1.70	0.54
Calzada de Amador	Noche	1.03	2.22	0.47
Isla Artificial	Día	0.99	1.92	0.52
Isla Artificial	Noche	0.94	1.96	0.48
Palo Seco	Día	0.85	2.08	0.41
Palo Seco	Noche	0.94	1.91	0.49
Sitio de pesca	Día	0.81	1.75	0.46
Sitio de pesca	Noche	1.10	2.01	0.55

Fuente: Moffat & Nichol *et al.* 2004

Corales.

En las zonas cercanas al área del proyecto existieron comunidades coralinas cerca de la entrada del Canal de Panamá, y alrededor de las islas de Taboga, Urabá, Taboguilla y Otoque. La mayoría de estas áreas de corales ha desaparecido, aunque aún existen algunos remanentes de

comunidades alrededor de Taboga y Urabá, fuera del área de influencia directa. Las estructuras sólidas de coral se encontraron en Taboguilla Noroeste, Urabá y Taboga Noreste, donde la especie principal fue *P. damicornis*¹⁰⁹. Los táxones de corales encontrados en el Pacífico fueron¹¹⁰:

- Corales hermatípicos: Pocillopora, Pavona, Psammocora y Porites.
- Corales ahermatípicos: Tubastrea, Astrangia, Balanophyllia, Phyllangia, Oulangia y Paracyathus.
- Octocorales: Pacifigorgia, Lophogorgia y Muricea

De los hábitats costeros hallados en el este del Pacífico, solamente una pequeña parte corresponde a arrecifes de coral. Sólo existen aproximadamente 20 corales hermatípicos de escleractinia, comparados con 49 que existen en los arrecifes del Caribe panameño¹¹¹. Esta diferencia en abundancia quizá se podría deber a la variabilidad estacional en la temperatura del agua, las concentraciones de nutrientes, y las densidades de plancton causadas por afloramientos¹¹².

TABLA 7-6. MUESTREOS DE MACROFAUNA RECOGIDOS EN LAS ESTACIONES DE MAR ABIERTO.

Taxa	Número	Porcentaje	Taxa	Número	Porcentaje
Phylllocidae	96	13.62	Owenidae	5	0.71
NEMATODES	74	10.50	Pilargidae	5	0.71
Nephtyidae	53	7.52	Bivalve larvae	4	0.57
Spionidae	47	6.67	Pilargidae	4	0.57
Amphipod	46	6.52	Arca sp.	3	0.43
Glyceridae	40	5.67	Dorvidallidae	3	0.43
Nereidae	38	5.39	Onuphidae (1)	3	0.43
Capitelidae	36	5.11	Onuphidae (3)	3	0.43
Cirratulidae	23	3.26	Ophiuroidea	3	0.43
Goniadidae	21	2.98	Squillia sp.	3	0.43

¹⁰⁹ D'Croz *et al* 1994

¹¹⁰ D'Croz *et al* 1994

¹¹¹ Glynn, 1972

¹¹² D'Croz and Robertson, 1997

Taxa	Número	Porcentaje	Taxa	Número	Porcentaje
Sabellidae	20	2.84	OLYGOCHAETE	2	0.28
ECHIURA	19	2.70	Onuphidae	2	0.28
Copepod Calanoida	17	2.41	Porcellanidae	2	0.28
Protothaca	14	1.99	Trachypenaeus sp.	2	0.28
Arenicolodae	13	1.84	Gobidae	1	0.14
Cossuridae	12	1.70	Isopod	1	0.14
Tellina sp. (1)	12	1.70	Gastropod larva	1	0.14
Ophelidae	11	1.56	Mytella guyanensis	1	0.14
Solen sp.	11	1.56	Onuphidae	1	0.14
Lumbrineridae	9	1.28	Pisces	1	0.14
Magelonidae	9	1.28	Polyodontidae	1	0.14
Serpulid	8	1.13	Starnospidae	1	0.14
Anadara sp.	7	0.99	Brachyura larve	1	0.14
Ostracods	6	0.85			
Callinectes sp.	5	0.71			
Crassinella sp.	5	0.71	TOTAL	705	100.00

Fuente: Moffat & Nichol *et al.* 2004

Bentos Marino

La comunidad bentónica incluye aquellos organismos que viven en la superficie de los fondos marino (epifauna) o enterrados (infauna).

Infauna. Como parte del estudio de Alternativas de Depósito de Materiales, en el año 2003 se recolectó un juego de muestras bénticas. Se realizaron recolecciones en cinco sitios de playa y seis sitios en mar abierto. En la Figura 6-16 aparecen los sitios de muestreo más relevantes para este estudio. El mayor número de organismos bénticos se encontró en el sitio de Palo Seco y se encontró la mayor diversidad en el sitio propuesto para la isla artificial. En la Tabla 4-5 se muestra una lista del número de organismos recolectados en los seis sitios de muestreo en mar abierto, con el porcentaje del total de muestras que estos representan. Los organismos encontrados en mayor abundancia en los sitios de mar abierto pertenecían a la familia Phyooldocidae, (policaetes detritívoros). En la Tabla 7-7 se muestran los resultados del Índice

Shannon Weiner Diversity (H) para los datos de cada sitio, tanto para los sitios de playa como para los de mar abierto.

TABLA 7-7. INDICE DE BIODIVERSIDAD DE SHANNON – WIENER (H) VALORES PARA LOS SITIOS DE MUESTREO DE BENTOS.

Sitios de muestreo	Índice (H)
Este de la Playa de Palo Seco – Marea alta	2.002
Palo Seco Beach West – Marea alta	1.236
Palo Seco Beach West – Marea baja	1.957
Playa Kobbe – Marea alta	2.475
Playa Kobbe – Marea baja	2.032
Isla artificial	2.883
Mar Abierto en Palo Seco	2.998
Sitio 15	2.386
Campos de Pesca	2.165

Fuente: Moffat & Nichol *et al.* 2004

Epifauna.

En los sitios cercanos al desarrollo propuesto para la isla artificial, se identificó un total de 56 especies¹¹³. En términos de biomasa recolectada, las especies predominantes fueron: *Callinectes arcuatus* (cangrejos nadadores), *Euphyllax robustus* (cangrejo de oportunidades), *Lolliguncula panamensis* (calamar), *Portunus xanthussi*, *Renilla amethystine* (pluma marina), *Ptotosarcus sinosus*, *Squilla aculeate aculeate* (camarón mantis), *Xiphopenaeus riveti* (camarón tití), *Hepatus kossmani* (cangrejo real) y *Penaeus occidentalis* (camarón blanco). *Callinectes arcuatus* fue la especie abundante, comprendiendo el 31% del número de especies totales recopiladas, seguida por la *Euphyllax robustus*, que comprendió el 15%.

Peces

El estudio más reciente dentro del área se llevó a cabo en 1993, como parte de un Inventario Biológico del Canal efectuado por la Universidad de Panamá. Las muestras de peces del litoral se recogieron mediante mallas de arrastre de 10m y 30m, de 1.5-1.75 metros de alto y con aberturas de 0.64cm. Toda la recolección se realizó dentro del isobato de 50m.

¹¹³ Moffat and Nichols 2004. Artificial Island Study.

El estudio identificó 113 especies en el sector Pacífico. Sin embargo, este número aumentó con cada campaña de muestreo (cinco en total), de modo que en realidad la cantidad de especies podría ser mayor. La abundancia media fue más alta al principio de la estación lluviosa (532.5) y bajó a lo largo de la estación seca, lo que sugiere una relación con el afloramiento que ocurre durante la estación seca. Se sabe que las bajas temperaturas del mar debidas al afloramiento causan el desplazamiento de varias especies de peces e invertebrados hacia aguas más tibias y menos profundas. La diversidad de las especies también fue superior al comienzo de la estación lluviosa (75) y en general fue decreciendo durante la estación seca.

Otros estudios¹¹⁴ reportan que en el ámbito del Canal se encuentran las siguientes: *Atherinella panamensis*, *Anchoa arenicola*, *Anchoa panamensis*, *Eucinostomus californiensis*, *Melaniris pachylepis*, *Lile stolinifera*, *Anchovia sp.*, *Mugli curema*, *Diapterus peruvianus*, *Eucinostomus californiensis*, *Poeciliopsis elongata* y *Sphoeroides annulatus*.

Aves Costeras

Durante la temporada de migraciones, Panamá sirve de sitio de escala a las aves en tránsito. Millones de aves migran entre sus terrenos de apareamiento en el verano en Norteamérica y sus terrenos de invierno en Sudamérica. La mayoría de las especies están asociadas con las zonas de marismas (área intermareal), así como con los hábitats de pantanos y pastizales. Durante las épocas de afloramiento estacional (de abril a diciembre), también se encuentra un gran número de aves marinas, lo cual trae grandes cantidades de anchoas y sardinas a las áreas cercanas a la orilla (RPI, 2004).

¹¹⁴ REA Consulting SA y Martínez *et al* (1994)

TABLA 7-8. AVES COSTERAS OBSERVADAS EN LAS CERCANÍAS DE PALO SECO.

Especie	Nombre Común (Español)	Nombre Común (Inglés)	Rango de Protección Nacional	Rango de Protección Global
<i>Actitis macularis</i>	Playero colector	Spotted sandpiper	NN/BBS	G5
<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	Playero aliblanco	Willet	NN	G5
<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito trinador	Whimbrel	NN	G5
<i>Calidris pusilla</i>	Playero semiplameado	Semiplamated sandpiper	N4	G5
<i>Eudocimus magnificens</i>	Fragata magnífica	Magnificent frigate	N5	G5
<i>Pelecanus occidentalis carolinensis</i>	Palicano marrón	Brown pelican	N4	G4
<i>Phalacrocorax o. olivaceous</i>	Comoran neotropical	Neotropical cormorant	-	-

Fuente: Moffat & Nichol *et al.*, 2004

La isla de Taboga contiene un área protegida, la cual sirve como área anidamiento importante para las aves silvestres de caza y costeras. Se cree que alrededor de 50,000 a 70,000 aves anidan en el extremo sudoeste de Taboga, las cuales se alimentan en las aguas de la bahía de Panamá y en las aguas poco profundas cercanas a la entrada del Canal. La colonia de la isla de Taboga es uno de los terrenos de apareamiento para el pelícano café¹¹⁵.

En la Tabla 7-8 se presentan las aves costeras que se observaron cerca de Palo Seco durante los sondeos realizados para el estudio de factibilidad de la isla artificial y el estudio de depósitos de material de dragado.

No existe información sobre animales de mayor tamaño (tortugas, cetáceos) en esta área. Sin embargo, durante la visita a los sitios de depósito acuáticos realizada el 06 de diciembre de 2007, se observaron delfines nadando en las inmediaciones de la isla Changamé.

¹¹⁵ RPI 2004

7.2.2 Especies amenazadas, vulnerables, endémicas o en peligro de extinción

Terrestres

En las Tablas 3 y 4 y 5 del anexo 7-1 se presentan las especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción identificadas por el muestreo realizado por el departamento de defensa de los Estados Unidos (DDEU, 1996) en la zona HOROKO. La tabla 7-4 indica aquellas especies de aves protegidas que fueron identificadas en el campo el día 16 de febrero de 2007, donde sólo se observó la torcaza. Los resultados del muestreo de campo del DDEU (1996) y las especies protegidas observadas en 1996 en las inmediaciones de los sitios de depósito terrestres se encuentran en la tabla 2 del anexo 7-1.

Durante la visita de campo realizada el 16 de febrero de 2007, se observaron 2 iguanas (*Iguana iguana*) especie protegida.

Marinas

No se ha podido identificar especies de fauna acuática, amenazada, vulnerable, endémica o en peligro de extinción dentro de la zona de influencia directa del proyecto propuesto.

7.3 Ecosistemas frágiles

7.3.1 Representatividad de los ecosistemas

Terrestres

En el área limitada por los sitios de depósito terrestres no hay ecosistemas frágiles, ya que han sido intervenidos antrópicamente, desde comienzos del siglo pasado. La Figura 7-5 representa los ecosistemas sensibles y áreas protegidas en la zona del área de influencia del proyecto propuesto y sus proximidades.

Los Parques Naturales de Panamá reflejan la representatividad los ecosistemas típicos de las zonas de vida, pero dentro de la zona de influencia directa del proyecto no se localiza ningún

parque nacional. El Parque Nacional mas cercano al área del proyecto propuesto, es el Parque Natural Metropolitano, situado a 3.5 Km. al NE del proyecto (Figura 7-5). Tampoco se localizan bosques primarios o áreas sensibles, pero se aprecian dos pequeñas zonas de manglares al sur y al norte del sitio de depósito Farfán, y un área de ciénagas en Farfán que representan las zonas más frágiles cercanas al área del proyecto.

Acuáticos

Por otro lado los arrecifes de coral se consideran ecosistemas frágiles, pero en el área de influencia directa del proyecto propuesto no se han registrado arrecifes que puedan verse afectados. Los arrecifes de coral en el área del Pacífico se encontraron principalmente alrededor de las islas Taboga, Urabá y Taboguilla. El arrecife más desarrollado se encuentra al noroeste de Taboga, pero existen pocos segmentos vivos¹¹⁶.

¹¹⁶ D'Croz *et al* 1994 (Estudio Marino)

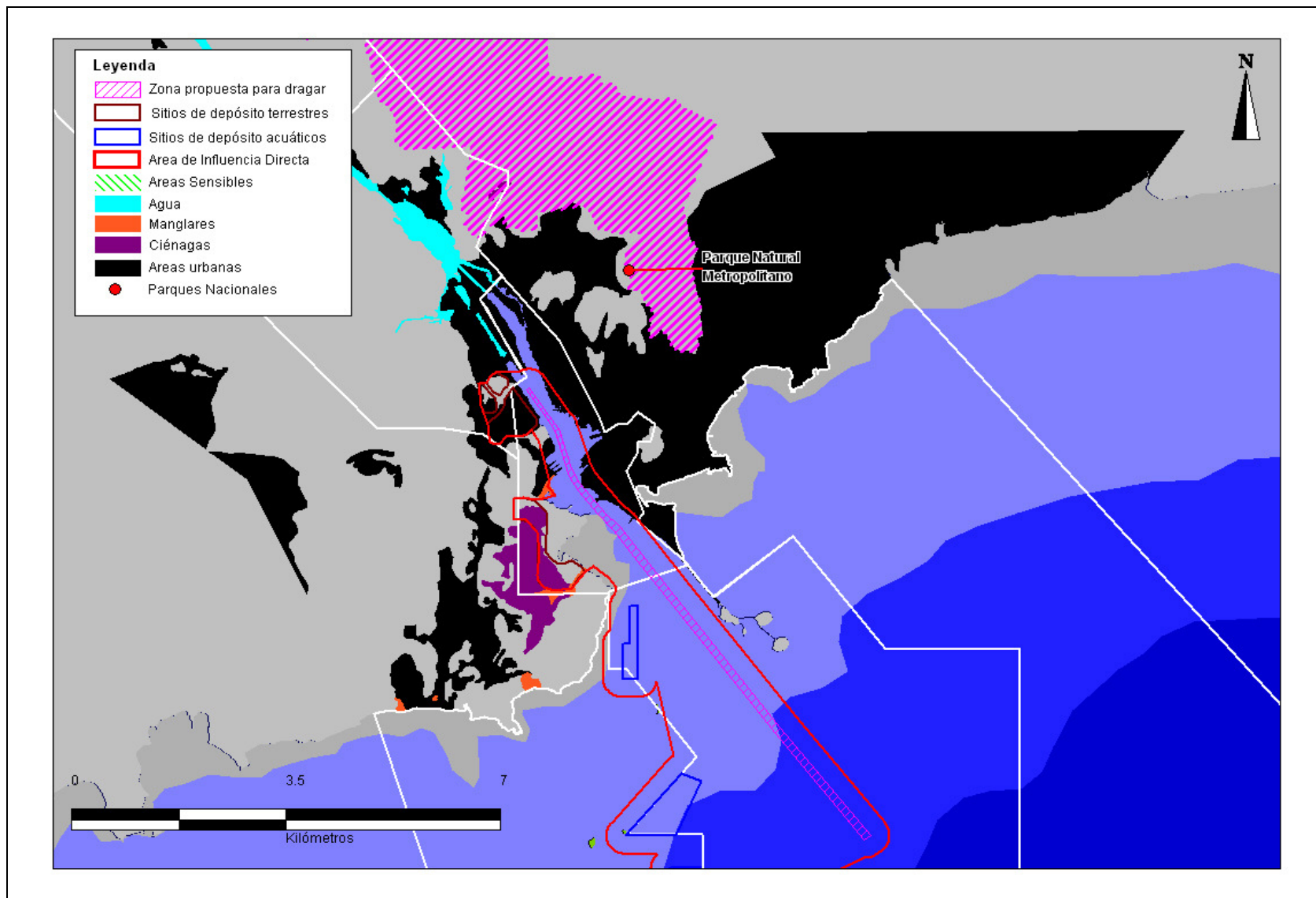


FIGURA 7-5: ZONAS PROTEGIDAS Y SENSIBLES EN EL ÁREA DEL PROYECTO PROPUESTO. FUENTE: PB 200

8 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

En este Capítulo se presentan las características socio-económicas principales del área de influencia indirecta del proyecto propuesto. En primer lugar, se describe brevemente el uso actual de la tierra en sitios colindantes al área de estudio. Éste va seguido de las características poblacionales de la comunidad de La Boca, Diablo y Amador que son las poblaciones más cercanas al proyecto propuesto, y su percepción sobre el mismo. La sección cuarta resume los sitios históricos, culturales, arqueológicos y paleontológicos dentro y próximos al área de influencia directa. El Capítulo termina con una descripción del carácter paisajístico de la zona.

8.1 Uso actual de la tierra en sitios colindantes

Dentro de las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto propuesto, se identifican una serie de poblaciones, actividades económicas y servicios sociales y de infraestructura que podrían verse afectados por el mismo.

Al norte de la entrada del Pacífico, se encuentra el Puente de Las Américas, inaugurado en 1962, que une a la ciudad de Panamá con el interior del país por medio de la carretera Inter-americana. Al este y paralelo al canal de navegación, se encuentra la Calzada de Amador (Causeway), que une con tierra firme las islas Naos, Perico y Flamenco (Ver Figura 8-1). Tanto la Calzada de Amador como las islas son áreas de desarrollo turístico. Al final de la isla Naos, en Punta Culebra, se encuentra el Centro de Exhibiciones Marinas del Instituto Smithsonian. Al otro lado del Canal, en la parte oeste, se encuentra el hotel de Playa Bonita, y el área protegida de Punta Bruja, a 3.5 Km. de Palo Seco. Otra área protegida que se ubica en el área de influencia indirecta del proyecto propuesto es la isla de Taboga, a aproximadamente 10 Km de la parte sur del canal de dragado, donde se encuentra un refugio de vida silvestre.

Los usos del suelo de La Boca, Amador y Diablo y sus áreas colindantes son principalmente de uso urbano, industrial y de oficinas, centro vecinal así como operaciones del Canal (Figura 8-1). La edafología de la comunidad de La Boca se han clasificado como suelos óxicos, no arables

(VIII), con limitaciones que excluyen su uso para la producción de plantas comerciales, con una pendiente del 0-3%.

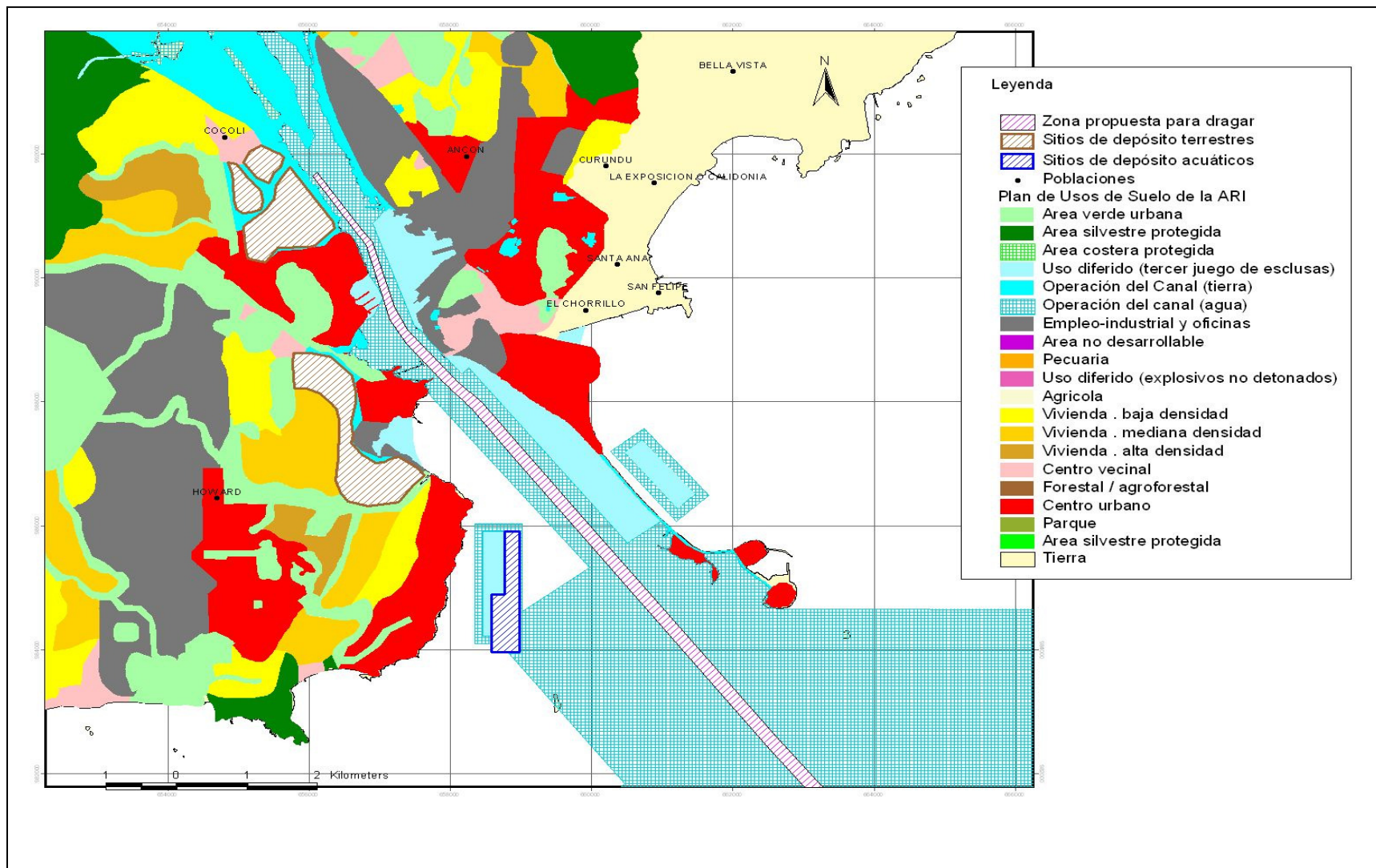


FIGURA 8-1: MAPA DE LOS USOS DEL SUELO DE LA AUTORIDAD DE LA REGIÓN INTEROCEÁNICA.

FUENTE: PB 2007

La zona residencial de La Boca, situada aproximadamente a unos 200 m al este de las actividades futuras de dragado del proyecto propuesto, es el centro de población más cercana. Otras poblaciones cercanas a la obra a destacar son: la comunidad de Diablo (situado a aproximadamente 500m del cauce de dragado), Amador (situado a aproximadamente 1.5 Km. del cauce de dragado), y a través del causeway, se llega a la (i) Isla Perico (situado a aproximadamente 1.3 Km. de Farfán), (ii) Isla Naos (situado a aproximadamente 600 m del cauce de dragado) e (iii) Isla Flamenco (situado a aproximadamente 1.25 Km. del cauce de dragado).

La Boca está localizada en el sector o barrio Balboa. Más específicamente, y de acuerdo a los límites políticos-administrativos del país, La Boca pertenece a la provincia de Panamá, distrito de Panamá, corregimiento de Ancón. Sus límites extremos son: al Norte, la Avenida Julio Linaires; al Oeste, el cauce de navegación del canal; al Sur, avenida de acceso al Puente de las Américas (lado este); y al Este, las calles Octavio Fábrega y Agustín Jaén Arango.

Las zonas residenciales Amador y Diablo también se ubican en la provincia de Panamá, distrito Panamá y corregimiento Ancón. Específicamente, la zona residencial Amador se localiza en el sector o barrio Amador y la zona residencial Diablo, en el sector o barrio de Diablo.

La Ley 21 de 2 de julio de 1997, por medio de la cual se aprobó el Plan Regional para el Desarrollo de la Región Interoceánica y el Plan General de Uso, Conservación y Desarrollo del Área del Canal, constituye el marco legal que consagra el ordenamiento territorial y los usos del suelo recomendados para el Área del Canal y la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá. La comunidad de La Boca está dentro del Área de compatibilidad con la operación del Canal y el uso asignado es de residencial de baja densidad. Los usos del suelo adyacentes a esta comunidad son: área de operación del Canal, área de uso mixto centro urbano y área de empleo industrial y oficina.

La sección 8.2 resume las características principales de las poblaciones de La Boca, Amador y Diablo mientras que más información sobre uso del suelo se presenta en las secciones 5.8 y 6.4.

8.2 Características de las poblaciones de La Boca, Amador y Diablo (nivel Cultural y Educativo)

Esta sección es el resultado de un análisis de información procedente del Censo de Población y Vivienda del 2000 y de una revisión bibliográfica de documentos relacionados con la descripción específica de la zona. Incluye información sobre composición de la población, educación, población indígena, y otros indicadores socio-demográficos y económicos, tales como índice de ocupación laboral y otros similares que aportan información relevante sobre la calidad de vida de las comunidades, equipamiento, servicios, obras de infraestructura y actividades económicas, entre otras.

8.2.1 Índices demográficos, sociales y económicos

En base a la información del censo Poblacional del año 2000, la provincia de Panamá tiene una población de 1, 388, 357 habitantes y 350,345 viviendas. El corregimiento de Ancón cuenta con una población de 11, 169 habitantes y 5,162 viviendas. 217 habitantes (106 son hombres y 111 mujeres) y 68 viviendas pertenecen a la comunidad de La Boca. De los 217 habitantes, 161 son mayores de 18 años.

Amador tiene 31 habitantes (17 hombres y 14 mujeres) y 11 viviendas. De los 31 habitantes, 25 son mayores de 18 años. Por otro lado, Diablo posee una población total de 862 habitantes (426 hombres y 436 mujeres) y un número de 267 viviendas. 630 son el número de habitantes mayores de 18 años en Diablo.

En cuanto al crecimiento demográfico, se espera que la provincia de Panamá incremente su población en un 50% en un período de 20 años (que va del 2000 al 2020) y el distrito de Panamá, en 45%. Estos resultados son de esperarse, ya que los distritos con menos población tendrán un crecimiento mayor que aquellos más poblados o densamente poblados (como es el caso del distrito de Panamá).

La Tabla 8.1 contiene otros indicadores socioeconómicos de las tres comunidades, obtenidos del Censo de población y vivienda del año 2000.

Como se aprecia en la Tabla 8.1, las comunidades de La Boca, Amador y Diablo son relativamente jóvenes, con un promedio de casi 20% de la población con edad menor a 15 años y con sólo un 8.5 % de la población con más de 65 años. La edad media de la población total es de 36, 32 y 34 años respectivamente y el promedio de hijos nacidos por mujer en las tres comunidades es de 1.5.

TABLA 8.1 INDICADORES SOCIOECONÓMICOS - LA BOCA, AMADOR Y DIABLO

Indicador	Comunidad de La Boca	Amador	Diablo
Promedio de habitantes por vivienda	3.2	2.8	3.2
Porcentaje de población menor de 15 años	19.35	16.3	22.62
Porcentaje de población de 15 a 64 años	72.81	74.19	69.14
Porcentaje de población de 65 y más años	7.83	9.68	8.24
Índice de masculinidad (hombres por cada 100 mujeres)	95.5	121.4	97.7
Mediana de edad de la población total	36	42	34
Promedio de años aprobados (grado más alto aprobado)	12.2	12.8	12.3
Porcentaje de analfabetas (población de 10 y más años)	0.00	0.00	0.14
Porcentaje de desocupados (población de 10 y más años)	10.53	0.00	10.14
Mediana de ingresos mensual de la población ocupada de 10 y más años	1,390.6	1,250.0	861,5
Mediana de ingreso mensual por hogar	2,625.0	3,000.0	1,625
Porcentaje de hogares con jefe hombre	83.82	90.91	73.13
Porcentaje de hogares con jefe mujer	16.18	9.09	26.87
Promedio de hijos nacidos vivos por mujer	1.5	1.5	1.5

Fuente: Contraloría General de la República de Panamá, censo de población y vivienda del 2000.

Educación

Los habitantes del corregimiento de Ancón tienen un nivel de educación más alto que la media nacional y el nivel de analfabetismo más bajo que el promedio nacional, que es del 7.6%. Por lo que se refiere al poblado de La Boca, existe solamente una persona con menos de tercer grado de primaria, que representa el 0.5% de la población y se reporta 0 personas analfabetas. En Amador también se reporta 0 personas analfabetas y 0 personas con menos de tercer grado de primaria aprobado. En Diablo, el 0.14%, de la población es analfabeta y existen 4 personas con menos de tercer grado de primaria (Tabla 8.1).

En el corregimiento de Ancón hay 27 escuelas, 14 de las cuales son primarias y las 13 restantes secundarias. En la comunidad de La Boca no hay reportes de escuelas, sólo se encuentra la Florida State University-Panamá, que es parte de la Ciudad del Saber. En Diablo se reportan dos establecimientos de enseñanza y ninguno en Amador.

8.2.2 Índice de mortalidad y morbilidad

En el corregimiento de Ancón hay un hospital (Hospital Oncológico) y 3 centros de salud, distribuidos entre Ancón y Taboga.

En la Tabla.8.2 se presentan las condiciones de Morbilidad en el distrito de Panamá y corregimiento de Ancón. Como se puede apreciar, la causa principal de muerte corresponde a las enfermedades de diarrea, seguida por las enfermedades venéreas o de transmisión sexual.

TABLA 8.2 CONDICIONES DE MORBILIDAD EN LA PROVINCIA DE PANAMÁ Y CORREGIMIENTO DE ANCÓN

Lugar	Morbilidad																	
	SIDA		Enfermedades inflamatoria pélvica		Sífilis		Malaria		Dengue		Leishmaniasis		Diarrea		Intoxicación alimentaria		Hepatitis infecciosa	
	No	Tasa	No	Tasa	No	Tasa	No	Tasa	No	Tasa	No	Tasa	No	Tasa	No	Tasa	No	Tasa
Panamá*			185	0.03	131	0.02	7	0.0	54	0.01	24	0.0	6,975	1.2	11	0.0	96	0.02
Ancón**	1	0.01			1	0.00					1	0.01	266	2.34	3	0.03	1	0.01

Fuentes: Región Metropolitana de Salud y Región de Salud de Colón, Ministerio de Salud.
 *Población de la Región Metropolitana de Salud estimada en 2002: 575,089
 **Población del corregimiento de Ancón estimada en 2002: 11,344

8.2.3 Índice de ocupación laboral y otros similares que aporten información relevante sobre la calidad de vida de las comunidades afectadas

La revisión del comportamiento de la tasa de desempleo en la región metropolitana y el resto del país, indica que el desempleo es muy superior en la Región Metropolitana (15.17%), existiendo una diferencia aproximada de cinco puntos porcentuales con el resto del país (10.53% para La Boca y 10.14% para Diablo). En el caso de Amador, se reporta 0% de tasa de desempleo. No obstante, a nivel regional, la mayor tasa de desempleo corresponde a San Miguelito, con un 16.3%, seguido de Panamá con un 15.5%; y Panamá Oeste (La Chorrera y Arraiján), con un 13.5%.

El análisis de la actividad laboral distingue dos grandes grupos; la población que participa en el mercado de trabajo (Población Económicamente Activa - PEA), y el grupo que no participa de la actividad laboral (Población No Económicamente Activa). El total de ocupados en la comunidad de La Boca es de 85 personas y representan el 52.8% de la población mayor de 18 años de edad. Existe una persona que se dedica a las actividades agropecuarias en el área de estudio. El total de desocupados es de 10 habitantes.

En Amador, el total de ocupados es de 14 personas y representa el 50% de la población mayor de 18 años de edad. Existe también una persona dedicada a actividades agropecuarias. En Diablo, el

total de ocupados es de 399 personas, representado el 54.35% de la población mayor de 18 años de edad. Existen también una persona que se dedica a actividades agropecuarias y el total de desocupados es de 22 habitantes.

Según el censo de Población y Vivienda del 2000, el total de la Población No Económicamente Activa en la comunidad de La Boca es de 98 habitantes, en Amador, de 12 y en Diablo, de 280.

8.2.4 Equipamiento, servicios, obras de infraestructura y actividades económicas

La población de la comunidad de La Boca, vive en un área urbana y tiene acceso a servicios e infraestructura urbanos. Según el censo del 2000, tiene un total de 68 viviendas, con un promedio de 3.2 personas por vivienda. Todas las viviendas poseen piso de concreto o similar, con servicio sanitario, luz eléctrica y cocinan con gas o energía eléctrica y ninguna vivienda cocina con carbón o leña. Del total de viviendas, sólo hay una que no tiene televisor, 4 sin radio y 5 sin teléfono residencial (ver Tabla 8.3).

La comunidad de Amador también vive en un área urbana teniendo así acceso a servicios e infraestructura urbanos. Tiene un total de 11 viviendas, con un promedio de 2.8 personas por vivienda. Todas las viviendas tienen piso de concreto o similar, con servicio sanitario, luz eléctrica y cocinan con gas o energía eléctrica. Del total de viviendas, sólo hay una sin teléfono residencial (ver Tabla 8.3).

TABLA 8.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS VIVIENDAS - COMUNIDADES DE LA BOCA, AMADOR Y DIABLO

Descripción	La Boca	Amador	Diablo
Con Piso de Tierra	0	0	0
Sin Agua Potable	0	0	0
Sin Servicio Sanitario	0	0	0
Sin Luz Eléctrica	0	0	0
Cocinan con Leña	0	0	0
Cocinan con Carbón	0	0	0
Sin Televisor	1	0	6
Sin Radio	4	0	14
Sin Teléfono Residencial	5	1	23

Fuente: Contraloría General de la República de Panamá, censo de población y vivienda del 2000.

La comunidad de Diablo, como las otras dos comunidades, también vive en un área urbana teniendo así acceso a servicios e infraestructura urbanos. Tiene un total de 267 viviendas, con un promedio de 3.2 personas por vivienda. Todas las viviendas tienen piso de concreto o similar, con servicio sanitario, luz eléctrica y cocinan con gas o energía eléctrica. Del total de viviendas, hay 6 sin televisor, 14 sin radio y 23 sin teléfono residencial (ver Tabla 8.3).

Por otra parte, de acuerdo con la información suministrada por la Contraloría General de la República, se identificaron en la comunidad de La Boca un total de 59 locales que diversos tipos, tales como locales comerciales, lucrativos, educativos y religiosos que operan en la comunidad de La Boca (ver Tabla 8.4).

TABLA 8.4 LOCALES COMERCIALES, LUCRATIVOS, EDUCATIVOS Y RELIGIOSOS DE LA COMUNIDAD DE LA BOCA

Locales de la Comunidad de la Boca
Florida State University Panama
National Shipping Adjuster, Inc.
The Grill House Restaurant
Hotel Boutique
Iglesia Bautista La Boca
Jewell R. Willock
Interamerican Police Security Dist
Administración Metro Istmo, S.A.
Akita-Ya, S.A.
Altamar Panamá, S.A.(Agencia Marítima Altamar)
Asociación Nacional De Porcinocultores De Panamá
Associated Steamship Agents, S.A.
Bar Parrillada La Boca
C. Fernie & Co.S.A.
Camin Cargo Control Panamá, S.A.
Compañía Marítima de Cabotaje
Compañía Marítima de Panamá, S.A.
Consorcio Pesquero Panamá, S.A.
Constructores Unidos, S.A.
Cooperativa de Servicios Múltiples Prácticas del Canal, R.L.
Dese Construction, S.A.
Distribuidora Marina, S.A.
Electro Technical Services

Locales de la Comunidad de la Boca
Electromar Services, S.A.
Dopisa
Esso Estandar Oil, S.A.
On The Run
Gasolineria La Boca
Gateway Transit Limited Inc.
Gianfranco Agency, S.A.
Ime (International Marine Experts)
Isthmus Bureau Of Shipping, S.A.
Latmen Sea
Lloyds Registrer Central And American Limited
Marina Satélite Services, S.A.
Marine Communication Services, S.A.
Marine Suppliers, S.A.
Marine Tanker
Navstar Marine Electronic, S.A.
Panama Canal Lodge N° 1414
Pan-American Technical Services, S.A.
Petro Solution
Ps & C
Reade International
Salón de Belleza Chila'S
Servicios de Operaciones Marítimas, S.A.
Servicios Portuarios Panama
Shamrocks Grills And Restaurant
Shiloh
Smit Internacional Harbour Towage (Panamá), Inc.
Staward'S Shipping
T.T.S. Panamá, S.A.
Tax Services, Inc.
Wilford & Mckay, S.A.
Fuel And Marine Marketing Antillas, Ltd
Labor Supply & Company
Lavandería y Lavamático Free Way
Mini Super y Restaurante Free Way
Sastrería Taylor Shop

Fuente: Contraloría General de la República de Panamá, censo de población y vivienda del 2000.

En La Boca existe una agrupación de pescadores llamados 'Cooperativa de Pescadores de La Boca' los cuales capturan y comercializan diferentes tipos de especies de pescado en el área del

Golfo de Panamá. Esta agrupación se encuentra ubicada en Balboa, en el corregimiento de Ancón, en un área contigua a los Puertos de Balboa, donde existía el lugar de embarque y desembarque del antiguo Ferry o trasbordador que comunica la ciudad de Panamá con el resto de la parte occidental del país. Estas instalaciones se dejaron de utilizar en el año 1964, cuando se construyó el Puente de las Américas, y desde esa época se instalaron pescadores artesanales que hacían faena de pesca y utilizaban el sitio como área de embarque y almacenaje de los botes. La agrupación cuenta con alrededor de 100 personas que hacen sus labores en 14 botes de pesca artesanal, más 10 botes de pesca deportiva que se almacenan en el área¹¹⁷.

La Tabla 8.5 muestra los locales comerciales, lucrativos, educativos y religiosos en Amador y Diablo. El número total de establecimientos en Amador es 55, de los cuales 31 son hoteles y restaurantes, 11 son comercios al por menor, 9 son actividades inmobiliarias, Empresariales y de Alquiler, 2 de transporte, Almacenamiento y Comunicaciones, 1 comercio al por mayor y 1 industria manufacturera.

TABLA 8.5 LOCALES COMERCIALES, LUCRATIVOS, EDUCATIVOS Y RELIGIOSOS EN AMADOR Y DIABLO

Actividad	Número de Establecimientos
Amador	55
Industria Manufacturera	1
Comercio al por Mayor	1
Comercio al por Menor	11
Hoteles y Restaurantes	31
Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones	2
Actividades Inmobiliarias, Empresariales y de Alquiler	9

¹¹⁷ Ingemar Panamá y Aquambiente 2005

Diablo	52
Industria Manufacturera	12
Comercio al por Mayor	7
Comercio al por Menor	15
Hoteles y Restaurantes	1
Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones	5
Intermediación Financiera	1
Actividades Inmobiliarias, Empresariales y de Alquiler	2
Enseñanza	2
Actividades de Servicios Sociales y de Salud	1
Otras Actividades Comunitarias	6
Fuente: Directorio Estadístico de Empresas año 2002.	
Panamá, 12 de enero de 2007	

En el caso de Diablo, el número total de establecimientos es de 52, de los cuales 15 son comercio al por menor, 12 industrias manufactureras, 7 comercios al por mayor, 5 transporte, almacenamiento y comunicaciones, 2 actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler, 2 de enseñanza, 1 Hotel y/o restaurante, 1 intermediación financiera y 1 actividad de servicios sociales y de salud (véase Tabla 8.5).

8.3 Percepción local sobre el Proyecto

Dentro del Programa de Ampliación del Canal de Panamá del Tercer Juego de Esclusas, programa que incluye este proyecto, la ACP llevó a cabo un proceso de participación ciudadana con el fin de integrar al pueblo panameño en la toma de decisión histórica para la aprobación de dicho programa. Específicamente, se realizó un intenso proceso de divulgación de cinco (5) meses donde se incluyeron temas de interés relacionados con la operación del Canal y la proyección de la ampliación del Canal con los impactos del costo y aportes al Estado panameño;

todo esto a través de presentaciones y con actividades variadas de información y participación ciudadana (véase Tabla 8.6).

TABLA 8.6: ESTADÍSTICAS DE DIVULGACIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN

Descripción de la actividad
▪ 1,088 participaciones de voceros de la ACP en diferentes medios de difusión
▪ 736 participaciones en radio y 351 en televisión
▪ Más de 100 participaciones en los medios fueron debates con representantes de grupos opuestos al proyecto de ampliación
▪ 2,088 presentaciones informativas realizadas por los voceros
▪ 235, 692 personas recibieron las presentaciones
▪ 21, 268 llamadas fueron atendidas en la línea telefónica ACP Responde
▪ 34, 500 personas fueron atendidas en las 16 Infoplazas de la ACP
▪ 790,530 propuestas del proyecto de ampliación fueron distribuidas en todo el país
▪ 3.6 millones de visitas y 738 mil descargas de documentos relacionados al proyecto, fueron realizadas a través de la página Web de la ACP sobre la propuesta de ampliación
▪ 1,588 publicaciones (noticias, artículos, glosas y caricaturas) a favor del proyecto de ampliación del Canal fueron registrado en los medios impresos locales, después del anuncio oficial de la Propuesta de la ACP (25 de abril) hasta tres días antes del referendo (jueves 19 de octubre)
▪ 1,389 informaciones en contra fueron publicados en los periódicos y 1,090 de tipo neutral lo que evidenció la discusión abierta que el tema tuvo en la opinión pública
▪ 851 publicaciones de artículos de opinión. Cuando se intensificó el debate nacional sobre la ampliación del Canal, los periódicos dieron cuenta del interés tanto de ciudadanos panameños como de extranjeros por expresar libremente su postura sobre este proyecto
▪ 392 artículos publicados que expresaron el respaldo a la construcción del Tercer Juego de Esclusas. Otros 306 artículos de opinión rechazaron la Propuesta de la ACP y 153 artículos de opinión no definieron una postura específica sobre el tema

Fuente: ACP 2007

Además, en cumplimiento a lo establecido en el Decreto Ejecutivo 209 de la ANAM y el MaTEA de la ACP, se ha elaborado e implementado un Plan de Participación Ciudadana específico para el Proyecto “Ensanche y Profundización del cauce de la entrada Pacífica del Canal de Panamá”. En el capítulo 10 aparece este Plan, donde se describe con detalle la metodología empleada, las actividades de información y participación ciudadana que se llevaron a cabo, todo ello de acuerdo a lo establecido en la legislación ambiental vigente.

El Proyecto “Ensanche y Profundización del cauce de la entrada Pacífica del Canal de Panamá”, se encuentra localizado en áreas patrimoniales de la ACP, en los corregimientos de Veracruz, Arraiján y Ancón, distritos de Panamá y Arraiján, provincia de Panamá, donde no hay población afectada directamente por el proyecto; sin embargo, la ACP estableció un radio de 500 m desde el prisma del Canal¹¹⁸, con el fin de identificar las comunidades e infraestructuras que pudiesen verse afectadas de alguna manera, por las actividades que se desarrollen con el proyecto. Dentro de este radio se encuentran la comunidad de La Boca y algunas viviendas de la comunidad de Diablo o Altos Jesús (32 viviendas), pertenecientes al corregimiento de Ancón. De acuerdo al censo de Población y Vivienda del 2000, en la comunidad de La Boca hay 68 viviendas y 217 habitantes, mientras que en Diablo o Alto Jesús, hay un total de 267 viviendas y 862 habitantes.

La ACP, conjuntamente con la Junta Comunal de Ancón (JCA), coordinó el desarrollo de dos reuniones informativas para los residentes de las comunidades de Diablo y La Boca, con la finalidad de presentar o dar a conocer el proyecto propuesto. Las reuniones fueron realizadas el 14 de marzo de 2007 (La Boca) y el 29 de marzo (Diablo). Estas comunidades fueron invitadas mediante la distribución de volantes (de casa en casa) conjuntamente por personal de ACP y de la JCA en horas de la noche, para garantizar que fueran entregadas directamente al dueño (a) de la vivienda (ver tabla 8.7). En total se visitaron 136 hogares.

¹¹⁸ Límites del cauce de navegación del Canal de Panamá

TABLA 8.7: RESULTADOS DE ENTREGAS DE VOLANTES A RESIDENTES LA BOCA Y DIABLO

La Boca	
Descripción	Total
Volantes entregadas directamente al dueño de la vivienda	45
Viviendas desocupadas	3
Viviendas alquiladas a Florida State University	6
No atendió la visita, se dejó volante	8
No había nadie en casa, se dejó volante	8
No había nadie en casa	13
Se dejó volante con la empleada, no estaban en casa	2
No se localizó la vivienda	1
Los dueños de la vivienda estaban de viaje	1
Total de hogares visitados	87
Diablo	
Descripción	Total
Volantes entregadas directamente al dueño de la vivienda	36
Viviendas desocupadas	1
No había nadie en casa, se dejó volante	9
Se dejó volante con la empleada, no estaban en casa	1
No se localizó la vivienda	2
Total de hogares visitados	49

Fuente: ACP 2007

Dentro del Plan de Participación Ciudadana, también se consideró a los negocios/comercios localizados en el radio de 500 m del prisma del Canal; esto incluyó algunos negocios de Diablo, Amador y La Boca (ver Tabla 8.8). A este grupo se les entregó nota de invitación para que asistieran a la reunión de presentación del proyecto que se realizó el 21 de marzo de 2007, en el Centro de Capacitación Ascanio Arosemena de la ACP.

TABLA 8.8: NEGOCIOS INVITADOS A LAS REUNIONES INFORMATIVAS DIABLO, AMADOR Y LA BOCA

Negocios, Comercios	
Nombre de la Empresa	Localización
Panama Ports Co	La Boca
Astilleros Braswell	La Boca
Smit Harbor Towage	La Boca
Esso Standard Oil	La Boca
Cooperativa de pescadores	La Boca
Florida State University	La Boca
Iglesia Bautista de La Boca	La Boca
Junta de Inspectores de Locales	La Boca
Atlantic Pacific	La Boca
MOP-OMVEPAC-Puente de Las Américas	La Boca
Hotel Country Inn	Amador
Friday's	Amador
Club de Yates de Balboa	Amador
Parque Industrial Marítimo de Panamá, S.A.-PIMPSA	Rodman
Servicio Marítimo Nacional-Base Vaco Núñez de Balboa	Rodman
Diablo Spinning Club	Diablo
Policía Nacional-Sub-estación de Diablo	Diablo
Hangares privados	Diablo

Fuente: ACP 2007

El Plan de Participación Ciudadana incluye también un resumen de los resultados, producto de las preguntas y respuestas realizadas durante el desarrollo de las reuniones informativas, tanto por los residentes como por los negocios (ver Capítulo 10 del Plan de Manejo Ambiental). Durante la presentación del proyecto se dio a conocer cuáles eran los componentes del proyecto, objetivos, actividades que se realizarán, controles contractuales, entre otros, recalcando que sus comentarios y sugerencias serían incorporados en el EsIA. Los residentes de La Boca, Diablo, al igual que los representantes o dueños de los negocios expresaron su satisfacción de haber sido informados y considerados en esta primera etapa del proyecto y esperan tener acceso al EsIA,

que se mantenga la comunicación durante la ejecución del proyecto así como el cumplimiento de los términos y controles contractuales.

Finalmente, la ACP mencionó a los participantes que durante el proceso de Evaluación del EsIA por parte de la ANAM, el documento estará disponible por un periodo de 15 días hábiles, contados a partir de la publicación del aviso, en el Centro de Documentación de la ANAM, con la finalidad de recibir comentarios y recomendaciones para el EsIA, siendo la ANAM la encargada de recibirlos para completar el proceso de revisión.

8.3.1 Foro público

No aplicable a este estudio por ser un EsIA de Categoría II

8.4 Sitios históricos, culturales, arqueológicos y paleontológicos

El proyecto propuesto se encuentra en una zona (área del Canal y Costa Pacífica) de gran valor histórico y larga historia de intervención humana lo cual explica la probabilidad de existencia de sitios históricos, arqueológicos y paleontológicos.

Contexto Histórico del Canal de Panamá

El Istmo de Panamá ha servido históricamente de ruta migratoria y ha sido ocupado por grupos humanos durante más de 12,000 años. La primera evidencia de actividad humana data del final del período glaciador hace unos 10,000 años¹¹⁹.

Panamá ha sido durante cinco siglos ruta relevante para el comercio y transporte mundial. Primero como ruta colonial de transporte terrestre a través del Camino de Cruces y Camino Real, y luego como ruta transcontinental a través del Canal.

¹¹⁹ Weaver *et al* 2004

Los primeros exploradores europeos llegaron a principios del siglo XVI cuando en 1502 Cristobal Colón descubrió el río Chagres. El castillo de San Lorenzo en la desembocadura del Río Chagres fue construido para proteger la ruta del oro de España por el Istmo. A mediados del siglo XVIII los españoles abandonaron la ruta del Chagres por el Istmo, prefiriendo viajar alrededor del extremo de Sudamérica en el Cabo de Hornos. El descubrimiento de oro en el Perú por los españoles, condujo al desarrollo del ‘Camino Real’ en Panamá – la ruta por la que hacían pasar todas las mercancías.

La Fiebre del Oro del siglo XIX que desató una carrera desde el litoral este de los EEUU hacia el Oeste a California, y la necesidad de una eficiente ruta postal de Este a Oeste en los EEUU fueron los estímulos detrás de la construcción del Ferrocarril de Panamá. El ferrocarril de Panamá fue utilizado por la migración del Este al Oeste de los EEUU antes de la terminación del ferrocarril transcontinental de los EEUU en mayo de 1869.

El canal Francés constituye los restos sobrevivientes del propuesto canal a nivel del mar iniciado por los franceses, liderados por Ferdinand De Lesseps, en 1880. El esfuerzo que culminó en fracaso en 1889 resultó en la construcción de muelles, viviendas, hospitales y oficinas.

La construcción del actual Canal por la Compañía Universal del Canal (entre 1880 y 1914) marca el hito histórico de la apertura de una vía a través del Istmo. La importancia del legado histórico y cultural del Canal fue oficialmente reconocido en octubre de 2003, cuando el Fondo Mundial de Monumentos (World Monuments Fund - WMF) puso a la totalidad del área del Canal en su “World Monuments Watch”¹²⁰ (‘Vigilancia de Monumentos Mundiales’), que es una lista de sitios considerados de importancia cultural significativa a nivel mundial.

El Canal es también considerado un importante recurso turístico lo cual acentúa aún más la importancia de considerar sus aspectos históricos y culturales en la descripción de la línea base social existente¹²¹.

¹²⁰ <http://wmf.org/watch.html>

¹²¹ Lous Berger 2004 y Moffat and Nichol 2005

Sitios Históricos y Arqueológicos

En el área de influencia directa del proyecto no existen Monumentos Nacionales declarados.

En los sitios de depósito Velásquez, Farfán y Victoria es improbable que se encuentren restos arqueológicos ya que estos sitios han sido utilizados en el pasado. Por otro lado se desconoce la posible existencia de posibles restos históricos y arqueológicos en las nuevas áreas a ser dragadas.

Diversos sitios precolombinos e históricos han sido encontrados durante investigaciones arqueológicas dentro del área de influencia del proyecto propuesto y otras áreas próximas al mismo. La Figura 8-2 representa los sitios dentro del área de influencia del proyecto propuesto y próximo al mismo con reportes de restos históricos y precolombinos. Estos sitios se describen brevemente a continuación.

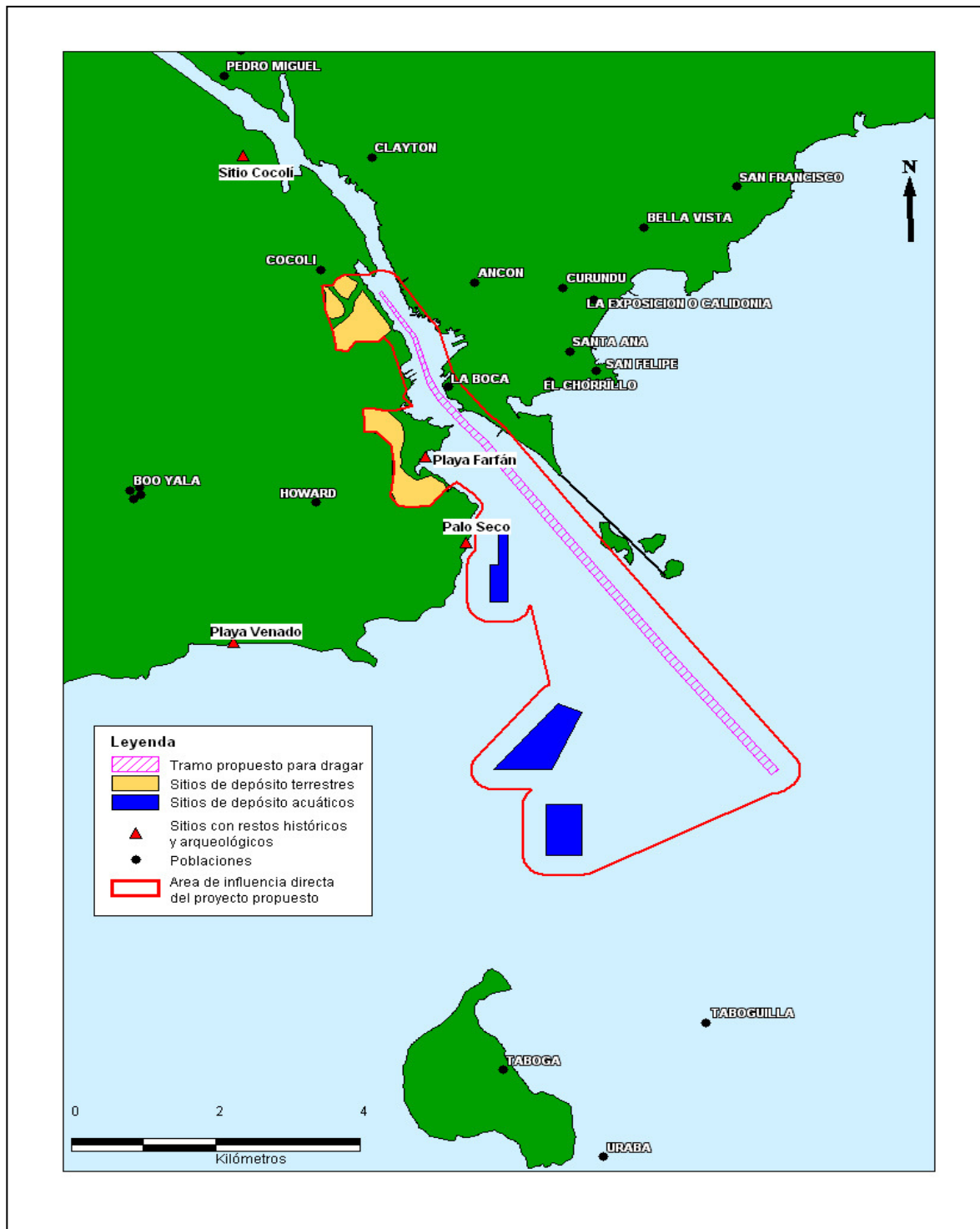


FIGURA 8-2: MAPA DE LOS SITIOS CON REPORTES DE RESTOS ARQUEOLÓGICOS E HISTÓRICOS DENTRO DEL ÁREA INFLUENCIA DEL PROYECTO PROPUESTO Y PRÓXIMO AL MISMO, FUENTE: PB 2007

Playa Farfán

En la zona de la playa Farfán (véase Figura 8-2), se realizaron operaciones de salvamento arqueológico en 1941 durante la construcción de un campo de tiro. Sus hallazgos fueron publicados varios años después por Marshall (1949), el cual interpretó el sitio como una aldea precolombina y los concheros con urnas funerarias asociadas. Se estimó que cubrían un área oval cercana a los 93 por 31 metros. La mayor parte de restos culturales se concentraban en la matriz misma de los depósitos de conchas. Las ollas (vasijas provistas de cuello) constituían el tipo de recipiente predominante¹²².

Palo Seco

El sitio Palo Seco está a 2 Km. al noreste del sitio Playa Venado y pudo haber estado asociado con los enterramientos de este sitio. Al igual que Playa Venado, Palo Seco fue descubierto por obras de remoción y nivelación por parte del ejército norteamericano. Reconocimientos y excavaciones de prueba durante los años 80 indicaron que el sitio fue una importante aldea precolombina durante el periodo 150 y 450 dC que cubría aproximadamente 100,000 m². El sitio ya estaba bastante saqueado antes de que se suscitara las mencionadas investigaciones.

Sitio Cocolí

Este sitio localizado entre las esclusas de Pedro Miguel y Miraflores, a aproximadamente 4 Km. del punto más cercano del área de influencia del proyecto propuesto, fue investigado durante la prospección arqueológica llevada a cabo en el 2006 como parte de los estudios preliminares para el Programa de Expansión del Canal¹²³. Los resultados de este estudio indican la existencia de artefactos históricos datados del comienzo del siglo XX y del comienzo de la construcción original del Canal así como artefactos arqueológicos pre-colombinos.

Playa Venado

Playa Venado es un gran emplazamiento funerario localizado en la costa del Pacífico, inmediatamente al este del pueblo de Veracruz, aproximadamente 5 Km. al este de Palo Seco y a 7 Km. del canal de dragado. Fue descubierto en 1948 durante las actividades de limpieza de

¹²² Griggs *et al* 2006

¹²³ Griggs *et al* 2006

tierra llevada a cabo por militares estadounidenses. El sitio se extiende sobre una franja de costa que cubre más de 1500 m de largo por unos 100 de ancho y es uno de los descubrimientos más notables a nivel nacional. Se excavaron un total de 369 esqueletos humanos por medio de excavaciones controladas, muchos de ellos en buen estado de preservación. Los restos hallados datan de los siglos I y II dC. Formó parte del Fuerte Kobbe, donde se descubrieron enterramientos y residuos de diversos tipos. Buena parte del sitio hoy está destruida debido a años de huaquearía y desarrollo urbano.

Las áreas sumergidas de la costa Pacífica puede que también sea importante desde un punto de vista arqueológico ya que al final de la era de Pleistoceno, se inundó 50 Km. de tierra firme a lo largo de la parte sur de la Bahía de Panamá al aumentar el nivel del mar¹²⁴.

Paleontología

Dentro del área de influencia del proyecto propuesto existen áreas donde se puede dar la presencia de fósiles de relevancia científica¹²⁵.

En el año 2005 se realizó un estudio de evaluación de recursos paleontológicos como parte de los estudios preliminares para el Programa de Ampliación del Canal de Panamá. Uno de los objetivos del estudio fue identificar áreas con un alto potencial de albergar restos paleontológicos a lo largo del alineamiento de las nuevas esclusas, tanto en el sector Atlántico como en el Pacífico.

El estudio determinó que las formaciones La Boca, Culebra, Cucaracha, Gatún, Lama del Pacífico y Lama del Atlántico tienen un alta probabilidad de contener recursos Paleontológicos¹²⁶.

La formación La Boca existe en tres áreas principales – cerca de las esclusas de Pedro Miguel, cerca de las esclusas de Miraflores y cerca de Cocolí. La formación La Boca también se encuentra en el área de influencia directa del proyecto (ver Figura 8-2).

¹²⁴ Moffatt & Nichol *et al* 2004

¹²⁵ ACP 2006 d p52

¹²⁶ Kirby 2005

La formación La Boca es en su totalidad de origen marino y muy fosilífera. Los fósiles más comunes son moluscos (bivalvos y gastrópodos), corales, decápodos, foraminífera y plantas (madera, hojas, semillas y polen). Menos comunes son los vertebrados marinos, estando presentes restos fósiles de tortugas de mar y cocodrilos. Durante el reconocimiento de campo en la formación La Boca se encontraron abundantes fósiles de bivalvos, gastrópodos, decápodos y plantas.

La formación Lama Pacífica (o Lodo del Pacífico) también se identificó como una formación de alto potencial paleontológico de contener fósiles marinos y terrestres. Aunque no encontraron fósiles de mamíferos terrestres en el reconocimiento de campo, depósitos similares en otros lugares han producido mamíferos terrestres del Pleistoceno¹²⁷.

8.5 Paisaje

En términos generales, el paisaje de la zona de influencia está dominado por los elementos asociados a la operación del Canal y presenta caracteres variados (industrial, natural y urbano). La visibilidad del Canal y de las diferentes áreas de operación es limitada debido a la ubicación de las instalaciones (lejos de centros urbanos) y a la restricción de acceso público a las áreas de operación por razones de seguridad. Este hecho, unido a la topografía local y la extensión del Canal, limita significativamente las posibles vistas por parte de personas ajenas a las actividades del Canal así como el número de receptores visuales.

El proyecto propuesto se ubica totalmente dentro de tierras reservadas para el uso del Canal, según el Plan de Usos de Suelo elaborado por la Autoridad de la Región Interoceánica, Ley 21 de 1997.

El Canal utiliza parte del antiguo estuario del río Grande, que tiene una cuenca de drenaje relativamente pequeña en las pendientes inclinadas de la cordillera del istmo. Las zonas originales adyacentes al mar estuvieron dominadas por pantanos y manglares. En la parte marina,

¹²⁷ Kirby 2005

la pendiente continental tiene un gradiente suave hacia el sur, y por debajo de la zona intermareal, las rocas están cubiertas por unos sedimentos suaves recientes, aunque hay una cadena de islas rocosas pequeñas.

El tercer juego de esclusas propuesto se ubicará al sur-oeste de las esclusas de Miraflores y Pedro Miguel. La misma se encuentra en el área de las excavaciones del 1939 (abandonadas en el 1942 y hoy cubiertas por lagunas y bosque secundario). Actualmente, las excavaciones abandonadas contienen, yendo desde el sur hacia el norte, la entrada sur inundada por agua marina y llena de sedimentos finos marinos, un tapón de tierra, un lago profundo de agua salobre, un tapón intermedio, otro lago, el tapón norte y una entrada hasta el lago de Miraflores. La zona contiene 8 km² de área ‘urbana’, incluyendo las áreas de las operaciones de las esclusas, y 5.8 km² de tierra con paja blanca (al lado oeste). El alineamiento del Pacífico se encuentra dentro de una zona de bosque tropical de tierras bajas y presenta cinco asociaciones vegetales, a saber: manglares; humedal de agua dulce originado por la construcción del Canal; bosque secundario de bajura; bosque secundario de ladera; y herbazales. En esta zona se encuentran varios sitios de depósito terrestres utilizados históricamente y en la actualidad para el depósito de material de dragado (húmedo) y/o de excavación (seco).

La bordada Balboa y la entrada Pacífica es una zona de desembocadura del río Grande; la morfología del estuario original cambió mucho durante la construcción de la entrada Pacífica del Canal. Se han realizado varias reclamaciones de la tierra a los lados del estuario, utilizando los materiales excavados del Corte Culebra (por ejemplo, Balboa está construida completamente sobre los depósitos de estos materiales). Del mismo modo, la profundización y el enderezamiento del Canal a lo largo del estuario han cambiado sus propiedades hidrográficas. Hoy día este ambiente artificial está dominado por el tránsito de buques hasta el Canal, y las operaciones portuarias de Balboa. La zona tiene 31.7 Km. de costa, de los cuales, 25 Km. son áreas portuaria, industrializada o urbana. Sólo en la esquina sur-oeste existen algunas áreas vegetadas, una ciénaga extensiva con una franja de manglares, y pequeñas áreas de bosque secundario y paja blanca.

La Bahía de Panamá y la zona marina es una zona sub-litoral, con un lecho muy fangoso (90-99% limo y arcilla), alcanza una profundidad de 20m a unos 10-15km de la costa. El litoral es arenoso, con pequeña bahías y acantilados. La zona entre mareas está compuesta de fango y arena, con áreas extensivas de rocas. Una cadena de pequeñas islas, de origen volcánico, se extiende al sur de la entrada al Canal. En el vértice sur-oeste del área de depósito de Tortolita se encuentra la isla Tortolita, dando así su nombre a dicho sitio de depósito.

La Figura 8-3 muestra una vista panorámica del área de proximidad al proyecto propuesto.

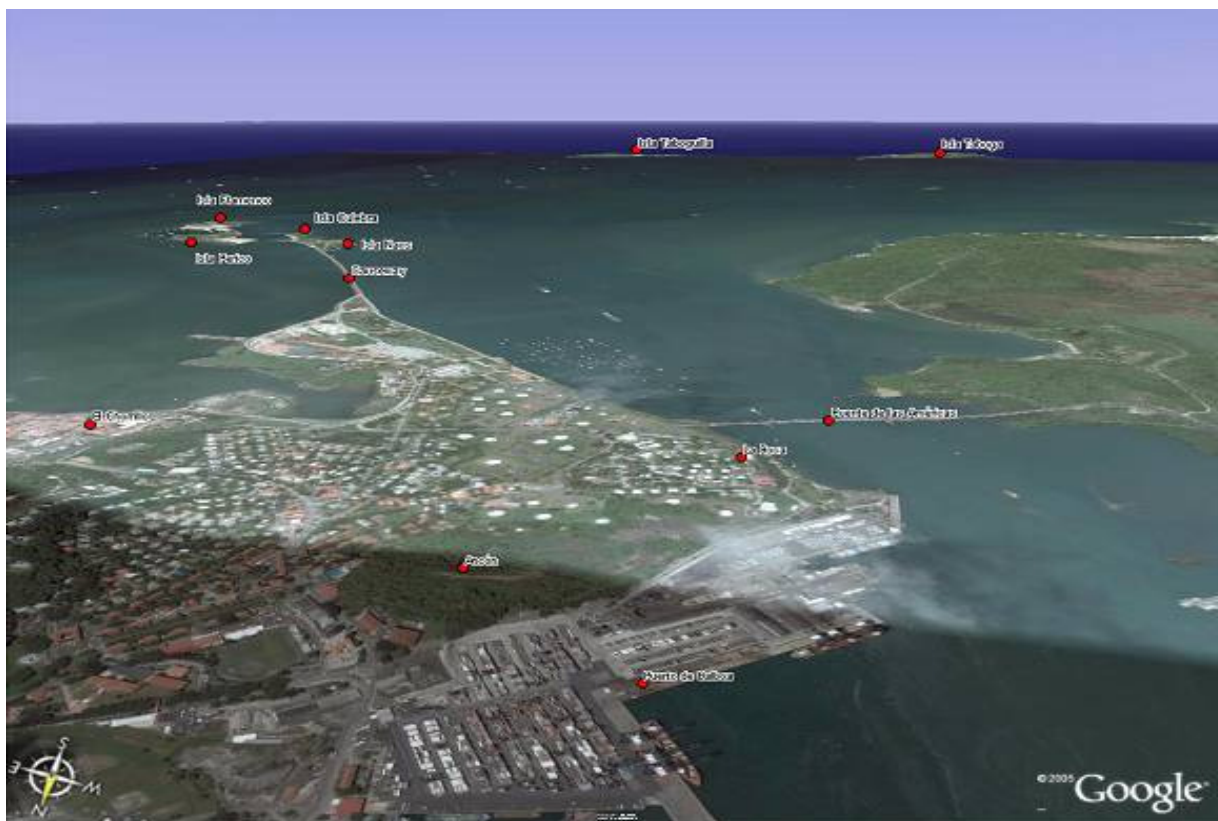


FIGURA 8-3: VISTA PANORÁMICA DEL ÁREA DE PROXIMIDAD AL PROYECTO PROPUESTO. FUENTE: GOOGLE 2005 – LICENCIA DE PB

Así, el carácter paisajístico general queda definido por la presencia de tres componentes principales: actividades portuarias y de operación del Canal; natural y urbanístico. A continuación se presenta una descripción más detallada de estos tres componentes. En el Anexo 8-1 se puede observar fotos del área tomadas durante las visitas de campo realizadas para este estudio.

- Actividades Portuarias y de Operación del Canal. Está constituido por elementos característicos de áreas portuarias de gran actividad (barcos en tránsito, áreas de anclaje, maquinaria para dragado de mantenimiento, etc.), y es sin duda un elemento dominante del paisaje en el canal de dragado del proyecto propuesto.
- Natural. El paisaje también está constituido por la presencia de laderas densamente vegetadas (propias de un clima tropical húmedo), sobre todo en la parte sur-oeste del Canal (área protegida de Punta Bruja). Lo que predomina es una ciénaga extensiva con una franja de manglares, y algunas áreas medianas de bosque secundario y paja blanca. Además, la existencia de pequeñas islas e islotes al sur-oeste del canal de dragado (como por ejemplo, Tortolita y Tortolita Sur, Isla Changamé, Roca Peña Marca, Isla Melones, Isla Cocoví e Isla Venado), realzan aún más el carácter natural del área debido a su abundancia en vegetación. Esta componente naturalística se ve afectada por la presencia de algunas infraestructuras significativas (Puente de las Américas) y desarrollos urbanos (Hotel Playa Bonita y Hospital Larga Estancia en Playa Palo Seco), haciendo así disminuir su valor paisajístico natural. Sin embargo, se observa el agua como elemento predominante, de atracción y dominio, lo que permite en cierto modo que las infraestructuras de grandes dimensiones y colores variados disminuyan su grado de impacto visual, es decir que el agua hace de contraparte visual, ya que es un elemento que presenta movimiento y luminosidad. Las Figuras 8-4 y 8-5 muestran una vista panorámica de la parte oeste y sur-oeste de la Entrada Pacífica del Canal.
- Urbanístico. Al este del proyecto propuesto, y al suroeste de Calidonia y El Chorrillo, se encuentra la ciudad de Panamá. Éste aporta al paisaje general un componente urbano de marcado carácter, sobre todo debido a la presencia de rascacielos y edificación alta de la zona Paitilla y Punta Pacífica. Además, en la parte este y paralelo al canal de dragado, se encuentra la Calzada de Amador (Causeway). Esta fue una antigua base militar americana y, como se comentó anteriormente, une con tierra firme las islas Naos, Perico y Flamenco. Tanto la Calzada de Amador como las islas son áreas de un fuerte desarrollo turístico.



FIGURA 8-4: VISTA PANORÁMICA DE LA PARTE OESTE DE LA ENTRADA PACÍFICA DEL CANAL. FUENTE: GOOGLE 2005 – LICENCIA DE PB

Como se comentó anteriormente, el Área de Influencia Visual del Canal y de las diferentes áreas de operación del Canal queda limitada debido a la ubicación estratégica de las instalaciones lejos de centros urbanos y a la restricción de acceso público a las áreas de operación por razones de seguridad. Las poblaciones/comunidades situadas en el área de influencia directa del proyecto propuesto son La Boca (a 200 m del cauce de dragado), Amador (situado a aproximadamente 1.5 Km. del cauce de dragado), Isla Perico (situado a aproximadamente 1.3 Km. de Farfán), Isla Naos (situado a aproximadamente 600 m del cauce de dragado) y Isla Flamenco (situado a aproximadamente 1.25 Km. del cauce de dragado). Otras poblaciones próximas al área de influencia del proyecto propuesto son Ancón (situado a aproximadamente 1.5 Km. al noreste del cauce de dragado), Fuerte Howard (situado a aproximadamente 2.0 Km. al suroeste de Farfán) y El Chorrillo (situado a aproximadamente 2.0 Km. al este del cauce de dragado) (Ver Figuras 8-5 y 8-6).



FIGURA 8-5: VISTA PANORÁMICA DE LA PARTE SUR-OESTE DE LA ENTRADA PACÍFICA DEL CANAL, FUENTE: GOOGLE 2005 – LICENCIA DE PB

Más específicamente, el área de influencia visual del Canal de dragado y sitios de depósitos acuáticos (Palo Seco, Tortolita y Tortolita Sur) corresponde a la presencia dominante de actividad humana, específicamente barcos en espera de tránsito al Canal o salida del mismo, contenedores, maquinaria pesada e infraestructuras de grandes dimensiones como el Puente de las Américas. Las características del área inmediata a los sitios de depósitos de Tortolita y Tortolita Sur queda definida mayormente por el agua marina y presencia de vegetación terrestre procedente de las islas Tortolita y Tortolita Sur. Por lo que se refiere a la calidad del fondo escénico u horizonte visual, en general es una zona con características de paisaje abierto con alta intervisibilidad (valoración de panorámicas amplias en el punto de observación), y se determina que el cielo y el agua representan el fondo escénico.

Por otra parte, el área de influencia visual de los sitios de depósitos terrestres (Victoria, Rousseau, Velásquez y Farfán) queda dominada por la componente natural debido a la presencia de abundante vegetación (pajonal, herbazal, y pequeñas zonas de bosque secundario) y áreas de humedales.

Esta página queda en blanco intencionalmente

9 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS

9.1 Análisis de la situación ambiental previa (línea base) en comparación con las transformaciones del ambiente esperadas

El área de influencia del proyecto propuesto ha sufrido una intervención antrópica desde comienzos del siglo pasado, causada por las actividades relacionadas con la construcción y operación del Canal de Panamá.

Como se indicó anteriormente, estas áreas están circunscritas dentro de las zonas patrimoniales del Canal de Panamá, por lo que han sido destinadas para el funcionamiento, protección, modernización o ampliación del Canal de Panamá.

El proyecto específicamente se encuadra dentro de las zonas de operación de la ACP en el cauce del Canal de aproximación del Pacífico. La geología del canal de dragado y los sitios de depósito se caracteriza por las formaciones La Boca, Panamá y material basáltico. La topografía se caracteriza por lomas suaves y los sitios de depósito se encuentran entre las cotas de 2-15 msnm, lo que hace oscilar el nivel freático de las zonas más bajas, dando lugar a pequeñas lagunas. Los ríos cercanos a los sitios de depósito son el río Farfán y sus afluentes, como el río Matutela; el río Velásquez y la Quebrada Victoria. La vegetación de los sitios de depósito terrestres se compone de pequeñas zonas de bosque, matorrales, rebrotes de mangle negro y herbazales-pajonales. La vegetación existente es el resultado de la colonización natural de estos sitios después del depósito de material ocurrido durante las pasadas obras de modernización y ensanche del Canal. Estos sitios además han sido perturbados históricamente para controlar las poblaciones de mosquitos y su vez, epidemias de malaria. Durante las visitas de campo realizadas en Diciembre 2006 y Febrero 2007, no se observaron especies de fauna y flora en peligro de extinción. La fuente principal de contaminantes del aire en esta zona son los motores de combustión de las embarcaciones y locomotoras, cuyas principales emisiones existentes son NOx, materia particulada, SO₂ y CO.

Las tres comunidades más próximas al proyecto propuesto son La Boca, Diablo y Amador. La comunidad de La Boca se encuentra muy próxima a las actividades de detonación propuestas, y algunas casas ya se vieron afectadas por las vibraciones en los años 2005 y 2006 relacionadas al programa de modernización (daños no estructurales). El sitio Cocolí es el sitio histórico, arqueológico y paleontológico, ya rescatado, más cercano a las actividades del proyecto propuesto. En los sitios de depósito Velásquez, Farfán y Victoria es improbable que se encuentren restos arqueológicos ya que estos sitios han sido utilizados en el pasado. Por otro lado se desconoce la posible existencia de restos históricos y arqueológicos en las inmediaciones de los sitios de depósito acuáticos y el canal de dragado, aunque es poco probable debido a que el Canal siempre ha sido sometido a actividades de dragado. El carácter paisajístico general queda definido actualmente por la presencia de tres componentes principales: operación del Canal, natural y urbanístico. Por otro lado, el área de influencia visual del Canal y de las diferentes áreas de operación del Canal queda limitada debido a la ubicación estratégica de las instalaciones lejos de centros urbanos y a la restricción de acceso público a las áreas de operación por razones de seguridad.

Se considera que el proyecto propuesto es compatible con la situación ambiental del sector ya que forma parte de las actividades propias de la Operación del Canal y del Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá y su ejecución se realizará tomando en cuenta las consideraciones ambientales identificadas en este estudio.

La siguiente sección muestra la valoración ambiental (análisis, valoración y jerarquización) de los impactos identificados durante las fases de construcción y operación. Ésta va seguida de una descripción de los impactos ambientales y socio-económicos de carácter significativo. El Capítulo finaliza con un resumen de la metodología empleada para la evaluación (identificación y valorización) de los impactos.

9.2 Análisis, valoración y jerarquización de los impactos positivos y negativos de carácter significativamente adversos derivados de la ejecución del proyecto

Los resultados del proceso de identificación de impactos producidos durante las etapas de construcción y operación del proyecto propuesto aparecen en las Tablas 9-1 y 9-2.

Los impactos procedentes de las actividades principales del proyecto propuesto se dividen en tres grupos principales: impactos al elemento Físico, Biológico y al elemento Socio-Económico-Cultural. Las actividades llevadas a cabo durante la fase de construcción son diferentes a las desarrolladas durante la fase de operación. Por consiguiente, los impactos identificados son por lo general diversos en tipología y cantidad en las dos etapas.

Las matrices de identificación de impactos durante la etapa de construcción, identificó 24 categorías de impactos (véase Tabla 9-1). Estos impactos son de diversa índole, como por ejemplo generación de gases contaminantes, cambio geomorfológico, cambio de la cobertura vegetal, afectación de la fauna terrestre y generación de empleo. Durante la etapa de operación, se identificaron 13 categorías de impactos diferentes tales como, compactación del suelo, riesgo de accidentes y afectación de infraestructuras (ver Tabla 9-2). No se identificaron en ninguna de las dos fases del proyecto impacto en áreas protegidas y en cambio en el uso de la tierra.

Los resultados de la valoración global de los impactos identificados en las etapas de construcción y operación del proyecto propuesto aparecen en las Tablas 9-3 y 9-4.

TABLA 9-1: MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES - ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Impacto al elemento	Actividades versus impactos	Voladuras y perforaciones subacuáticas	Dragado de los Canales de navegación	Transporte de material de dragado (terrestre y marino)	Descarga de material de dragado en sitios terrestres	Descarga de material de dragado en sitios marinos	Generación de residuos	Contratación de personal
Físico	Generación de gases contaminantes	X	X	X	X	X		
	Generación de ruido	X	X	X	X	X		
	Generación de vibración	X						
	Generación de partículas suspendidas en el aire	X	X	X	X	X		
	Cambio geomorfológico (terrestre y/o marino)	X	X		X	X		
	Erosión del suelo	X	X		X			
	Compactación del suelo			X	X			
	Contaminación del suelo			X	X		X	
	Cambio del régimen y flujo de aguas		X		X			
	Aumento de la turbiedad	X	X	X		X		
	Aumento de la sedimentación	X	X	X	X	X		
	Cambio de la calidad del agua marina	X	X			X	X	
Biológico	Afectación de áreas protegidas							
	Cambio de la cobertura vegetal terrestre				X			
	Afectación de la fauna terrestre			X	X			
	Afectación de la flora acuática	X	X			X		
	Afectación de la fauna acuática	X	X			X		
	Afectación de flora y fauna acuática por riesgo de derrame de hidrocarburos		X	X	X			
Socioeconómico y cultural	Cambio en el paisaje				X	X		
	Demanda de transporte							
	Cambio en el uso de la tierra							
	Riesgos de accidentes	X	X	X	X	X		
	Generación de empleo	X	X	X	X	X		X
	Contribuciones sociales y económicas adicionales	X	X	X	X	X	X	X
	Afectación de sitios arqueológicos potenciales		X					
	Afectación de infraestructura y edificios	X						

Fuente: PB 2007

TABLA 9-2: MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES - ETAPA DE OPERACIÓN

Impacto al elemento	Actividades versus impactos	Dragado de mantenimiento los Canales de navegación	Transporte de material de dragado (terrestre y marino)	Depósito de material de dragado en sitios terrestres	Depósito de material de dragado en sitios marinos	Generación de residuos	Contratación de personal
Físico	Generación de gases contaminantes	X	X	X	X		
	Generación de ruido	X	X	X	X		
	Generación de vibración						
	Generación de partículas suspendidas en el aire		X	X			
	Cambio geomorfológico (terrestre y/o marino)						
	Erosión del suelo		X	X			
	Compactación del suelo						
	Contaminación del suelo						
	Cambio del régimen y flujo de aguas						
	Aumento de la turbiedad	X	X		X		
	Aumento de la sedimentación	X		X	X		
	Cambio de la calidad del agua marina	X	X		X		
Biológico	Afectación de áreas protegidas						
	Afectación a la cobertura vegetal terrestre			X			
	Afectación de la fauna terrestre			X			
	Riesgo de atropello de los animales silvestre						
	Caza ilegal de los animales silvestre						
	Afectación de la flora acuática	X	X		X		
	Afectación de la fauna acuática	X	X		X		
	Afectación de flora y fauna acuática por riesgo de derrame de hidrocarburos		X	X	X		
Socioeconómico y cultural	Cambio en el paisaje						
	Demanda de transporte						
	Cambio en el uso de la tierra						
	Riesgos de accidentes	X	X	X	X		
	Generación de empleo	X	X	X	X		
	Contribuciones sociales y económicas adicionales	X	X	X	X		
	Afectación de sitios arqueológicos potenciales						
	Afectación de infraestructura y edificios						

Fuente: PB 2007

TABLA 9-3: VALORACIÓN GLOBAL DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Impactos ambientales	NATURALEZA	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERACIÓN	SINERGIA	ACUMULACIÓN	EFFECTO	PERIODICIDAD	EXTENSIÓN	INTENSIDAD	IMPORTANCIA AMBIENTAL
Generación de gases contaminantes	-	4	2	1	1	1	1	4	4	1	1	24
Generación de ruido	-	4	2	1	1	1	1	4	4	1	1	24
Generación de vibración	-	4	2	1	4	1	1	4	4	4	2	39
Generación de partículas suspendidas en el aire	-	4	2	1	1	1	1	4	4	1	1	24
Cambio geomorfológico (terrestre)	-	2	2	2	4	1	1	4	4	1	1	26
Erosión del suelo	-	4	2	1	1	1	1	4	4	1	2	27
Compactación del suelo	-	4	2	2	1	1	1	4	4	1	2	28
Contaminación del suelo	-	4	2	1	1	1	1	4	1	1	2	24
Alteración del régimen y flujo de aguas	-	4	2	2	8	1	1	4	4	1	1	32
Aumento de la turbiedad	-	4	2	2	2	1	1	4	4	2	4	38
Aumento de la sedimentación	-	4	2	2	2	1	1	4	4	2	4	38
Cambio geomorfológico (fondo marino)	-	2	2	2	4	1	1	4	4	1	1	26
Cambio de la calidad del agua marina	-	4	2	2	2	1	1	4	2	2	4	36
Afectación de áreas protegidas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cambio de la cobertura vegetal terrestre	-	2	2	2	2	1	1	4	4	1	1	24
Afectación de la fauna terrestre	-	2	2	1	2	1	1	4	4	1	1	23
Afectación de la flora acuática	-	4	2	2	8	1	1	4	2	2	4	42
Afectación de la fauna acuática	-	4	2	2	8	1	1	4	2	2	2	36
Afectación de flora y fauna acuática por riesgo de derrame de hidrocarburos	-	2	2	1	2	1	1	4	1	2	1	21
Cambio en el paisaje	-	2	2	2	2	1	1	4	2	1	1	22
Demanda de transporte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cambio en el uso de la tierra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Riesgo de accidentes	-	4	1	1	1	1	1	4	4	1	1	23
Generación de empleo	+	4	4	2	8	1	1	4	2	1	2	35
Contribuciones sociales y económicas adicionales	+	4	4	2	8	1	1	4	2	1	2	35
Afectación de sitios arqueológicos potenciales	-	4	4	1	1	1	1	4	1	1	1	23
Afectación de infraestructura y edificios por efecto de vibraciones	-	4	2	1	4	1	1	4	1	1	1	24

Fuente: PB 2007

TABLA 9-4. VALORACIÓN GLOBAL DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN LA ETAPA DE OPERACIÓN

Impactos ambientales	NATURALEZA	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERACIÓN	SINERGIA	ACUMULACIÓN	EFEECTO	PERIODICIDAD	EXTENSIÓN	INTENSIDAD	IMPORTANCIA AMBIENTAL
Generación de gases contaminantes	-	4	1	1	1	1	1	4	1	1	1	20
Generación de ruido	-	4	1	1	1	1	1	4	1	1	1	20
Generación de vibración	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Generación de partículas suspendidas en el aire	-	4	1	1	1	1	1	4	1	1	1	20
Cambio geomorfológico (terrestre)	-	2	2	2	2	1	1	4	1	2	1	24
Erosión del suelo	-	4	2	1	1	1	1	4	1	1	1	21
Compactación del suelo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Contaminación del suelo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alteración del régimen y flujo de aguas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aumento de la turbiedad	-	4	2	2	2	1	1	4	2	2	2	30
Aumento de la sedimentación	-	2	2	2	2	1	1	4	1	2	1	24
Cambio geomorfológico (fondo marino)	-	2	2	2	2	1	1	4	1	2	1	24
Cambio de la calidad del agua marina	-	2	2	2	2	1	1	4	1	2	1	24
Afectación de áreas protegidas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cambio de la cobertura vegetal terrestre	-	2	2	2	2	1	1	4	1	1	1	21
Afectación de la fauna terrestre	-	2	2	1	2	1	1	4	1	1	1	20
Afectación de la flora acuática	-	2	2	2	2	1	1	4	1	2	2	27
Afectación de la fauna acuática	-	2	1	1	2	1	1	4	1	2	1	22
Afectación de flora y fauna acuática por riesgo de derrame de hidrocarburos	-	4	2	1	2	1	1	4	1	2	1	21
Cambio en el paisaje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Demanda de transporte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cambio en el uso de la tierra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Riesgo de accidentes	-	4	1	1	1	1	1	4	2	1	1	21
Generación de empleo	+	1	4	4	2	2	4	1	4	1	2	35
Contribuciones sociales y económicas adicionales	+	1	4	4	2	2	4	1	4	1	2	35
Afectación de sitios arqueológicos potenciales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Afectación de infraestructura y edificios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: PB 2007

Un resumen de la importancia ambiental de los impactos en las etapas de construcción y operación aparecen en las Tablas 9-5 y 9-6.

TABLA 9-5: IMPORTANCIA AMBIENTAL DE LOS IMPACTOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Importancia ambiental	Rango	Totales
Impactos con importancia ambiental irrelevante	< 25	11
Impactos con importancia ambiental moderada	> 25 < 50	13
Impactos con importancia ambiental alta	> 50 < 75	0
Impactos con importancia ambiental muy alta	> 75	0
Totales		24

Fuente: PB 2007

TABLA 9-6: IMPORTANCIA AMBIENTAL DE LOS IMPACTOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN

Importancia ambiental	Rango	Totales
Impactos con importancia ambiental irrelevante	< 25	12
Impactos con importancia ambiental moderada	> 25 < 50	2
Impactos con importancia ambiental alta	> 50 < 75	0
Impactos con importancia ambiental muy alta	> 75	0
Totales		14

Fuente: PB 2007

Como se aprecia en la Tabla 9-5, se identificaron 24 impactos ambientales potenciales durante la etapa de construcción, de los cuales 11 fueron valorados como importancia ambiental irrelevante y 13 con importancia ambiental moderada. No se identificó ningún impacto con importancia alta y muy alta. Dos impactos fueron considerados como positivos y el resto, negativos. Algunos de los impactos (negativos y positivos) valorados con importancia ambiental moderada fueron:

- Generación de Vibración (-39)
- Aumento de la Sedimentación y Turbiedad (-38)
- Cambio Geomorfológico (fondo marino) (-26)
- Cambio de la calidad del agua marina (-36)
- Afectación de la flora acuática (-42)
- Generación de empleo (+35)
- Contribuciones sociales y económicas (+35)

Se identificaron 16 impactos potenciales generados en la etapa de operación (Tabla 9-6), de los cuales 12 se valoraron como impactos con importancia ambiental irrelevante y 2 como impactos con importancia ambiental moderada. De estos dos son positivos y no fueron valorados como negativos. No se identificó ningún impacto con importancia ambiental alta y/o muy alta. Los dos impactos valorados con importancia ambiental moderada fueron:

- Aumento de la turbiedad (-30)
- Afectación de la flora acuática (- 27)

No se identificó ningún impacto significativo negativo de tipo indirecto, acumulativo o sinérgico.

9.2.1 Descripción de los impactos positivos y negativos valorados como significativos

A continuación se describen los impactos a los elementos físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales que se han valorado como significativos/importantes (ver Tablas 9-3 y 9-4) como producto de las acciones de las actividades de dragado y de disposición marina y terrestre, tanto en las fases de construcción como de operación.

En primer lugar se analizan los impactos producidos por la fase de construcción, seguidos del análisis de los impactos producidos por la fase de operación. El análisis se realiza describiendo

los impactos y su rango de importancia ambiental (grado de significatividad ambiental) en relación con las actividades que lo producen.

Impactos durante la fase de construcción

Impactos al elemento físico

Calidad del Aire

La generación de gases contaminantes y partículas en suspensión fueron impactos valorados con importancia ambiental negativa irrelevante (-24).

La calidad del aire en el área del proyecto podría ser afectada por la contaminación proveniente de las detonaciones cuando ésta tiene lugar a poca profundidad, y de las maquinarias, principalmente por las emisiones gaseosas de los equipos utilizados durante la operación de profundización del cauce de navegación (éstas suelen funcionar las 24 horas del día).

Entre los principales contaminantes provenientes de los combustibles utilizados, se encuentran el monóxido de carbono (CO), ozono, óxido de nitrógeno (NO_x); también se encuentran hidrocarburos no quemados (HC), dióxido de azufre (SO₂) (precursor de partículas). Los contaminantes se disiparán en el ambiente por lo que se califica como limitado en el tiempo.

Para la estimación de las emisiones de dragado se incluyeron dos equipos de perforadoras, cuatro tractores, dos palas y dos cargadores y embarcaciones de apoyo. En la Tabla 9-7 se incluyen las emisiones estimadas.

TABLA 9-7: EMISIONES ESTIMADAS DURANTE LAS OPERACIONES DE DRAGADO

Fuentes de Emisión	CO (t/día)	NO _x (t/día)	PM ₁₀ (t/día)	SO ₂ (t/día)
Dragas y Equipo de Perforación	0.28	2.83	0.07	3.77
Equipo Terrestre	0.08	0.32	0.03	-
TOTAL	0.36	1.15	0.10	3.77

Fuente: PB 2006 b

Las emisiones estimadas durante el proceso de dragado representan aproximadamente entre el 1 y el 8% de las emisiones marítimas existentes en el área.

No se prevé una emisión significativa de partículas suspendidas al aire durante la disposición terrestre del material dragado debido a que el material se encuentra húmedo y por lo tanto no es fácilmente transportado por el viento.

Por otra parte, este impacto se considera irrelevante también debido (i) a que la disposición terrestre de material se realizará en espacios abiertos (disminuyendo así la concentración del contaminante), (ii) a su naturaleza simple, y (iii) a su grado de mitigación remediable a través de medidas de reducción del impacto. Además, el proyecto propuesto generaría mínimas variaciones en la calidad del aire existente.

Ruido

La generación de ruidos fueron impactos valorados con una importancia ambiental negativa irrelevante (-24).

Los niveles de ruido en los sitios sensibles (receptores) dependerán del tipo de 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. 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. 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. El sitio de monitoreo M3 esta entre este rango; sin embargo, el sitio M4 está mas allá de esta distancia. 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.

Los efectos sobre los niveles de ruidos en las comunidades de La Boca y Diablo durante la fase de construcción podrían resultar de los ruidos provenientes del equipo utilizado y de las actividades de voladura, perforación y dragado. Los niveles de ruido provenientes de estas actividades pueden variar extensamente, dependiendo de la fase y cronograma de las operaciones de construcción. Los niveles de ruidos provenientes de la construcción en las zonas residenciales