

## 5.0 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Con la finalidad de identificar, evaluar y cuantificar impactos ambientales, es necesario contar con una descripción de proyecto que permita contemplar todos los renglones de trabajo y actividades de mantenimiento que pudieran incidir sobre el ambiente físico, biológico, social, económico y cultural.

El proyecto objeto del presente Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) denominado Construcción de un Puente sobre el Canal en el Sector Atlántico, se basa en el Estudio Referencial, planos y especificaciones de diseño de la obra, en la Evaluación Ambiental Preliminar requerida por la ACP y elaborada por URS y por información levantada en campo. El promotor del proyecto es la Autoridad del Canal de Panamá (ACP).

Para cumplir con los objetivos y términos de referencia del estudio, así como con lo establecido en el Decreto Ejecutivo 123 de 14 de agosto de 2009, la descripción de proyecto deberá incluir todas aquellas acciones del mismo que pudieran ocasionar impactos ambientales significativos.

### **Antecedentes**

La red vial existente que conecta los sectores Este y Oeste de la Provincia de Colón cruza por el Canal de Panamá en el extremo Norte de las Esclusas de Gatún. Este cruce consiste de dos puentes móviles u oscilantes, de nivel bajo, de un carril de circulación, los cuales cruzan frente a cada una de las dos cámaras de las esclusas existentes. Estos puentes tienen una capacidad de carga de 20 toneladas y un radio de giro restringido con un ángulo de 90° en cada uno de sus accesos. El tráfico de camiones y vehículos pesados está restringido por una altura libre máxima de 4.25 m.

El elemento central para ampliar la capacidad del Canal es un Tercer Juego de Esclusas con dimensiones mayores a las existentes, por lo que será necesario restringir su uso, quedando el cruce existente sobre el Canal en el sector Atlántico para uso exclusivo de la ACP. De ahí la

necesidad de construir un cruce permanente en el Atlántico, bien mediante la opción de Puente o Túnel.

En el 2004 la Autoridad del Canal de Panamá (ACP) realizó un estudio de pre-factibilidad para investigar la posibilidad de proveer un cruce permanente sobre el Canal en el sector Atlántico. Este estudio confirmó la posibilidad de dicho cruce y a la vez generó configuraciones conceptuales y costos aproximados para las opciones de Puente y Túnel. Confirmada dicha posibilidad, el nuevo cruce se reconvierte en una obligación adquirida por la ACP a través de la Ley 28 del 17 de julio del 2006 “Que aprueba la propuesta de construcción del Tercer Juego de Esclusas en el Canal de Panamá, sometida por el Órgano Ejecutivo, y dicta otras disposiciones”, en la cual su Artículo 3<sup>ro</sup> indica que la ACP debe desarrollar todos los estudios necesarios para identificar la alternativa más conveniente para establecer un cruce vehicular, siendo puente o túnel, en el sector Atlántico del Canal.

En cumplimiento con la mencionada Ley, el consorcio conformado por URS+COWI, preparó durante el primer semestre del 2010, un Estudio para Determinar la Mejor Alternativa de Cruce sobre el Canal en el Sector Atlántico, el cual incluyó, entre una variedad de otros análisis, una Evaluación Ambiental Preliminar que incluyó la evaluación de ambos métodos de cruce (Puente y Túnel) y sus respectivas alternativas, en adherencia con el Manual de Evaluación Ambiental de la ACP (MaTEA), con el objetivo de identificar los posibles impactos negativos y positivos que se generarían sobre el medio ambiente y medio socioeconómico en cada una de las fases del proyecto (diseño/implementación, construcción y operación). Tomando como base los resultados y análisis de esta Evaluación Ambiental Preliminar, junto con el conjunto de las evaluaciones que se realizaron de los otros componentes del Estudio (análisis económico de la obra y ciclo de vida, evaluaciones geotécnicas y geológicas, demanda de tráfico, ingeniería, etc.), se determinó que la mejor alternativa de cruce era la opción de Puente; para el cual se procedió a preparar el Estudio de Impacto Ambiental correspondiente para la alternativa seleccionada, el cual es objeto de este documento.

## 5.1 Objetivos del Proyecto, Obra o Actividad y su Justificación

### Objetivos del Proyecto

El objetivo general de este estudio, es cumplir con el mandato de la Ley 28 en lo que se refiere a la construcción de un Puente el cual permita un cruce permanente que conecte los sectores Este y Oeste de la Provincia de Colón por el sector Atlántico del Canal de Panamá.

Los objetivos específicos establecidos para el diseño y desarrollo de este estudio se resumen a continuación:

- Permitir un cruce ininterrumpido, rápido y seguro entre el sector Este y Oeste de la Provincia de Colón;
- Reducir los tiempos de viaje existentes;
- Limitar la interferencia con las operaciones del Canal a mínimas o inexistentes;
- Limitar la interferencia con el programa de Expansión del Canal a mínimas o inexistentes;
- Permitir el transito de buques post-panamax en ambos sentidos;
- Minimizar los requerimientos de derecho de vía;
- Considerar y permitir futuras expansiones del Canal (cuarto juego de esclusas) y
- Considerar el diseño del tráfico para futuros desarrollos del área.

### Justificación

La justificación para la realización de este Proyecto está basada principalmente en el cumplimiento del mandato de la Ley 28, no obstante otras consideraciones también pueden ser tomadas en cuenta como motivos valederos para la ejecución del mismo:

- En vista de que el programa de Expansión del Canal de Panamá requiere de la construcción de un nuevo juego de esclusas en el sector Atlántico del Canal, la red de caminos existentes en el sector Este tendrá que ser interrumpida a la altura de la Carretera Bolívar (Road 836). Este es

el único camino que conduce al puente existente y conecta los sectores Este y Oeste de la entrada del Canal en el Atlántico. La interrupción de esta red de caminos obliga a la necesidad de disponer de un nuevo cruce que permita el acceso vial hacia el sector Oeste de Colón.

- Aún cuando la capacidad del actual puente es suficiente para soportar el tráfico actual, los trabajos de mantenimiento y los cierres prolongados debido al tráfico de buques por el Canal, limita la capacidad del puente a ciertas horas del día. Añadido a esto, se encuentra el hecho de que no existen rutas alternas desde cualquier otra parte del país, esta limitación que presenta el actual puente ha mermado en cierta medida el desarrollo del sector Oeste de Colón.

## 5.2 Ubicación Geográfica Incluyendo Mapa en Escala 1:50,000 y Coordenadas UTM del Polígono del Proyecto

El área de influencia del Proyecto Construcción de un Puente sobre el Canal en el Sector Atlántico, se ubica en la provincia de Colón, distrito de Colón y corregimiento de Cristóbal, específicamente al Norte de las actuales esclusas de Gatún. Limita al Norte con la Bahía Limón y la Ciudad de Colón, al Este con la Carretera Bolívar, al Sur con las Esclusas de Gatún, y la carretera Gatún por el Oeste. La **Figura 5-1** muestra la ubicación regional del Área de Proyecto.

### Coordenadas UTM Puente para el Cruce sobre el Canal en el Sector Atlántico

PUNTOS	COORDENADAS UTM	
	X	Y
Alineamiento	620836,346	1029525,874
	616173,583	1028134,848
Entronque Este	621080,136	1030042,123
	620668,154	1029056,838
Entronque Oeste	615768,303	1028423,719
	616585,376	1027841,756

## 5.2.1 Análisis de Alternativas

El estudio realizado por URS+COWI 2010 contempló un análisis de alternativas potenciales para seleccionar desde la mejor ubicación del cruce (alineamientos), hasta el tipo de cruce (puente o túnel) y diseño del mismo. A continuación se resumen los análisis de alternativas contemplados.

### 5.2.1.1 Alternativas de Ubicación del Proyecto y Tipo de Cruce

Para generar los alineamientos potenciales para el cruce sobre el Atlántico se utilizó un Sistema de Información Geográfico (SIG) y un proceso metodológico conocido como “Adecuación de Cartografía de Tierras” (Land Suitability Mapping - LSM por sus siglas en inglés) el cual consiste en generar múltiples capas de información que permite evaluar las limitaciones ambientales, sociales y físicas existentes dentro del área del proyecto, previo a la ubicación de las alternativas. Este procedimiento permite la determinación del nivel de sensibilidad relacionada con varios recursos e impactos operacionales simultáneamente.

La base de datos SIG, o data de información utilizada en la evaluación y su “nivel de sensibilidad” relativo se muestra en la **Tabla 5-1**. Los niveles de sensibilidad fueron medidos con los números del 1 al 3. El número 1 representa el nivel más bajo de sensibilidad, (el menos restrictivo), y el número 3 representa el nivel más alto de sensibilidad (el más restrictivo).

**Tabla 5-1**  
**Data Utilizada en SIG**

Data en SIG	Nivel de Sensibilidad	Fuente
<b>Data de Operación del Canal</b>		
Área de Operación Tipo I Uso Crítico	3	ACP
Área de Operación Tipo I Inalienable	3	ACP
Área de Operación Tipo II Uso de Baja Densidad	2	ACP
Área de Operación Tipo II Inalienable	2	ACP
Área de Operación Tipo III Use de Alta Densidad	1	ACP

<b>Data en SIG</b>	<b>Nivel de Sensibilidad</b>	<b>Fuente</b>
Área de Operación Tipo III Inalienable	1	ACP
Áreas del Ferrocarril	1	ACP
Terreno del Gobierno cedido a la ACP	1	ACP
Marcadores del Canal de Navegación	3	ACP
Boyas	1	ACP
Guías de Navegación	2	ACP
Puntos generales de Puertos	1	ACP
Áreas de descanso de buques (beaching areas)	2	ACP
Áreas frente al agua de uso de ACP	2	ACP
<b>Data de Áreas Construidas</b>		
Sub-estaciones eléctricas	3	ACP
Áreas de sub-estaciones eléctricas	3	ACP
Tanques de almacenamiento de combustibles	2	ACP
Estaciones de bombeo	2	ACP
Línea de servicio de aguas residuales	1	ACP
Línea principal de servicio de aguas residuales	1	ACP
Servicios de emergencia (fuego, ambulancias)	2	ACP
Almacenaje de equipos de contención de derrames	3	ACP
Equipos de respuesta a emergencias	3	ACP
Áreas sensibles a derrames de hidrocarburos	2	ACP
Conducto de fibra óptica	2	ACP
Línea Óptica fina	1	ACP
<b>Data de Ambiente y Socioeconomía</b>		
Áreas costeras protegidas	3	ACP
Área de Operación del canal (agua)	2	ACP
Área de Operación del canal (tierra)	2	ACP
Áreas protegidas	3	ACP
Área verde urbana	1	ACP

<b>Data en SIG</b>	<b>Nivel de Sensibilidad</b>	<b>Fuente</b>
Área urbana central	2	ACP
Poblados Centrales	2	ACP
Comercios	2	ACP
Residencial de baja densidad	1	ACP
Residencial de mediana densidad	2	ACP
Áreas urbanas	2	Censo
Provincias	2	Censo
Cementerios	3	ACP
Polígonos de Tiro	2	ACP
Áreas recreacionales	2	ACP
Carreteras	1	ACP
Poblados	1	ACP
<b>Data de Tipos de Suelo</b>		
Lodo del Atlántico (Qa)	3	ACP
Corales (Qr)	2	ACP
Arenisca (Tc)	2	ACP
Caliza (Tct)	1	ACP
Formación Gatun (Tg)	1	ACP

Fuente: Generado por URS con información de otras fuentes.

## ***Metodología del Proceso de Adecuación de Cartografía de Tierras (LSM)***

El proceso de LSM consiste de una serie de pasos sistemáticos que son utilizados para identificar, minimizar y evadir impactos a condiciones sensibles del ambiente natural, físico y socio-económico dentro del área de proyecto. Mientras que la mayoría de los métodos utilizados en el desarrollo de alineamientos de proyectos intentan determinar donde deben ser colocados, el proceso de LSM determina donde los alineamientos “no” deben colocarse. En un intento de eliminar tendencias o favoritismos en el desarrollo de los alineamientos, el proceso de LSM se desarrolla en base a graficas con muy poca información adicional y sin imágenes aéreas de fondo. A continuación se describen los diferentes pasos del proceso LSM:

- 1. Mapa Base:** Utilizando el proceso de LMS, las múltiples capas de información del SIG (Tabla 5-1) son todas superpuestas sobre el área de estudio generando zonas más sensibles dentro del área del proyecto, debido a la acumulación de capas que se representan gráficamente por una “escala de grises”. Mientras más oscuro es el gris, mayor es el nivel de sensibilidad del área. Las áreas que aparentan color negro representan aquellas áreas que son consideradas las más sensibles, y por tanto las que deberían evitarse.
- 2. Corredores:** Los segmentos dentro del área de estudio que contienen múltiples áreas negras muy cerca unas de otras, se conectan entre si y los espacios entre estos agregados se somborean. Aún cuando estos espacios no representan áreas de alta sensibilidad, no comprenden el ancho necesario para el desarrollo de corredores. Las áreas grises y blancas restantes son entonces consideradas los corredores para el desarrollo de los alineamientos del proyecto.
- 3. Alineamientos:** Utilizando los corredores se establecieron los distintos alineamientos del proyecto. Se desarrollaron un total de quince (15) alineamientos como potenciales alternativas, de los cuales once (11) corresponden a alineamientos de Puente y cuatro (4) de Túnel. Adicionalmente, los tres (3) alineamientos (dos de puente y 1 de túnel) recomendados en el Estudio de Pre-factibilidad para el Cruce por el Canal desarrollado por la ACP en el

2004 (corregido en el 2006), forman parte de esta evaluación. La **Tabla 5-2** demuestra un resumen de los alineamientos evaluados dentro de este análisis de alternativas.

**Tabla 5- 2**  
**Alineamientos Considerados**

<b>Alineamiento</b>	<b>Longitud Total (m)</b>	<b>Longitud de Luz Principal (m)</b>	<b>Longitud del tramo Aproximación (m)</b>	<b>Longitud Total (Portal a Portal) (m)</b>
<b>Alineamiento de Puente con 4% Pendiente</b>				
A	5,555	664.2	332.2	N/A
B	5,613	606.9	303.6	N/A
C	5,859	527.9	263.9	N/A
D	6,564	421.5	210.9	N/A
E	6,321	511.8	256.0	N/A
<b>Alineamiento de Puente con 5% Pendiente</b>				
F	5,323	700.1	350.2	N/A
G	4,128	568.8	284.4	N/A
H	4,939	568.8	284.4	N/A
I	3,719	419.1	209.7	N/A
J	4,521	419.1	209.7	N/A
K	2,924	618.1	309.1	N/A
<b>Alineamientos de Túnel</b>				
L	5,691	N/A	N/A	2,650
M	5,246	N/A	N/A	2,650
N	4,026	N/A	N/A	2,650
O	4,011	N/A	N/A	2,650
<b>Estudio de Pre-Factibilidad, ACP 2004 (Revisión 2006)</b>				
B-1	5,589	475.0	237.5	N/A
B-2	6,476	550.0	275.0	N/A
T-1	5,140	N/A	N/A	2,585

Fuente: URS Holdings, Inc.

## *Alineamientos Considerados*

Para propósitos de esta evaluación, los siguientes conjuntos de alineamientos fueron considerados como alternativas:

- Alternativa 1: Puente de altura con 4% de pendiente
- Alternativa 2: Puente de altura con 5% de pendiente
- Alternativa 3: Túnel con 4% de pendiente (metodologías de tubo sumergido y túnel perforado)
- Alternativa 4: Alineamientos considerados en el 2004 (revisado en el 2006) Estudio de Pre-factibilidad

Todos los alineamientos evaluados comprenden un ancho de 300 m para permitir refinamiento conceptual y minimización de impactos en la siguiente fase.

### **Alternativa 1 - Puente de Altura con 4% de pendiente**

Se consideraron 5 alineamientos dentro de esta alternativa enumerados de la letra A a la E, los cuales se muestran en la **Figura 5-2**. La **Tabla 5-3** resume los impactos potenciales de cada uno de estos alineamientos a los recursos identificados dentro del área del proyecto. Se asigna una valoración ordinal sencilla a cada recurso, siendo el alineamiento que menos impacta el valor uno (1) y el más impactante el valor cinco (5). El rango del puntaje se basa en el número total de alineamientos, siendo que se evaluaron 5 posibilidades de Puente de altura con pendiente de 4%, el rango varía de 1 a 5.

**Tabla 5-3**  
**Puente de Altura Con 4% de Pendiente**  
**Matriz de Evaluación Comparativa**

Datasets	A	B	C	D	E	
<b>ACP Layers</b>						
Ship Beaching Areas	0.00	1 0.02 ha	2 1.37ha	3 3.19ha	4 4.10ha	5
Channel Markers	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
Bouys	0.00	1 1.00	2 3.00	3 0.00	1 1.00	2
Navigation Guides	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
General Port Points	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
Railroad Areas	5.68 ha	3 6.01ha	5 5.91ha	4 5.04 ha	2 4.98ha	1
Land Granted from Government to ACP	9.68 ha	4 15.44 ha	5 4.45 ha	3 0.41 ha	2 0.16ha	1
Tier I Critical Use	84.53 ha	1 91.08 ha	2 104.08ha	4 106.69ha	5 93.69ha	3
Tier II Low Density	14.69 ha	4 12.28 ha	3 0.03ha	2 0.00	1 0.00	1
Tier III High Density	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.12 ha	2 0.53ha	3
		18	23	23	20	19
<b>Built Environment</b>						
Fuel Storage Tank	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
Pump Station	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
Wastewater Service Line	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
Wastewater Service Mainline	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
Substation	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
Substation Site	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
Emergency Response Equipment	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
Oil Spill Containment Equipment Storage	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
Emergency Services (fire, ambulance)	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
Oil Spill Sensitive Area	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
Fiber Optic Conduit	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
Fiber Optic Line	377.38m	2 430.82m	5 377.44m	3 361.19m	1 412.68m	4
		13	16	14	12	15
<b>Soils</b>						
Atlantic Muck (Qa)	148.78ha	3 133.87ha	1 149.18ha	4 188.69ha	5 142.43ha	2
Corals (Qr)	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
Sandstone (Tc)	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
Limestone (Tct)	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 2.52ha	1
Gatun Formation (Tg)	4.43ha	1 21.37ha	3 23.23ha	4 16.06ha	2 38.26ha	5
		7	7	11	10	10
<b>Socio Economic</b>						
Recreational Areas	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
Shooting Ranges	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
Cemetaries	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
Neighborhoods						1
BRAZO BROOK	5.67ha	1 5.67ha	1 5.89ha	2 61.74ha	4 52.07ha	3
ISLA TELFERS	70.68ha	3 76.02ha	4 86.67ha	5 44.93ha	1 45.26ha	2
MINDI	0.00	1 0.00	1 0.00	1 12.24ha	2 13.63ha	3
SHERMAN	75.63ha	3 70.18ha	1 75.76ha	4 83.97ha	5 71.34ha	2
Roadways	2660.38m	1 3548.21m	3 2844.01m	2 5115.52m	5 5029.30m	4
City	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
Protected Coastal Area	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
Canal Operations Area (water)	20.13ha	5 16.33ha	4 10.50ha	1 11.33ha	2 13.46ha	3
Canal Operations Area (landside)	7.95ha	1 10.24ha	2 15.34ha	3 16.22ha	4 16.91ha	5
Protected Wild Area	3.34ha	2 0.00	1 0.00	1 3.53ha	4 3.42ha	3
Urban Green Area	4.05ha	1 7.54ha	2 27.09ha	3 60.79ha	5 58.72ha	4
Central Urban Area	62.93ha	3 61.12ha	1 62.58ha	2 89.77ha	5 70.29ha	4
Central Neighborhood	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
Business District	68.59ha	4 69.96ha	5 59.37ha	3 23.28ha	2 22.31ha	1
Low Density Residential	4.78ha	1 4.78ha	1 4.89ha	2 8.53ha	4 8.52ha	3
Medium Denstiy Residential	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1
		33	33	36	50	44
<b>TOTAL RANKING SCORE</b>		<b>71</b>	<b>79</b>	<b>84</b>	<b>92</b>	<b>88</b>
<b>RANK</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>

## Resultados de la Evaluación de la Alternativa 1 - Puente de altura con 4% de pendiente

En base a los resultados de la **Tabla 5-3** se presenta el siguiente análisis:

- El alineamiento A es el que menos impacto genera de los cinco considerados, sin embargo requiere de la luz central más larga, lo cual incrementa el costo de construcción.
- El alineamiento B es el segundo menos impactante con una luz central más corta, pero con ciertas limitaciones en la geometría de las curvas de aproximación.
- El alineamiento C es el tercero menos impactante, pero las curvas de aproximación son aún más críticas que en el B.
- El alineamiento E es el cuarto menos impactante y cae sobre la futura área de maniobra.
- El alineamiento D es el de mayor impacto incluyendo a los recursos socio-económicos, sin embargo produce la luz central más corta, pero la longitud total del proyecto más larga.

## Alternativa 2 - Puente de Altura con 5% pendiente

En un esfuerzo por reducir los impactos y la longitud total de los alineamientos potenciales, una serie de alternativas fueron desarrolladas utilizando pendientes de 5%. Se consideraron 6 alineamientos dentro de esta alternativa enumerados de la letra F a la K, los cuales se muestran en la **Figura 5-3**. Al igual que para la Alternativa 1, la **Tabla 5-4** resume los impactos potenciales de cada uno de estos alineamientos a los recursos identificados dentro del área de proyecto. Siendo que se evaluaron 6 posibilidades de Puente de altura con pendiente de 5%, el rango varía de 1 a 6.

**Tabla 5-4**  
**Puente de Altura Con 5% de Pendiente**  
**Matriz de Evaluación Comparativa**

Datasets	F	G	H	I	J	K
<b>ACP Layers</b>						
Ship Beaching Areas	0.00 ha	1 0.48 ha	2 0.48 ha	2 3.22 ha	3 3.22 ha	3 4.61 ha
Channel Markers	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00
Bouys	1.00	2 3.00	3 3.00	3 0.00	1 0.00	1 1.00
Navigation Guides	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00
General Port Points	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00
Railroad Areas	5.61 ha	3 5.86 ha	4 5.86 ha	4 5.12 ha	2 5.12 ha	2 3.93ha
Land Granted from Government to ACP	15.55 ha	3 16.45 ha	4 16.45 ha	4 0.40 ha	2 0.40 ha	2 0.00 ha
Tier I Critical Use	100.81 ha	6 79.08 ha	2 97.90 ha	5 78.58 ha	3 97.40 ha	4 60.96 ha
Tier II Low Density	6.01 ha	2 0.00 ha	1 0.00 ha	1 0.00 ha	1 0.00 ha	1 0.00 ha
Tier III High Density	0.00 ha	1 0.00 ha	1 0.00 ha	1 0.15 ha	0.15 ha	2.99 ha
		21	20	23	15	16
<b>Built Environment</b>						
Fuel Storage Tank	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00
Pump Station	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00
Wastewater Service Line	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00
Wastewater Service Mainline	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00
Substation	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00
Substation Site	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00
Emergency Response Equipment	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00
Oil Spill Containment Equipment Storage	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00
Emergency Services (fire, ambulance)	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00
Oil Spill Sensitive Area	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00
Fiber Optic Conduit	0.00 m	1 0.00 m				
Fiber Optic Line	356.05 m	1 387.10 m	2 387.10 m	2 387.33 m	3 387.33 m	3 401.27 m
		12	13	13	14	14
<b>Soils</b>						
Atlantic Muck (Qa)	149.08 ha	6 88.37 ha	3 115.09 ha	5 76.18 ha	2 102.89 ha	4 56.21 ha
Corals (Qr)	0.00 ha	1 0.00 ha				
Sandstone (Tc)	0.00 ha	1 0.00 ha				
Limestone (Tct)	0.00 ha	1 8.41 ha	2 0.00 ha	1 8.41 ha	2 0.00 ha	1 13.11 ha
Gatun Formation (Tg)	1.86 ha	1 23.02 ha	4 28.85 ha	6 22.65 ha	3 28.48 ha	5 9.50 ha
		10	11	14	9	12
<b>Socio Economic</b>						
Recreational Areas	0.00 ha	1 0.00 ha				
Shooting Ranges	0.00 ha	1 0.00 ha				
Cemeteries	0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00	1 0.00
Neighborhoods						
BRAZO BROOK	3.21 ha	2 3.21 ha	2 3.21 ha	2 4.06 ha	3 4.06 ha	3 1.81 ha
ISLA TELFERS	59.24 ha	3 61.32 ha	4 61.32 ha	4 43.68 ha	2 43.68 ha	2 0.41 ha
MINDI	0.00 ha	1 0.00 ha	1 0.00 ha	1 6.97 ha	2 6.97 ha	2 38.52 ha
SHERMAN	85.95 ha	6 50.61 ha	2 74.75 ha	4 50.67 ha	3 74.81 ha	5 36.46 ha
Roadways	2216.54 m	2 2352.95 m	4 2058.28 m	1 3526.19 m	6 3231.52 m	5 2230.29 m
City	0.00 ha	1 0.00 ha				
Protected Coastal Area	0.00 ha	1 0.00 ha				
Canal Operations Area (water)	15.68 ha	4 11.25 ha	1 11.25 ha	1 11.38 ha	2 11.38 ha	2 15.96 ha
Canal Operations Area (landside)	11.65 ha	1 16.16 ha	2 16.16 ha	2 16.27 ha	3 16.27 ha	3 21.05 ha
Protected Wild Area	3.50 ha	2 0.00 ha	1 3.61 ha	3 0.00 ha	1 0.00 ha	1 0.00 ha
Urban Green Area	11.59 ha	2 10.21 ha	1 10.21 ha	1 23.38 ha	4 23.38 ha	4 20.50 ha
Central Urban Area	69.71 ha	5 36.53 ha	2 57.10 ha	4 40.12 ha	3 40.12 ha	3 21.29 ha
Central Neighborhood	0.00 ha	1 0.00 ha				
Business District	53.38 ha	2 55.80 ha	4 55.80 ha	4 26.96 ha	2 26.96 ha	2 16.00 ha
Low Density Residential	0.00 ha	1 0.00 ha				
Medium Denstiy Residential	0.00 ha	1 0.00 ha				
		36	32	35	39	40
<b>TOTAL RANKING SCORE</b>		79	76	85	77	82
<b>RANK</b>		4	2	6	3	5

## Resultados de la Evaluación de la Alternativa 2 - Puente de Altura con 5% de pendiente

En base a los resultados de la **Tabla 5-4** se presenta el siguiente análisis:

- El alineamiento K es el que menos impacto genera de los 6 considerados, sin embargo posee la segunda luz central mas larga, pero la longitud total mas corta.
- El alineamiento G es el segundo menos impactante y posee la segunda luz central más corta, pero presenta ciertas limitaciones en la geometría de las curvas horizontales en el lado Oeste del Canal.
- El alineamiento I es el tercero en cuanto a impactos se refiere y es el que presenta la luz central más corta, sin embargo presenta restricciones similares a la geometría de la curva del alineamiento G.
- El alineamiento F es el cuarto en generar impactos y presente la luz central más largo y la longitud total más larga.
- El alineamiento J es el quinto en generar impactos aun con la luz central más corto. La geometría de las curvas horizontales es menos crítica que en I.
- El alineamiento H es el más impactante en la escala de valores, pero en la geometría es superior a G, I y K.

## Alternativa 3 - Túnel con 4% de pendiente

Dentro de las alternativas consideradas para el cruce, se desarrollaron alineamientos para un túnel. Se consideraron 4 alineamientos dentro de esta alternativa enumerados de la letra L a la O, los cuales se muestran en la **Figura 5-4**. La **Tabla 5-5** resume los impactos potenciales de cada uno de estos alineamientos a los recursos identificados dentro del área de proyecto. Siendo que se evaluaron 4 posibilidades de Túnel con 4% de pendiente, el rango varía de 1 a 4.

**Tabla 5-5**  
**Alineamientos de Túnel**  
**Matriz de Evaluación Comparativa**

Datasets	L		M		N		O	
<b>ACP Layers</b>								
Ship Beaching Areas	0.20 ha	2	0.00 ha	1	2.97 ha	3	4.17 ha	4
Channel Markers	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Bouys	2.00	3	1.00	2	0.00	1	2.00	3
Navigation Guides	0.00	1	2.00	2	0.00	1	0.00	1
General Port Points	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Railroad Areas	5.82 ha	2	9.52 ha	4	6.04 ha	3	3.51 ha	1
Land Granted from Government to ACP	17.13 ha	3	0.00 ha	1	2.59 ha	2	0.00 ha	1
Tier I Critical Use	105.73 ha	4	98.00 ha	3	76.27 ha	2	68.03 ha	1
Tier II Low Density	0.44 ha	2	35.37 ha	3	0.00 ha	1	0.00 ha	1
Tier III High Density	0.00 ha	1	0.00 ha	1	0.00 ha	1	3.70 ha	1
		20		19		16		14
<b>Built Environment</b>								
Fuel Storage Tank	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Pump Station	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Wastewater Service Line	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Wastewater Service Mainline	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Substation	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Substation Site	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Emergency Response Equipment	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Oil Spill Containment Equipment Storage	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Emergency Services (fire, ambulance)	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Oil Spill Sensitive Area	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Fiber Optic Conduit	0.00 m	1						
Fiber Optic Line	398.52 m	2	302.48 m	1	446.48 m	4	411.65 m	3
		13		12		15		14
<b>Soils</b>								
Atlantic Muck (Qa)	146.34 ha	4	133.94 ha	3	101.41 ha	2	81.44 ha	1
Corals (Qr)	0.00 ha	1						
Sandstone (Tc)	0.00 ha	1						
Limestone (Tct)	0.00 ha	1	0.00 ha	1	0.00 ha	1	7.00 ha	2
Gatun Formation (Tg)	8.64 ha	2	7.27 ha	1	31.96 ha	4	27.45 ha	3
		9		7		9		8
<b>Socio Economic</b>								
Recreational Areas	0.00 ha	1	0.00 ha	1	0.00	1	0.00 ha	1
Shooting Ranges	0.00 ha	1	0.00 ha	1	0.00	1	0.00 ha	1
Cemetaries	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Neighborhoods								
BRAZO BROOK	3.83 ha	2	3.60 ha	1	3.85 ha	3	4.98 ha	4
ISLA TELFERS	62.40 ha	3	70.23 ha	4	51.55 ha	2	4.01 ha	1
MINDI	0.00 ha	1	0.00 ha	1	0.59 ha	2	40.38 ha	3
SHERMAN	84.64 ha	4	66.27 ha	2	75.40 ha	3	63.41 ha	1
Roadways	2491.11 m	3	1800.63 m	1	2333.34 m	2	2951.59 m	4
City	0.00 ha	1						
Protected Coastal Area	0.00 ha	1						
Canal Operations Area (water)	12.23 ha	2	32.88 ha	4	10.90 ha	1	13.03 ha	3
Canal Operations Area (landside)	14.61 ha	3	0.21 ha	1	16.48 ha	4	14.24 ha	2
Protected Wild Area	3.81 ha	3	3.59 ha	1	3.59 ha	1	3.73 ha	2
Urban Green Area	15.56 ha	4	2.09 ha	1	14.22 ha	3	10.90 ha	2
Central Urban Area	67.95 ha	4	58.93 ha	1	60.64 ha	2	66.66 ha	3
Central Neighborhood	0.00 ha	1						
Business District	51.44 ha	2	72.41 ha	4	38.10 ha	1	56.34 ha	3
Low Density Residential	0.00 ha	1	3.07 ha	3	0.00 ha	1	0.13 ha	2
Medium Denstiy Residential	0.00 ha	1						
		39		31		32		37
<b>TOTAL RANKING SCORE</b>		<b>81</b>		<b>69</b>		<b>72</b>		<b>73</b>
<b>RANK</b>		<b>4</b>		<b>1</b>		<b>3</b>		<b>2</b>

## Resultados de la Evaluación de la Alternativa 3 – Túnel

En base a los resultados de la **Tabla 5-5** se presenta el siguiente análisis:

- El alineamiento M es el que menos impacto genera de los 4 considerados, presenta el alineamiento más recto y es el mejor situado para la metodología de construcción de túnel perforado. El uso de la metodología de tubo sumergido para este alineamiento requeriría la reubicación temporal del canal de navegación durante la construcción.
- El alineamiento O es el segundo menos impactante, pero requiere de actividades de construcción debajo de la futura área de maniobra, lo que podría limitar la metodología de construcción estrictamente a túnel perforado.
- El alineamiento N es el tercero en generar impactos y se ubica adyacente a la futura área de maniobra lo que pudiera restringir los métodos constructivos.
- El alineamiento L es el más impactante y presenta la longitud total más larga. Sin embargo, presenta condiciones óptimas para la metodología de tubo sumergido.

### **Alternativa 4: Alineamientos del Estudio de Pre-factibilidad, 2004 (revisado en 2006).**

Se incluye el análisis de las opciones consideradas en el estudio de Pre-factibilidad realizado por ACP en el 2004 y revisado en el 2006. Se consideraron 3 alineamientos dentro de esta alternativa para los cuales se mantiene su enumeración original, los cuales se muestran en la **Figura 5-5**. La **Tabla 5-6** resume los impactos potenciales de cada uno de estos alineamientos a los recursos identificados dentro del área de proyecto. Siendo que se evaluaron 3 posibilidades, el rango varía de 1 a 3.

**Tabla 5-6**  
**Estudio de Pre-Factibilidad, ACP 2004 (Revisado 2006)**

Datasets	B-1		B-2		T-1	
<b>ACP Layers</b>						
Ship Beaching Areas	2.36ha	2	4.47ha	3	0.08ha	1
Channel Markers	0.00	1	1.00	2	0.00	1
Bouys	0.00	1	2.00	2	2.00	2
Navigation Guides	0.00	1	0.00	1	0.00	1
General Port Points	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Railroad Areas	6.92ha	3	1.39ha	1	5.67ha	2
Land Granted from Government to ACP	11.97ha	2	0.00	1	16.17ha	3
Tier I Critical Use	92.14ha	2	85.38ha	1	102.92ha	3
Tier II Low Density	0.00	1	0.00	1	1.22	2
Tier III High Density	0.00	1	2.30ha	2	0.00	1
		15		15		17
<b>Built Environment</b>						
Fuel Storage Tank	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Pump Station	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Wastewater Service Line	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Wastewater Service Mainline	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Substation	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Substation Site	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Emergency Response Equipment	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Oil Spill Containment Equipment Storage	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Emergency Services (fire, ambulance)	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Oil Spill Sensitive Area	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Fiber Optic Conduit	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Fiber Optic Line	607.45m	3	303.98m	1	362.87m	2
		14		12		13
<b>Soils</b>						
Atlantic Muck (Qa)	112.32ha	1	165.99ha	3	147.10ha	2
Corals (Qr)	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Sandstone (Tc)	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Limestone (Tct)	3.18ha	3	43.23sqm	2	0.00	1
Gatun Formation (Tg)	48.01ha	3	45.10ha	2	6.78ha	1
		9		9		6
<b>Socio Economic</b>						
Recreational Areas	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Shooting Ranges	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Cemetaries	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Neighborhoods						
BRAZO BROOK	5.38ha	2	60.69ha	3	3.62ha	1
ISLA TELFERS	85.89ha	3	11.70ha	1	63.33ha	2
MINDI	0.00	1	49.90ha	2	0.00	1
SHERMAN	69.18ha	1	87.45ha	3	83.01ha	2
Roadways	3573.49m	2	5458.93m	3	2355.4m	1
City	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Protected Coastal Area	0.00	1	0.00	1	0.00	1
Canal Operations Area (water)	10.55ha	1	12.94ha	2	13.03ha	3
Canal Operations Area (landside)	17.22ha	2	25.07ha	3	14.24ha	1
Protected Wild Area	3.87ha	2	15.69ha	3	3.73ha	1
Urban Green Area	18.25ha	2	41.9ha	3	10.9ha	1
Central Urban Area	49.929ha	1	74.91ha	3	66.66ha	2
Central Neighborhood	0.14ha	2	0.00	1	0.00	1
Business District	68.05ha	3	41.61ha	1	56.34ha	2
Low Density Residential	4.18ha	2	9.1ha	3	0.13ha	1
Medium Denstiy Residential	0.00	1	0.00	1	0.00	1
		30		37		25
<b>TOTAL RANKING SCORE</b>		<b>68</b>		<b>73</b>		<b>61</b>
<b>RANK</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>1</b>

## Resultados de la Evaluación de la Alternativa 4 – Estudio de Pre-Factibilidad, ACP

En base a los resultados de la **Tabla 5-6** se presenta el siguiente análisis:

- El alineamiento T-1 es el que menor impacto genera de los 3 considerados, consiste de un alineamiento recto y la longitud total mas corta. Debido a la ubicación, el uso de la metodología de tubo inmerso para este alineamiento requeriría la reubicación temporal del canal de navegación durante la construcción.
- El alineamiento B-1 es el segundo menos impactante sin restricciones geométricas en las curvas horizontales.
- El alineamiento B-2 es el que más impacto genera y está al Sur del área de maniobra futura, lo que podría restringir planes de expansión futuros.

Tomando como base el análisis previo de potenciales alineamientos, se obtuvo como resultado en una primera etapa de preselección, la escogencia de tres (3) alternativas de las 18 propuestas presentadas, consideradas éstas como las más viables desde el punto de vista físico, ambiental y social. Dichas alternativas se presentan en la **Figura 5-6**.

- **Alineamiento B de Puente de Altura con 4% de pendiente** – Este alineamiento se ubicó de segundo en la escala de impactos, pero es el que menos impactos genera a los poblados y reduce el manejo de suelos lodosos (Lama del Atlántico). Este alineamiento contempla un cruce perpendicular al Canal (de 90 grados), genera impactos mínimos a los planes de expansión y presenta la longitud total del proyecto más corta.
- **Alineamiento H de Puente de Altura con 5% de pendiente** – Este alineamiento resultó ser el de mayor impacto del grupo de 5%, pero un análisis más detallado reflejó que la diferencia en los impactos se encuentra principalmente en el lado Oeste del Canal donde el alineamiento se endereza para conectar la Carretera Gatún. El enderezamiento de este segmento genera una mejor geometría comparada a los otros alineamientos de este grupo. Se realizarán esfuerzos para evadir y minimizar impactos en el área Oeste del Canal.

- **Alineamiento M de Túnel** – Este alineamiento se posicionó como el de menor impacto y presenta la mejor oportunidad para la metodología de túnel perforado, evitando cualquier interferencia con la operación del Canal.

Para la selección final de la alternativa del alineamiento, se procedió a evaluar las tres alternativas resultantes en base a criterios específicos (costo, diseño, mantenimiento) y en información obtenida mediante una serie de entrevistas realizadas con personal específico de las unidades operacionales de la ACP. Lo siguiente fue considerado como los componentes claves para la selección de la mejor alternativa de alineamiento para el cruce por el Canal en el sector Atlántico. Con relación a la escogencia entre el puente con 4% de pendiente y el de 5% de pendiente se determinó lo siguiente:

- El alineamiento del puente con 4% de pendiente será USD 24 millones más costoso que el alineamiento con 5% de pendiente, debido a que la primera alternativa tiene menor pendiente por lo que presenta una mayor longitud total (5,613 m) y el puente tendría igualmente una mayor luz central (606.9 m); en comparación con la alternativa de 5%, la cual contaría con una longitud total más corta (4,939 m) y una menor luz del puente (568.8 m).
- A pesar de que el alineamiento con 4% de pendiente es menos impactante que la alternativa con 5% de pendiente, esta última resulta geoméricamente superior y los impactos generados podrán ser prevenidos o mitigados con medidas correctoras adecuadas.
- La alternativa de puente con 5% de pendiente permite la aplicación de criterios AASHTO en su diseño.
- El puente con 5% de pendiente cumple con los objetivos establecidos por la ACP: mejora el tiempo de viaje; no interfiere con los programas de expansión del Canal; no generará actividades de construcción sobre las Esclusas de Gatún; presentará una altura libre o gálibo sobre las aguas del Canal de 75 metros; considera expansiones como el cuarto juego de esclusas; así como futuros desarrollos en el Canal.

Debido a las razones anteriormente presentadas, la alternativa de puente con 5% de pendiente ha sido considerada como la mejor y por lo tanto se recomendó su utilización.

Con relación a la escogencia entre puente vs. túnel, se seleccionó la alternativa de puente (5% de pendiente), basado en los siguientes criterios:

- La alternativa de puente tiene un costo inicial y un costo de mantenimiento (ciclo de vida), mucho menor que el túnel, lo cual ha sido estimado en un ahorro de USD 194 millones.
- El puente puede ser construido en un término de 30 meses, mientras que el túnel tomaría alrededor de 42 meses para su construcción, lo que se traduce en un ahorro de 12 meses.
- Debido a que los otros cruces existentes sobre el Canal son puentes (Puente de Las Américas y Puente Centenario), ni la ACP ni el MOP poseen la experiencia o infraestructura necesaria para operar y mantener un túnel.
- La alternativa de puente evita la necesidad de establecer restricciones sobre ciertas cargas peligrosas, como se tendría que hacer en el caso de un túnel.
- El cruce mediante un puente, ofrece una vista panorámica de la entrada Atlántico del Canal de Panamá, misma que no sería apreciada si se viaja en túnel.

Por lo anterior, el análisis de alternativas de ubicación y tipo de cruce, determinó que la mejor alternativa de cruce consiste de un Puente con 5% de pendiente sobre el alineamiento identificado como H (ver **Figura 5-6**).

Posterior al análisis realizado para la selección de la alternativa H se hace de conocimiento de la ACP que una porción del terreno ubicado bajo el alineamiento seleccionado, específicamente en el área del entronque con la carretera Bolivia (acceso Este), se encuentra bajo un proceso legal para definir la titularidad del mismo. En este sentido, se procede a realizar una modificación en

la alternativa seleccionada (H), de forma que esta excluya del alineamiento el terreno en litigio (ver **Figura 5-6A**).

A raíz de esta situación surge como alternativa a implementar la opción H Modificada, la cual consiste en desviar el alineamiento propuesto como alternativa H, aproximadamente 585 m hacia el Sureste partiendo del punto ubicado en las siguiente coordenada 619509.42 E y 1029362.42 N hasta conectar con la Carretera Bolívar; tal como se había previsto en un inicio. Esta modificación, da como resultado una reducción de 248.98 m en la longitud total del alineamiento considerado en la alternativa H (4,939 m). (ver **Figura 5-6B**)

Cabe destacar, que los cambios requeridos para la implementación de la alternativa H modificada no involucran afectaciones adicionales a las consideradas durante la evaluación de la alternativa H. Sin embargo, durante la etapa de diseño final pudiese requerirse la realización de ajustes en el alineamiento producto de los imprevistos típicos de este tipo de proyectos, los cuales tendrían lugar dentro del área de influencia identificada, analizada y evaluada para este proyecto.

### **5.2.1.2 Alternativas de Diseño del Puente**

Una vez seleccionado el tipo y ubicación del cruce, el estudio URS+COWI 2010 implementa análisis adicionales para seleccionar entre las alternativas de diseño de un Puente, la más viable según los criterios mínimos requeridos por la ACP, incluyendo tipo de estructura, torres, número de carriles, entre otros. A continuación se describe los análisis considerados para las alternativas de diseño.

#### ***Número de Carriles***

Para determinar el numero de carriles necesarios en el Puente, URS+COWI realizó un análisis de tráfico para estimar la demanda que generaría el futuro Cruce con información proveniente de la oficina de Proyectos Especiales del MOP y de la Autoridad de Transito y Transporte Terrestre la cual incluyó aforos de trafico en ambos sentidos por 72 horas en distintos puntos de la Provincia de Panamá y Colón, realizados en los años 2006 al 2008, junto con las proyecciones de la data

demográfica para los años 2007 y 2015 del Boletín No. 9 del Censo del 2000 ([www.contraloria.gob.pa/dec/publications](http://www.contraloria.gob.pa/dec/publications)).

A partir de dicha información se asumieron 3 escenarios de posibles desarrollos, a saber:

1. Escenario de bajo desarrollo: se asume la misma tasa de crecimiento proyectada por el censo, la construcción del cruce sobre el canal, sin la construcción de una Vía Costanera.
2. Escenario de desarrollo medio: se asume la misma tasa de crecimiento del censo, la construcción del cruce, con la continuación de una vía Costanera.
3. Escenario de alto desarrollo: asume una tasa de crecimiento mas elevada a las proyecciones del censo, la construcción del cruce y continuidad con una vía Costanera.

Posteriormente, se estimó la demanda vehicular que tendría el Puente considerando cada uno de posibles escenarios de desarrollo (bajo, medio, alto), para las proyecciones del Censo del 2015, como para el año 2035. Para este último, la demanda de tráfico se obtuvo aplicando una tasa de crecimiento del 2% anual a la demanda proyectada del 2015. Los resultados de demanda estimada se presentan en la tabla a continuación.

**Tabla 5-7**  
**Resultados de Demanda de Tráfico**

<b>Escenario</b>	<b>Demanda de Tráfico Diario (2015)</b>	<b>Demanda de Tráfico Diario (2035)</b>
Desarrollo bajo	5,766 (2 carriles)	8,072 (2 carriles)
Desarrollo Medio	12,660 (2 carriles)	17,724 (4 carriles)
Desarrollo Alto	20,610 (4 carriles)	28,854 (4 carriles)

Fuente: Estudio de URS+COWI a partir del Panamá\_Plan

Como se observa en la Tabla, se espera que el Puente genere una demanda suficiente para el año 2035 que se requiera la construcción de cuatro (4) carriles, en dos de los tres escenarios modelados. Por lo anterior, se selecciono la opción de cuatro (4) carriles para el diseño del Puente.

### *Tipo de Estructura*

De acuerdo al tamaño y longitud de la luz principal del puente que se requiere, la cual se encuentra alrededor de los 500 metros, existen dos tipos de estructuras que pueden ser consideradas económicamente viables, las cuales consisten de: puentes atirantados o puentes suspendidos. Típicamente, los puentes suspendidos son económicamente mas competitivos para puentes de longitud mayor a 900 metros, aun cuando han sido construidos para puentes mas cortos, de 450 a 800 m, se utilizan cuando existen condiciones especiales que considerar, tales como condiciones favorables de anclaje, restricciones de altura para las torres, o por razones estéticas. No obstante, para un puente como el que se requiere para cruzar el Canal, entre los puentes que se han construido recientemente, dominan en forma generalizada los puentes atirantados, excepto donde deben considerarse condiciones especiales como las mencionadas anteriormente.

Por lo anterior, dado que no existe ninguna de esas condiciones a considerar en el cruce por el Atlántico que favorezca la opción de puente suspendido; la opción seleccionada y considerada para este estudio es la de Puente atirantado. Este tipo de puentes, normalmente se construye de acero, concreto o una combinación de ambos. Asimismo, existen una variedad de tipos de torres, que se ajustan a cada tipo de estructura. Un análisis matricial donde se combinan cada una de estas opciones fue realizado por URS+COWI 2010, en el cual a partir de 29 opciones se pre-seleccionan 5 para un análisis mas detallado, incluyendo el análisis del costo inicial y del ciclo de vida de cada opción (ver Tabla 5-8 a continuación).

**Tabla 5-8**  
**Ranking de las Opciones de Puente (no incluye accesos)**

	<b>Costo Inicial de Construcción</b>		<b>Costo Ciclo de Vida</b>	
	<b>Opción</b>	<b>Costo (millones US\$)</b>	<b>Opción</b>	<b>Costo (millones US\$)</b>
<b>Ranking</b>	Opción 4 Vigas de Acero con torres Delta	122.8	Opción 4 Vigas de Acero con torres Delta	144.3
	Opción 1 Vigas de Acero con torre Vertical	125.9	Opción 1 Vigas de Acero con torre Vertical	146.5
	Opción 5 Vigas de Concreto con torres Delta	126.4	Opción 5 Vigas de Concreto con torres Delta	148.5
	Opción 2 Vigas de Concreto con torre Vertical	131.9	Opción 2 Vigas de Concreto con torre Vertical	152.6
	Opción 3 Caja de concreto y torre vertical	133.9	Opción 3 Caja de concreto y torre vertical	154.0

Fuente: URS+COWI 2001

A partir del análisis de costo detallado, se seleccionó la opción de una estructura de concreto con torres delta, aun cuando esta no resultase la más económica. Sin embargo, el diferencial con la opción que resultó la mas económica (estructura de acero) representa el 1.5%, que no resulta ser significativo. La alternativa seleccionada se basó en las siguientes consideraciones:

1. Existe una preferencia por la estructura de concreto para maximizar el uso de materiales disponibles en Panamá, a manera de energizar la económica y evitar mantenimientos futuros asociados con el casco de acero.
2. La diferencia entre las opción de concreto con la de acero en el costo inicial es del 3.5% y en el costo de mantenimiento es del 1.5%. Esta leve diferencia no es un factor determinante a favor del acero, por lo que aun no siendo la opción mas económica se selecciona la opción de concreto.

## 5.2.2 Área de Influencia del Proyecto (AIP)

El área de influencia define el marco de referencia geográfico en el cual se efectuará el análisis y evaluación ambiental del proyecto. Es el territorio donde potencialmente se manifiestan los impactos de la obra vial sobre la totalidad del medio ambiente o sobre alguno de sus componentes físicos, biológicos, socioeconómicos o histórico-culturales. En este sentido, en caso de que fuese necesario realizar ajustes al alineamiento propuesto (Alternativa H Modificada), las afectaciones que esto pudiese generar, siempre y cuando se realicen dentro del área de influencia del proyecto, estarían contempladas como parte del alcance de este estudio de impacto ambiental.

El área de influencia para el proyecto Construcción de un Puente sobre el Canal en el Sector Atlántico, fue calculada tomando en cuenta el tipo, extensión y magnitud de la obra. Después de una gira al campo donde se inspeccionó el área inmediata al proyecto al igual que otras áreas alejadas, se pudo apreciar que temas como el drenaje hacia las estructuras que serán construidas, así como la presencia de vegetación, fincas, cultivos, viviendas y estructuras dentro y fuera de la servidumbre de la futura vía son de sumo interés. Por lo tanto, la delimitación del área de influencia del proyecto asegura que estos factores de gran importancia sean incluidos dentro del área donde se concentra el estudio. Para este EsIA se han definido dos tipos de área de influencia.

**Área de Influencia Directa (AID):** Se define como área de influencia directa, al espacio físico o huella que será ocupado en forma temporal o permanente durante la construcción y operación del proyecto. Dentro del área de influencia directa, también se incluyen las áreas seleccionadas como depósitos de materiales excedentes cuando este vaya a utilizarse como relleno en la misma obra, caminos de acceso y almacenes y patios de máquinas principalmente. Por lo tanto, el AID es el territorio en el que se manifiestan los impactos ambientales, de tipo directo, que ocurren en el mismo sitio en el que se produjo la acción generadora del impacto ambiental, y al mismo tiempo, o en tiempo cercano, al momento de la acción que provocó el impacto.

El AID para la Construcción del Puente sobre el Canal en el Sector Atlántico, corresponde a la longitud del alineamiento principal de aproximadamente 4.690 Km. el cual incluye: las vías de acceso a los viaductos o entronques, los viaductos de acceso y el puente en sí mismo; por 30 metros de ancho de la servidumbre, estimado en 16 metros desde el eje central de la vía hacia el Norte y 14 metros desde el eje central al Sur. La diferencia en el ancho de la servidumbre se debe a la instalación de un camino de tierra de 3 metros de ancho que correrá paralelo al alineamiento en el límite Norte, el cual brindará acceso para la construcción y el posterior mantenimiento de la obra. Además, están consideradas en el AID los tramos de las carreteras existentes que serán modificadas para permitir la interconexión con los viaductos, en el Oeste la carretera Gatún alcanzará una superficie de reconstrucción de 1.53 hectáreas; mientras que hacia el Este la reconstrucción y realineamiento de la carretera Bolívar ocupará un área de 1.64 hectáreas. En total, se generará un AID de 17.627 hectáreas (**Figura 5-7**).

Las actividades ligadas a la fase de construcción y operación de la vía se desarrollarán dentro de esta superficie, lo que ocasionaría impactos potenciales directos al medio natural y social. Por lo tanto, las medidas de prevención, mitigación y compensación estarán dirigidas y orientadas principalmente a esta AID.

**Área de Influencia Indirecta (AII):** La misma se encuentra definida como el espacio físico en el que un componente ambiental afectado directamente, afecta a su vez a otro u otros componentes ambientales no relacionados con el Proyecto aunque sea con una intensidad mínima. En consecuencia, el AII es el territorio en el que se manifiestan los impactos ambientales indirectos o inducidos, es decir aquellos que ocurren en un sitio diferente a donde se produjo la acción generadora del impacto ambiental, y en un tiempo diferido con relación al momento en que ocurrió la acción provocadora del impacto ambiental. Esta área debe ser ubicada en algún tipo de delimitación territorial. Estas delimitaciones territoriales pueden ser geográficas (cuencas o subcuencas) y/o político / administrativas.

En una primera instancia se consideran los siguientes criterios de delimitación, no necesariamente excluyentes entre si:

- Áreas con definición político administrativa (corregimientos, distritos y/o provincias), para facilitar los procesos de gestión del territorio, e incorporar las propuestas del proyecto a los planes de Ordenamiento Territorial.
- Valor agropecuario de los terrenos y relaciones de continuidad o pertenencia a los beneficios de proyectos productivos.
- Niveles de inversiones públicas realizadas o por ejecutarse en los territorios circundantes.
- Articulación vial directa.
- Relaciones o flujos directos entre centros poblados y actividades económicas y productivas.

Los anteriores criterios deben ser precisados en lo posible, puesto que en el marco de la creciente interrelación económica, que en grado extremo se relaciona con la globalización, cualquier proyecto estará relacionado con otras actividades económicas.

El área de influencia indirecta del proyecto se determinó principalmente en base a criterios socioeconómicos, tales como aquellos lugares poblados relativamente más cercanos al alineamiento del nuevo cruce por el Canal en el sector Atlántico, así como carreteras, propiedades y estructuras. Además, se consideraron las cuencas hidrográficas que drenan hacia las estructuras que serán construidas, al igual que la presencia de zonas con bosques, la existencia de fauna silvestre, la presencia cercana de un área protegida (APSL) y como aspecto primordial, el hecho de que el proyecto se ubica en áreas de compatibilidad con la operación del Canal (entrada Atlántica del Canal). Para abarcar una superficie representativa de los aspectos sociales y ambientales mencionados anteriormente, el área de influencia indirecta se estableció a 250 metros perimetral al área de influencia directa del proyecto (**Figura 5-7**).

Por lo tanto, el AII queda conformada por una superficie total aproximada de 370.449 hectáreas. De esta manera se resume que el área de influencia indirecta del proyecto atiende a las necesidades de poder evaluar eficientemente los impactos que pudiera ocasionar el proyecto al entorno. Igualmente, atiende a la necesidad de poder evaluar eficientemente los impactos que el entorno pudiera tener sobre la obra.

### **5.3 Legislación, Normas Técnicas e Instrumentos de Gestión Ambiental Aplicables y su Relación con el Proyecto, Obra o Actividad**

Por la naturaleza del Proyecto y del promotor las regulaciones y normas ambientales aplicables incluyen las que se basan en la legislación ambiental de la República de Panamá, las propias desarrolladas por la ACP, las derivadas de acuerdos y convenios internacionales y los lineamientos de instituciones financieras internacionales. Entre estas últimas se encuentran, principalmente, las asociadas con los Principios de Ecuador, que han sido en gran medida adoptadas por la banca internacional.

#### **5.3.1 Legislación Ambiental Panameña Relevante**

La legislación ambiental panameña es extensa y se caracteriza por una evolución histórica secuencial desde la perspectiva de salud humana, salud ambiental, administración de recursos naturales, protección de entornos naturales hasta finalmente alcanzar el estado actual de legislación integral donde se suman conceptos como desarrollo sostenible, contaminación, participación ciudadana, ordenamiento ambiental, servicios ambientales y otros contemporáneos.

La **Constitución** vigente de la República de Panamá y la **Ley 41 de 1 de julio de 1998**, General del Ambiente, establecen que la Administración del Ambiente, es una obligación del Estado y por tanto es necesaria su protección, conservación y recuperación.

Debido a la naturaleza e importancia del Canal para Panamá, su marco jurídico, a través del Título XIV de la Constitución Política, garantiza a la ACP autonomía financiera, patrimonio propio y el derecho de administrarlo. La Constitución Política 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.

Por su parte, la Ley 41 de 1 de junio de 1998, facultó a la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) para que a través del Órgano Ejecutivo reglamente el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. La Ley General del Ambiente, en su Título IV, Capítulo II señala lo relacionado con el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental y establece las etapas que debe comprender dicha evaluación. Las actividades, obras o proyectos públicos o privados que por sus características, efectos, ubicación o recursos puedan generar riesgo ambiental, requerirán un Estudio de Impacto Ambiental previo a la iniciación del Proyecto de acuerdo a la Ley.

En adición a las legislaciones precitadas, existen diversas leyes, decretos, regulaciones y resueltos institucionales que contienen disposiciones que inciden sobre la gestión ambiental, tal como el código sanitario.

En las secciones subsiguientes se describen los principales instrumentos normativos que tienen incidencia sobre el Proyecto Construcción de un Puente para el Cruce por el Canal en el Sector Atlántico.

### **5.3.2 Otras Regulaciones Panameñas Pertinentes**

En lo que se refiere a los Estudios de Impacto Ambiental, el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) promulgó el Decreto Ejecutivo N° 123 de 14 de agosto de 2009 (G. O. 26,352), 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 N° 209 de 2006 (G. O. 25,625). 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 Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) a través de la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA).

La Ley N° 41 y el Decreto Ejecutivo N° 123 de 14 de agosto de 2009 conforman el marco general para la evaluación de impacto ambiental. Los mismos se complementan con una serie de regulaciones de carácter específico, emitidas bien sea por la propia Autoridad Nacional del Ambiente, o por otras de las instituciones con competencia en aspectos parciales del ambiente. A

continuación se presenta, por área o tema específico, un listado de las principales normativas ambientales vigentes en Panamá que serían de aplicación, en su conjunto o en aspectos parciales, para el caso de este Proyecto.

### Aire

- Ley N° 36, de 17 de mayo de 1996. Por la cual se Establecen Controles para Evitar la Contaminación Ambiental Ocasionada por Combustible y Plomo. (G. O. 23,040).
- Decreto N° 255, del 18 de diciembre de 1998. Por el cual se Reglamentan los Artículos 7, 8 y 10 de la Ley N° 36 de 17 de mayo de 1996 y se dictan otras disposiciones (Emisiones Vehiculares) (G. O. 23,697).
- El Anteproyecto de Norma de Calidad de Aire Ambiente (aún en fase de discusión). Por el cual se dictan Normas de Calidad del Aire Ambiente.

Contaminante	Unidad	Valores Norma	Tiempo promedio de muestreo
Material Particulado Respirable, (PM <sub>10</sub> )	µg/m <sup>3</sup> N	50	Anual
		150	24 horas (98%)
Dióxido de Azufre, (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup> N	80	Anual
		365	24 horas (99%)
Monóxido de Carbono, (CO)	µg/m <sup>3</sup> N	10 000	8 horas
		30 000	1 hora
Dióxido de Nitrógeno, (NO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup> N	100	Anual
		150	24 horas (99%)
Ozono, (O <sub>3</sub> )	µg/m <sup>3</sup> N	157	8 horas
		235	1 hora

Fuente: Autoridad Nacional del Ambiente ([www.anam.gob.pa](http://www.anam.gob.pa)).

Cumplimiento: PM<sub>10</sub>= 98 percentil; SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>= 99 percentil en promedios de 24 horas.

### Agua

- Decreto Ley N° 35, de 22 de septiembre de 1966, para Reglamentar el Uso de las Aguas. (G. O. 15,725).
- Resolución N° 597, de 12 de noviembre de 1999. Por la cual se Aprueba el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT-23-395-99. Agua potable. Definiciones y Requisitos Generales. (G. O. 23,942).
- Resolución N° 596, de 12 de noviembre de 1999. Por la cual se Aprueba el Reglamento

Técnico DGNTI-COPANIT-21-393-99. Agua. Calidad de Aua. (G. O. 23,941).

- Resolución N° 351, de 26 de julio de 2000. Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT-39-2000. Agua. Descarga de Efluentes líquidos Directamente a Sistemas de Recolección de Aguas Residuales. (G. O. 24,115).
- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000. Agua. Descarga de efluentes líquidos directamente a cuerpos y masas de aguas superficiales y subterráneas.

### **Forestal**

- Ley N° 1, de 3 de febrero de 1994. Por la cual se Establece la Legislación Forestal de la República de Panamá y se dictan otras disposiciones. (G. O. 22, 470).
- Resolución de la Junta Directiva 05-98 de 22 de enero de 1998. Por la cual se Reglamenta la Ley N° 1, de 3 de febrero de 1994 y se dictan otras disposiciones. (G. O. 23, 495).
- Resolución AG-0235-2003 de 12 de junio de 2003 por el cual se establece una tarifa para el pago en concepto de indemnización ecológica, para la expedición de los permisos de tala raza y eliminación de sotobosques o formaciones de gramíneas, que se requiera para la ejecución de obras de desarrollo, infraestructuras y edificaciones.

### **Suelos y Tierras**

- Ley No. 21 de 2 de julio de 1997. Por la cual se 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.
- Ley N° 37, de 21 de septiembre de 1962. Por la cual aprueba el Código Agrario. (G. O. 14,923).
- Resolución 139-2000 de 8 de Agosto del 2000. Por la cual se aprueban normas especiales para mantener el Carácter de Ciudad Jardín en la Región Interoceánica.
- Decreto Ejecutivo No. 2 del 14 de enero de 2009, que establece la Norma Ambiental de Calidad de Suelo para Diversos Usos.

### **Desechos y Residuos**

- Ley N° 66, de 10 de noviembre de 1947. Por la cual se aprueba el Código Sanitario de la

República de Panamá. (G. O. 10,467).

- Ley N° 106, de 8 de octubre de 1973. Sobre el Régimen Municipal. Modificada por la Ley N° 52, de 12 de diciembre de 1984 (G. O. 17,458).
- Ley 6 de 11 de enero de 2007. Que dicta normas sobre el manejo de residuos aceitosos derivados de hidrocarburos o de base sintética en el territorio Nacional.

## **Ruido**

- Resolución N° 506, de 6 de octubre de 1996. Por el cual se Aprueba el Reglamento Técnico DGNI-COPANIT 44-2000 Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se Genere Ruido. (G.O. 24,163).
- Decreto Ejecutivo N° 306, de 4 de septiembre de 2002. Que Adopta el Reglamento para el Control del Ruido en Espacios Públicos, Áreas Residenciales o de Habitación así como Ambientes Laborales. (G. O. 24, 635)<sup>1</sup>.
- El Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000. Por el cual se establecen las condiciones de "Higiene y Seguridad Industrial Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se Genere Vibraciones",

## **Higiene y Salud**

- El Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001. Pr el cual se adoptan las medidas de “Higiene y seguridad Industrial. Condiciones de higiene y seguridad para el control de la contaminación atmosférica en ambiente de trabajo producida por sustancias químicas”.
- Resolución N° 78, de 24 de agosto de 1998. Por la cual se Aprueba en Todas sus Partes la Norma para la Ubicación, Construcción de Letrinas y Requisitos Sanitarios que deben cumplir. (G. O. 23,621).

## **Biodiversidad**

- Ley N° 24 de 7 de junio de 1995. Por la cual se Establece la Legislación de la Vida Silvestre en la República de Panamá. (G. O. 22,801).
- Ley N° 5 de 28 de enero de 2005. Por la cual se adiciona un Título, denominado Delitos

---

<sup>1</sup> Modificado por el Decreto Ejecutivo N°1 de de 15 de enero de 2004 (G.O. 24,970).

contra el Ambiente, al Libro II del Código Penal, y dicta otras disposiciones.”

- Resolución AG-0051-2008. Por la cual se reglamenta lo relativo a las especies de fauna y flora amenazadas y en peligro de extinción, y se dictan otras disposiciones.

### **Patrimonio Histórico**

- Resolución N° AG-0363-2005, de 8 de julio de 2005. Por la cual se Establecen Medidas de Protección del Patrimonio Histórico Nacional ante Actividades Generadoras de Impacto Ambiental (G. O. 25.347).

### **Vialidad**

- Decreto N° 160 de 7 de junio de 1993 por el cual se expide el Reglamento de Tránsito Vehicular de la República de Panamá.
- Manual de Requisitos para Revisión de Planos, Ministerio de Obras Públicas, 2da Edición, 2003.
- Especificaciones Técnicas Generales para la construcción, mejoras y rehabilitación de carreteras, caminos, calles, puentes, obras a fines y edificaciones en toda la República de Panamá. Ministerio de Obras Públicas, 2da Edición, 2002.
- Reglamento Estructural Panameño (REP 2004).

### **Otros Requerimientos**

El **Decreto de Gabinete N° 7036-03 de 17 de septiembre de 2003**, “*Por el cual se establece una política nacional de hidrocarburos en la República de Panamá y se toman otras medidas.*” presenta en su Título V los temas relacionados con la expedición de registros para las instalaciones para consumo propio, bombas de patio, transporte y seguridad. En su Título XI se detalla el articulado con la seguridad de las instalaciones y la protección al medio ambiente.

### **5.3.3 Regulaciones Específicas de la Autoridad del Canal de Panamá**

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. 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.

La dirección de la ACP está a cargo de su Junta Directiva, compuesta por 11 directores, a quienes la Constitución Política y la Ley Orgánica les otorgan la potestad de aprobar los reglamentos que desarrollen las normas generales de la ACP. El Registro del Canal de Panamá es el instrumento utilizado para publicar los reglamentos aprobados por la Junta Directiva.

Los reglamentos y decisiones de la Junta Directiva son desarrollados a través de manuales, normas y procedimientos internos como el **Manual de Evaluación Ambiental** y las normas de Seguridad Ocupacional, Higiene Industrial y Seguridad Marítima de la ACP.

También es importante el **Reglamento (Acuerdo) 116 de 27 de Julio de 2006** “Por el cual se aprueba el Reglamento sobre Ambiente, Cuenca Hidrográfica y Comisión Interinstitucional de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá.”. Este reglamento incluye preceptos importantes como son: (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.

Las áreas bajo responsabilidad ambiental de la ACP, conforme a lo estipulado en el Acuerdo 116, son:

- Áreas de propiedad de la ACP y bajo su administración privativa: Incluyen la vía acuática, 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: Áreas geográficas, 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 de las disposiciones previamente citadas, la ACP ha desarrollado una serie de normas, estándares y manuales destinados a regular diversos aspectos ambientales. Entre los principales instrumentos complementarios desarrollados por la ACP relacionados con la gestión ambiental se incluyen los siguientes:

- ESM-101 Reducción de Contaminación Ambiental por Ruido
- ESM-102 Norma Ambiental de Protección de la Biodiversidad y Recursos Culturales
- ESM-103 Manejo y Utilización de Aceites
- ESM-104 Manejo de Tanques de 55 Galones
- ESM-105 Tanques de Almacenamiento
- ESM-106 Recuperación y Manejo de Desechos Metálicos
- ESM-107 Manejo de Desechos Sólidos
- ESM-109 Norma de Calidad de Aire Ambiente<sup>2</sup>
- ESM-110 Norma Ambiental de Emisiones de Fuentes Fijas<sup>3</sup>

### **5.3.4 El Canal de Panamá en el Contexto Internacional**

El Canal de Panamá en virtud del Tratado de Neutralidad producto de los tratados Torrijos-Carter de 1977, abre sus puertas a todas las naciones y se establece en el mismo que el Canal como vía acuática de tránsito internacional será permanentemente neutral y estará abierto al tránsito de todas las naves del orbe terrestre sin discriminación alguna.

### **5.3.5 Normas y Lineamientos Internacionales**

Las directrices y estándares internacionales sobre los temas medioambientales, sociales y

---

<sup>2</sup> Esta norma establece iguales parámetros y valores de control que los definidos en el anteproyecto de norma de calidad de aire de la ANAM.

<sup>3</sup> Esta norma establece iguales parámetros y valores de control que los definidos en el anteproyecto de norma de emisiones de fuentes fijas de la ANAM para la actividad de generación termoeléctrica.

económicos son igualmente aspectos clave a considerar en cualquier proyecto nacional de importancia, y que además son aplicables a cualquier proyecto que requiera financiamiento privado.

Estos requerimientos adicionales se resumen en:

- Los Principios de Ecuador
- Normas de Desempeño de la Corporación Financiera Internacional (IFC, por sus siglas en inglés).
- El Banco Mundial, con su Documento Técnico 397 de 1997, presenta el Manual denominado Carreteras y el Ambiente (Roads and The Environment A Handbook), donde establece una serie de lineamientos y actuaciones a seguir en proyectos de construcción, rehabilitación y mantenimiento de carreteras.

Es importante notar que las directrices medioambientales y sociales de la IFC y del Banco Mundial, aunque no idénticas, son consistentes y totalmente alineadas. A continuación se discuten brevemente.

- Los Principios de Ecuador, son consistentes y hacen referencias a las políticas del IFC, que han sido acordadas y ratificadas por una selección de bancos nacionales e internacionales para financiamiento de proyectos<sup>4</sup>. Todos los clientes de los proyectos que están en esta categoría, tienen que adherirse a los principios de planificación de proyectos, implementación y desmantelamiento.
- Las políticas sociales y medioambientales de la IFC son un conjunto de políticas y guías operacionales a las cuales todos los clientes de la IFC (rama del Banco Mundial dedicada a la inversión del sector privado<sup>5</sup>) deben adherirse.
- Las políticas del IFC y los Principios de Ecuador han sido revisadas recientemente. En el 2006 la Junta Directiva del IFC adoptó nuevas guías sociales y ambientales que se conocen como las Políticas y Guías Operacionales para la Sostenibilidad Social y Ambiental<sup>6</sup>.

---

<sup>4</sup> El financiamiento de proyectos lo han definido los signatarios de los Principios de Ecuador como ‘una metodología de financiamiento donde el prestamista mira principalmente los ingresos generados por el proyecto tanto como medio de repago como una seguridad por exponerse...’

<sup>5</sup> Preguntas Frecuentes sobre las Políticas y Guías de la CFI.

### 5.3.6 Tratados y Acuerdos Bilaterales, Multilaterales y Regionales

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 WBCSD<sup>7</sup> por sus siglas en inglés.

Cabe mencionar que Panamá es signataria de una serie de acuerdos y convenios internacionales relacionados con la protección ambiental, los cuáles obligan a adoptar medidas y procedimientos como País para temas de interés mundial. Entre los principales acuerdos y convenios internacionales, de los cuáles Panamá es signataria, se pueden citar los siguientes:

- Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo
- Convención sobre la Diversidad Biológica.
- Convención de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y Protocolo de Kyoto.
- Convención de Basilea sobre el Movimiento Transfronterizo de Desechos Peligrosos.
- Protocolo de Montreal relativo a Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono.
- Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes.
- Convenio de Róterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos.

---

<sup>6</sup> Estas guías se conocían anteriormente como ‘Políticas de Salvaguarda Social y Ambiental’.

<sup>7</sup> *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.

- Convenio OIT148 sobre Medio Ambiente y Trabajo.

## **5.4 Descripción de las Fases del Proyecto, Obra o Actividad**

Abarcando aproximadamente unas 17.627 hectáreas de área de influencia directa (**Figura 5-7**), el Proyecto Construcción de un Puente sobre el Canal en el Sector Atlántico, se perfila como un desarrollo vial de gran importancia socioeconómica para el país y la región de Colón, considerado además como de máxima integración al medio natural. A través de esta sección se describen los aspectos más relevantes de la fase de diseño, construcción y operación de la obra que abarca un alineamiento aproximado de cinco (5) kilómetros desde la interconexión con la carretera Bolívar por el Este, a la interconexión con la carretera Gatún por el Oeste.

El Proyecto Construcción de un Puente sobre el Canal en el Sector Atlántico, se llevará a cabo en distintas fases, las cuales son comunes para las actividades de construcción o rehabilitación de vialidades, puentes o túneles. Dichas fases incluyen la planificación y diseño, la construcción/ejecución, operación y abandono. Estas fases se describen en las siguientes secciones.

### **5.4.1 Planificación**

La fase de Planificación consiste de todos los detalles necesarios para la ejecución de la obra. Durante esta fase se realizaron, entre otras actividades, el Estudio para determinar el mejor método de cruce y el alineamiento más viable (URS+COWI 2010), el levantamiento topográfico del área, análisis de las condiciones geotécnicas y geológicas del área, los cálculos estructurales para el puente y cimientos, análisis de tráfico y recomendaciones para la sección típica y el diseño del pavimento en las diferentes secciones de las carreteras de acceso.

Como resultado de las actividades de planificación, se definieron las características de la obra, la cual consiste de un Puente del tipo atirantado y de concreto con una pendiente de 5%. La longitud del puente entre estribos será de 930 metros, con una luz central de 500 metros de longitud y los tramos de aproximación medirán unos 215 metros cada uno (430 m). La altura

libre o gálibo del puente sobre el nivel de las aguas del Canal será de 75 metros. Contará con dos (2) carriles de 3.6 metros en cada dirección (cuatro carriles en total), los cuales permitirán una velocidad máxima de 90 km/h. El ancho total de la estructura del puente será de unos 23.2 metros y estará conectado por viaductos de acceso a las carreteras existentes de Gatún en el sector Oeste y de Bolívar en el sector Este. Un montaje del diseño de la obra propuesta se presenta como **Figura 5-8**.

Como producto de esta fase, la Autoridad del Canal de Panamá cuenta con un juego de planos conceptuales que incluyen:

- Diseño del cruce por el Atlántico con alineamiento más viable;
- Resumen de materiales y suministros;
- Secciones típicas para el pavimento;
- Señalizaciones;
- Detalles de acceso y entronques;
- Detalles y ubicación de estructuras de drenaje;
- Planta del alineamiento;
- Perfiles.

El Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) es un componente importante de esta fase de planificación. En el EsIA se identifican las condiciones ambientales y sociales de las áreas que se verán afectadas por el Proyecto propuesto y se evalúan los posibles impactos que las actividades del mismo puedan ocasionar. El análisis que se realizará como parte del presente estudio permitirá al equipo consultor ofrecer recomendaciones específicas que puedan contribuir a la armonización del diseño a su entorno y poder incorporarlas en la fase de diseño final. La fase de planificación se ha llevado a cabo basándose en la información existente y disponible por la ACP y aquella generada específicamente para este proyecto. Esta fase se incluye en el EsIA, el cual será presentado a ANAM para su evaluación antes de iniciar los trabajos de Construcción del Puente sobre el Canal en el Sector Atlántico.

## **5.4.2 Construcción/Ejecución**

Una vez culminada la fase de planificación de la obra, se procederá con la fase de construcción/ejecución del proyecto. Esta fase consistirá de las actividades que a continuación se detallan:

### **5.4.2.1 Medidas de Protección y Seguridad en la Ejecución de Obras Viales**

Las medidas que ha continuación se presentan serán implementadas durante la construcción de la obra:

- **Dispositivos para Protección en Obras**

Los dispositivos para protección son de carácter transitorio; se refieren a las señales, barreras y otros medios que se usan para proporcionar seguridad a los usuarios, peatones y trabajadores y para guiar el tránsito a través de las calles y carreteras en construcción. Se utilizan en el caso de desyerbes, desarraigues, desmonte, reparación de cunetas, derrumbes, reparación de pavimento o puentes, modificaciones a la vía, desviaciones, construcción de puentes, etc. Los dispositivos necesarios deberán ser colocados antes de iniciar cualquier trabajo y ser retirados inmediatamente después de haberse terminado.

- **Clasificación**

Los dispositivos usados en el señalamiento transitorio para protección en obras de construcción, calles y carreteras, se clasifican en señales, canalizadores y señales manuales. Las señales pueden ser preventivas, restrictivas o informativas. Los canalizadores se refieren a las barreras, conos, indicadores de alineamiento, marcas en el pavimento, dispositivos e indicadores de obstáculos. Las señales manuales incluyen banderas y lámparas.

## **Responsabilidad**

La responsabilidad en la colocación y retiro de este tipo de señalamiento, durante la construcción del puente y sus estructuras conexas será de la compañía constructora encargada de la obra.

Obligaciones de los responsables del señalamiento para protección:

1. No iniciar ninguna reparación o construcción sin disponer de las señales necesarias para el tipo de obra que se va a ejecutar.
2. Situar y conservar adecuadamente las señales.
3. No obstruir la visibilidad de las señales.
4. Retirar inmediatamente los dispositivos empleados, tan pronto haya terminado el motivo por el que fueron colocados.
5. Los modelos de los dispositivos deberán seguir los patrones del manual del MOP normados para tal efecto: Compendio de Medidas de Protección y Seguridad en Ejecución de Obras Viales, Suplemento N° 7 de 1999.

La compañía constructora responsable deberá mantener, en todo momento, una supervisión adecuada, para que los dispositivos empleados sean los indicados para la protección de los usuarios, peatones, trabajadores y de la obra en sí.

### **5.4.2.2 Desmante y Limpieza**

Los trabajos de desmante y limpieza se efectuarán en todas las zonas comprendidas dentro del derecho de vía donde sea necesario para conformar la sección del alineamiento. El trabajo consiste en la limpieza del terreno y eliminación de la capa vegetal utilizando equipo de construcción como retroexcavadoras en áreas de pobre acceso y tractores en aquellas de mejor acceso. En aquellos lugares donde se requiera de la tala de árboles se obtendrá primero el permiso correspondiente por parte de ANAM. Dicha tala se efectuará manualmente por medio de cuadrillas equipadas con motosierras. Se eliminarán los tocones y raíces en aquellos tramos donde sea necesario. Las cavidades resultantes de la remoción de tocones o raíces serán

rellenadas con material selecto. Tomando como base el diseño conceptual, se estima que en promedio para el tramo del alineamiento y las áreas de rehabilitación de las carreteras existentes se requerirá desmontar aproximadamente unas 12 hectáreas de vegetación, entre áreas boscosas y herbazales principalmente.

El material proveniente de las actividades de desmonte y limpieza se retirará con equipo de carga frontal y cargado a camiones volquete. Los materiales provenientes de las actividades de limpieza y desarraigue bajo ninguna circunstancia serán quemados. Siempre que se pueda, los desechos de estas operaciones serán repicados y se dispondrán como barrera contra la erosión. La empresa constructora deberá contar con un responsable de la gestión ambiental, quien será el encargado de dar seguimiento a todos estos aspectos del proyecto.

Toda la madera procedente de las áreas de limpieza y desarraigue y del desmonte, podrá ser utilizada por el contratista para actividades de la obra. En caso de que no se utilice toda la madera, el contratista deberá contar con un permiso de ANAM para retirarla del proyecto.

#### **5.4.2.3 Material de Préstamo y Agregados**

El proyecto contempla la utilización de material selecto o sub-base, y agregados pétreos para la capa base, hormigón de cemento Portland y/o hormigón asfáltico para la carretera. El material selecto o de sub-base consistirá de ripio, tosca, rocalla, granito desintegrado, gravilla, arena, piedra desintegrada u otros materiales similares aprobados por el Ministerio de Obras Públicas (MOP). Este material, no deberá contener terrones de arcilla, material vegetal ni otras sustancias objetables. El material selecto deberá cumplir con los requisitos que se establecen en las especificaciones técnicas del MOP; que se resumen en la siguiente Tabla:

**Tabla 5-9**  
**Especificaciones para Material Selecto o de Sub-Base**

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Porcentaje que pasa el tamiz de 76.2 mm	100%
Porcentaje que pasa el tamiz N° 4	35% mínimo 80% máximo
Porcentaje que pasa el tamiz N° 200	25%
Índice de Plasticidad	no mayor de 10
Límite Líquido	No mayor de 40%
Equivalente de Arena	mayor de 25%
Valor de soporte (CBR) a densidad máxima y humedad óptima	mayor de 25%

Fuente: Ministerio de Obras Públicas

La dimensión máxima de las partículas de material selecto o sub-base no deberá exceder los 2/3 del espesor de la capa que se coloque y en ningún caso deberá ser mayor de 15 cm. El proyecto contempla la compra de dichos materiales a proveedores existentes. El material provendrá de canteras existentes próximas al área del proyecto y será transportado a través de los caminos de acceso a construirse o rehabilitarse.

El material procesado será trasladado al sitio de almacenamiento. Si el contratista sugiere otro sitio para la extracción de material, deberá contar con la aprobación de la Sección Ambiental del MOP y cumplir con la obtención de permisos y autorizaciones adicionales requeridos por el Ministerio de Comercio e Industrias (MICI) y por la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). Adicionalmente, el contratista deberá presentar un plan preventivo que incluya límites máximos de velocidad de camiones, medidas especiales cuando atraviesen áreas pobladas, características de operación y trabajo para los conductores (no pueden trabajar más de ocho (8) horas diarias, no pueden circular en los camiones de noche y deben contar con radio de comunicación).

El material selecto para la sub-base se colocará en aquellos lugares designados para almacenamiento. El material se compactará en capas según los espesores determinados, adicionando agua de ser necesario. Para la compactación se utilizarán aplanadoras mecánicas de rodillos lisos, ruedas neumáticas o cualquier otra que pueda producir los resultados exigidos. El material será compactado a una densidad no menor que las indicadas en los estudios geotécnicos

realizados para cada caso en particular, para la misma se realizarán las pruebas necesarias para asegurar que esto se cumpla.

El material selecto o de sub-base no deberá ser colocado cuando está lloviendo o cuando la terracería subyacente contenga exceso de humedad. Una vez colocada la sub-base, se colocará sobre ella la base de agregados pétreos, que consiste en la construcción de una o más capas compactadas de piedra triturada. Los agregados pétreos serán fragmentos angulares de roca dura y durable, uniformemente graduados de grueso a fino. El material se colocará de manera tal que al esparcirlo no resulte en capas mayores a los 10 centímetros. Cada capa será adecuadamente compactada antes de colocar la siguiente.

#### **5.4.2.4 Excavación y Relleno**

Esta actividad consiste en la excavación de cortes y la colocación y compactación de material para la construcción de terrecerías, según los niveles de subrasantes específicos. El MOP distingue entre varios tipos de excavación:

**Excavación común.** Remoción de todo tipo de material que podría utilizarse para la formación de terraplenes, que no requieran el uso de explosivos, aún cuando estos se utilicen para obtener mejores rendimientos.

**Excavación en roca.** Actividad que se basará en la extracción de todo material rocoso en lechos, estratificaciones o conglomerados que estuvieran tan firmemente cementados que presenten todas las características de la roca sólida.

**Excavación no clasificada.** Extracción y disposición de todos los materiales encontrados en la obra, sin entrar a considerar las características propias de cada material en particular.

**Excavación de material desechable.** Remoción de todo tipo de material, que por su mala calidad resulte inadecuado como material de fundación o para ser utilizado en la construcción de terraplenes o rellenos.

Se prevé únicamente excavación para las fundaciones de la estructura, el material proveniente de la excavación será aprovechado como material de relleno, siempre y cuando las propiedades del mismo cumplan con los requisitos mínimos para cada fin en particular.

#### **5.4.2.5 Proceso Constructivo**

Esta sección presenta una descripción de las características más importantes del proceso constructivo según el diseño de las diferentes estructuras que conforman el nuevo Puente para el cruce del Canal en el sector Atlántico. Dichas características están basadas en las especificaciones técnicas generales del MOP y otras guías de diseño internacionales.

La fase de construcción inicia con la limpieza y desarraigue de la vegetación y el acondicionamiento del terreno; incluyendo excavación, relleno y nivelación, como se indicó en las secciones anteriores. Esta actividad de nivelación será necesaria dado que cerca de las riberas del Canal se presentan suelos inundables que retienen gran cantidad de agua durante todo el año.

- **Cimentación**

El tramo principal estará sobre una fundación de pilotes prefabricados o eventualmente sobre una fundación vaciada en sitio a la formación de arenisca llamada Gatún, situada a unos 12 metros por debajo del nivel existente del sector Este y a unos 5 metros por debajo del nivel existente en el sector Oeste del Canal. Debido a las fuerzas sísmicas del área, los pilotes perforados deberán resistir fuerzas laterales y de tensión, además de la compresión axial a la que estarán sometidos. Sobre estas fundaciones, se asentarán las dos torres tipo delta que soportarán, mediante cables, la calzada propuesta. De la información obtenida mediante el estudio de geotecnia, se tiene que existe roca a 11 metros de profundidad en el sector Este y roca en la superficie en el sector Oeste. La presencia de roca disponible a una profundidad razonable al Este determina que se pueden colocar los pilotes perforados, mientras que hacia el sector Oeste los mismos se podrían colocar directamente sobre la roca. Se propone instalar un sistema combinado de fundaciones, flotantes de donde saldrán pilotes de 1.80 metros de diámetro.

- **Torres de Soporte**

Serán empleadas dos torres tipo Delta atirantadas de 190 m de altura, una ubicada sobre tierra firme en el sector Este a una distancia de 54.4 metros medidos desde el la ribera del Canal hacia tierra firme y la otra estará localizada en el sector Oeste cimentada sobre el lecho marino a una distancia de 88 metros medidos desde la ribera hacia el Canal (**Figura 5-9**).

Las mismas, brindarán rigidez y resistencia a la torsión de la cubierta de rodadura y sección de losa que estará a la intemperie, serán construidas de hormigón armado vaciadas en sitio o construidas con elementos pre-fabricados y son una variante de las torres tipo “Y”. Este tipo de torre ofrece la oportunidad de usar un sólo plano de cables de soporte que mantendrán la rigidez torsional en caso de que se escoja una sección de losa de soporte cerrada, de esta misma forma la torre proporciona a la superestructura una estabilidad significativa a la torsión para el rendimiento aerodinámico del sistema en su conjunto. La zona de anclaje en la parte superior de este tipo de torres, es la que menos problemas de construcción ofrece al momento de su confección.

Cabe destacar que, se rellenará con material rocoso compacto desde la ribera del Canal hasta rodear la base de la torre ubicada en el sector Oeste, con el propósito de darle continuidad al camino no pavimentado que se utilizará como vía de acceso para la construcción, así como durante el período operativo del puente en sus actividades de mantenimientos futuros. De igual forma, este encofrado rocoso servirá de barrera de protección de posibles accidentes provocados por pequeños buques o embarcaciones que transiten la vía acuática.

- **Sección y Losa de Rodadura del Puente**

Se trata de un sólo tipo de sección aérea de losa de rodadura con un nivel de servicio clase “C”, para el tipo de demanda vehicular esperada. La sección se divide en tres tramos, el tramo Este con una longitud de 215 metros, el tramo o luz central con una longitud de 500 metros entre ambas torres tipo Delta y el tramo Oeste con una longitud de 215 metros, brindando una longitud total del Puente de 930 metros (**Figura 5-9**).

La selección de los anchos de carril, hombros y ancho de barrera central se basan en las normas mínimas del American Association of State Highway and Transportation Officials "**Norma en Materia de Diseño Geométrico de Carreteras y Calles, 2004**", así como en el estudio de tráfico previo. Esta sección está compuesta por vigas de concreto perimetrales que corren tanto longitudinalmente como transversalmente y que a su vez están soportadas por los cables con un espaciado aproximado de nueve metros entre ellas, podrán ser construidas en sitio o ensamblada con elementos pre-fabricados. La sección de rodadura propuesta tendrá un ancho total de 23.2 metros distribuidos de la siguiente manera: dos carriles de 3.60 metros en ambos sentidos, hombros internos y externos de 1.20 metros a ambos lados y en ambos sentidos, barrera central divisoria tipo Jersey con un ancho de 0.6 metros y 1.70 metros de espacio libre desde el fin del hombro exterior y el final de la losa. En este espacio libre se ubicará la barrera exterior tipo Jersey y el aterrizaje de los cables provenientes de las torres (**Figura 5-10**).

En su parte más alta, esta sección tendrá un gálibo o altura libre de 75 metros de alto medidos desde el nivel medio del agua. Esto permitirá, que en el futuro, cualquier tipo de buque, incluyendo los Post-Panamax, pueda pasar sin dificultad por la vía interoceánica (**Figura 5-9**).

- **Viaductos de Acceso al Puente**

La obra contará de dos accesos al puente con un nivel de servicio clase "C", uno de los viaductos de acceso provendrá del sector Este y el otro del Oeste. Dichos accesos, conducirán a la parte central del puente (**Figuras 5-11 y 5-12**).

La sección típica de los viaductos de acceso para ambos sectores, Este y Oeste, será similar. Las calzadas tendrán un ancho total de 24.4 metros distribuidos de la siguiente manera: dos carriles de 3.60 metros en ambos sentidos, hombros internos de 1.20 metros en ambos sentidos, hombros externos de 3.00 metros en ambos sentidos, barrera central divisoria tipo Jersey de 0.60 metros de ancho y barreras de protección de 0.50 metros de ancho a ambos lados de la calzada. La losa de rodadura será de concreto armado lo suficientemente resistente como para soportar un tráfico

pesado de la vía, con una pendiente de 5% y velocidad máxima permitida de 90 kilómetros por hora (**Figura 5-13 y 5-14 (B)**).

Por su parte, el viaducto de acceso en el sector Este en su inicio, estará soportado por un muro compacto de tierra armada y posteriormente ira sobre tres (3) pilotes espaciados entre sí a una distancia de 45 metros, cubriendo una longitud total de aproximadamente 135 metros. Seguidamente, la rodadura será apoyada sobre 13 pilotes separados a una distancia de 75 metros, extendiéndose hasta una longitud de 975 metros, para luego alcanzar la cota final de empalme con la losa del puente (**Figura 5-11**). La longitud total de este viaducto de acceso es de 861.02 metros de longitud, y la división entre ambos sub-tramos se da en el punto de intersección del viaducto Este con el alineamiento existente de la vía del Ferrocarril de Panamá. El diseño del Puente permite al Ferrocarril mantener su normal funcionamiento, se le mantendrá la altura y anchos exigidos, 35 metros hacia el lado Este de la línea central del alineamiento del tren, 10.7 metros hacia el lado Oeste de la línea del tren y 9.15 metros de gálibo para el paso del Ferrocarril de Panamá.

Con relación al viaducto de acceso Oeste, al igual que el viaducto anterior, su inicio estará soportado por un muro compacto de tierra armada y posteriormente irá elevándose sobre tres (3) pilotes espaciados a una distancia de 45 metros entre ellos desarrollados en una longitud total de 180 metros. Debido a la topografía existente en el lugar, la cual será aprovechada para soportar la vía sobre el terreno natural, se presenta una interrupción del sistema de pilotes a lo largo de una distancia de 185 metros desde su levantamiento. Posteriormente, se continuará con el sistema de pilotes, colocando alrededor de unos ocho (8) pilotes separados a 75 metros de distancia entre cada uno hasta una longitud de desarrollo de 600 metros, hasta alcanzar la cota final de empalme con la losa del puente atirantado (**Figura 5-12**). La longitud total del viaducto de acceso Oeste es de 965 metros.

Estas estructuras viales se construirán en base a los requerimientos técnicos exigidos por el Ministerio de Obras Públicas y en base a los códigos AASHTO requeridos. Cabe resaltar que, se construirá un camino de tierra (no pavimentado) adyacente de tres metros de ancho aproximadamente, el cual servirá de acceso a las torres y pilotes de soporte durante el periodo de

construcción de la estructura, así como en el período de operación para actividades de mantenimiento, en ambos viaductos de acceso.

- **Vías de Acceso a los Viaductos**

Se trata de los accesos a nivel que servirán de interconexión entre los entronques y los viaductos de acceso al puente desde los sectores Este y Oeste y ambos presentarán un nivel de servicio clase “C”. Ambas calzadas (Este y Oeste) contarán con un ancho total de 23.4 metros, distribuidos de la siguiente manera: dos carriles de 3.60 metros en ambos sentidos, hombros internos de 1.20 metros en ambos sentidos, hombros externos de 3.00 metros en ambos sentidos y barrera central divisoria tipo Jersey de 0.60 metros de ancho (**Figura 5-13 y 5-14 (B)**). De igual forma, estas secciones contarán en un lado de la calzada con un camino no pavimentado de tres (3) metros de ancho, el cual tendrá la función de dar acceso al área durante el período de construcción de la estructura, así como también brindar acceso en el futuro a cuadrillas de mantenimiento a las diferentes estructuras del puente.

El acceso Oeste tendrá una longitud aproximada de 1,312 metros desde la salida del viaducto hasta el entronque con la carretera Gatún y en el sector opuesto el acceso Este tendrá una longitud de 682 metros hasta el entronque con la carretera Bolívar (**Figuras 5-13 y 5-14 (A)**). Este último tramo, a la altura del entronque se encuentra con un canal pluvial trapezoidal (East Diverging Channel), en el cual será instalada una estructura de concreto armado que permitirá el flujo normal de la corriente allí generada. La losa de rodadura será de concreto armado resistente al paso vehicular tipo pesado y con la capacidad de soporte necesaria según el estudio de tráfico realizado. Esta estructura vial, igualmente será construida en base a los requerimientos técnicos exigidos por el Ministerio de Obras Públicas y en base a los códigos AASHTO.

- **Entronques**

Los entronques se refieren a las dos intersecciones tipo “T”; una sobre la carretera Gatún en el acceso Oeste y la otra sobre la carretera Bolívar en el acceso Este. Para llevar a cabo la intersección de las vías de accesos con las carreteras existentes, se tendrá que modificar o

realignar los carriles actuales con carriles de desaceleración y aceleración respectivamente en los giros que así lo requieran.

Para la intersección de la vía de acceso con la carretera Gatún en el sector Oeste, se ampliará el ancho existente de carriles de 7.20 metros a 21.1 metros incluyendo carriles e isleta central divisoria. Los carriles de desaceleración que permitirán el giro hacia la vía de acceso al puente y los de aceleración que incorporarán el flujo de vehículos provenientes del puente hacia la carretera Gatún, presentarán una longitud estimada entre 98 a 220 metros (**Figura 5-13**). La longitud total de reconstrucción de la carretera Gatún, debido a la intersección con la vía de acceso proveniente del puente, será de 1,003 metros, esto incluirá carriles de desaceleración, aceleración, tramos de transición de carriles e isletas divisorias de vías.

Con relación a la intersección de la vía de acceso con la carretera Bolívar hacia el sector Este, se ampliará el ancho existente de carriles de 7.20 metros a 21.10 metros incluyendo isleta central divisoria. Para el caso de los carriles de desaceleración que conectarán la carretera Bolívar con la vía de acceso al puente, éstos tendrán una longitud estimada de 115 y 120 metros. En tanto que los carriles de aceleración que empalmarán el flujo proveniente del puente con la carretera Bolívar, presentarán una longitud de 210 y 216 metros. La longitud total de reconstrucción y realineamiento de la carretera Bolívar, producto de la intersección con la vía de acceso proveniente del puente, será de 1,064 metros, esto incluirá carriles de desaceleración, aceleración, tramos de transición de carriles e isletas divisorias de vías (**Figura 5-14**).

Cabe destacar que, la adecuación de este entronque dará origen a un realineamiento significativo de la actual carretera Bolívar, la cual presenta actualmente curvas y contracurvas en este sector. Dicho realineamiento, se debe a que la vía de acceso proveniente del puente saldrá totalmente perpendicular a la carretera Bolívar.

En resumen, los aproximados 4.7 Km que comprenden el alineamiento están conformados por los siguientes tramos, y sus respectivas longitudes según se indica en la tabla 5-10. Adicionalmente, se incluyen los tramos de la carretera Bolívar y la carretera Gatún que serán realineados y rehabilitados para conformar los entronques con el alineamiento del cruce, lo que

extiende la longitud total del desarrollo de alrededor de aproximadamente 7 Km. lineales de proyecto.

**Tabla 5-10**  
**Tramos que Conforman el Alineamiento del Cruce**

<b>Tramo</b>	<b>Longitud de Desarrollo (m)</b>
Vía de Acceso a Viaducto (Oeste)	1,312
Viaducto Oeste	965
Puente	930
Viaducto Este	861.02
Vía de Acceso a Viaducto (Este)	682
<b>Total del Alineamiento</b>	<b>4,750.02</b>
Entronque Calle Gatún	1,003
Entronque Calle Bolívar	1,064
<b>Total de Proyecto</b>	<b>6,817.02</b>

#### **5.4.2.6 Planta de Procesamiento de Concreto y Material Asfáltico**

Para el suministro de todo el concreto para la construcción de este proyecto, están identificadas las empresas locales que suministran este insumo. De necesitar un aumento en el suministro de este insumo, se instalará una planta adicional, cuya ubicación y características serán sometidas a consideración de las autoridades correspondientes, cumpliendo con la normativa ambiental vigente.

Para el suministro de material asfáltico en el proyecto, se obtendrá de las empresas locales que suministran este insumo. Para su transporte se seguirán las normas existentes referentes al transporte de cargas peligrosas; así como, lo establecido para el transporte de mezcla.

#### **5.4.2.7 Señalización Vial**

La señalización para la vía del puente que cruzará el Canal en el sector Atlántico, busca seguir las normas, patrones y recomendaciones del “Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways – MUTCD”, de la AASHTO, sin dejar de considerar las prácticas y tipicidades adoptadas por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) y por la Autoridad del Tránsito y Transporte Terrestre (ATTT). En las eventualidades en que las normas o recomendaciones contenidas en el MUTCD sean diferentes a las prácticas locales, los criterios a ser adoptados deberán ser definidos de común acuerdo con los equipos técnicos del MOP. Los requerimientos de señalización fueron elaborados considerando la velocidad máxima reglamentaria de 90 km/h en los tramos libres de limitaciones físicas u operacionales y serán compuestos de:

- Señalización Horizontal: Compuesta de líneas, fajas, símbolos y leyendas, complementada por dispositivos retrorreflectivos o sonorizadores instalados sobre el pavimento.
- Señalización Vertical: Compuesta por señales de reglamentación, de advertencia, de orientación, de educación y de servicios. Estas serán complementadas por dispositivos auxiliares retrorreflectivos o luminosos como balizas, delineadores, marcadores de peligro, luces intermitentes, etc.
- Dispositivos de Seguridad: Aunque no sean elementos de señalización, serán verificadas las barreras de concreto proyectadas en estructuras buscando optimizar las condiciones de seguridad de la carretera.

Las señales deberán ser usadas para regular el tránsito y prevenir cualquier peligro que podría presentarse en la circulación vehicular y también informar al usuario sobre direcciones, así como dificultades existentes en las carreteras, más allá de garantizar la protección del medio ambiente.

#### **5.4.2.8 Iluminación Pública**

Se prevé iluminación pública en las zonas de las interconexiones de las vías de acceso con los entronques en las carreteras existentes. Además, la entrada y salida del puente, así como ambas torres, serán iluminadas para que sean claramente visibles. En el caso de las torres, estas

presentarán en su punto más alto luces tipo estroboscópicas de señalización parpadeantes, rojas o blancas, de alta intensidad para indicar a los aviones la altura de las torres. El puente y sus accesos tendrán los mismos niveles de iluminación que la vía a la que pertenecen. Se utilizarán lámparas y luminarias que eliminen el deslumbramiento hasta los valores permisibles comprendidos en la Norma. Estos serán definidos mediante un diseño que será reglamentado por las normas que rigen en el área respectiva.

#### **5.4.2.9 Volumen de Tránsito Vehicular**

Esta sección contiene información relacionada con el volumen del tráfico vehicular considerado para el diseño, para lo cual se evaluó la situación actual, para luego proyectar la demanda futura en tres escenarios posibles.

- **Estudio de Demanda**

URS+COWI 2010 realizó un análisis de tráfico para estimar la demanda que generaría el futuro Cruce con información proveniente de la oficina de Proyectos Especiales del MOP y de la Autoridad de Transito y Transporte Terrestre la cual incluyó aforos de tráfico en ambos sentidos por 72 horas en distintos puntos de la Provincia de Panamá y Colón realizados en los años 2006 al 2008, en los siguientes puntos:

- Autopista Pan-Americana (Panamá-Este 5 puntos)
- Puente Centenario (1 punto)
- Autopista Pan-Americana (Panamá-Oeste 4 puntos)
- Arraijan/Chorrera (Panamá Oeste 1 punto)
- Carretera Transístmica (2 puntos)
- Gatun-Costa Abajo (Colon oeste 1 punto)

Los aforos estimados, junto con las proyecciones de la data demográfica para los años 2007 y 2015 del Boletín No. 9 del Censo del 2000 ([www.contraloria.gob.pa/dec/publications](http://www.contraloria.gob.pa/dec/publications)), fueron utilizados para las proyecciones de tráfico.

A partir de dicha información se asumieron 3 escenarios de posibles desarrollos, a saber:

1. Escenario de bajo desarrollo: se asume la misma tasa de crecimiento proyectada por el censo, la construcción del cruce sobre el canal, sin la construcción de una Vía Costanera.
2. Escenario de desarrollo medio: se asume la misma tasa de crecimiento del censo, la construcción del cruce, con la continuación de una vía Costanera.
3. Escenario de alto desarrollo: asume una tasa de crecimiento mas elevada a las proyecciones del censo, la construcción del cruce y continuidad con una vía Costanera.

- **Proyecciones de personas y viajes por vehículo**

Para la evaluación del numero de personas y viajes por vehiculo, URS+COWI 2010 desarrollo Panama\_Plan, una hoja de cálculo utilizada como herramienta para la estimación de la demanda de trafico utilizando como base la metodología contenida en el reporte de “Travel Estimation Techniques for Urban Planning”. Dicha herramienta fue utilizada para estimar la demanda vehicular que tendría el Puente considerando cada uno de posibles escenarios de desarrollo (bajo, medio, alto), para las proyecciones del Censo del 2015, como para el año 2035. Para este último, la demanda de tráfico se obtuvo aplicando una tasa de crecimiento del 2% anual a la demanda proyectada del 2015. Los resultados de demanda estimada se presentan en la tabla a continuación.

Posteriormente, se estimó la demanda vehicular que tendría el Puente considerando cada uno de posibles escenarios de desarrollo (bajo, medio, alto), para las proyecciones del Censo del 2015, como para el año 2035. Para este último, la demanda de tráfico se obtuvo aplicando una tasa de crecimiento del 2% anual a la demanda proyectada del 2015. Los resultados de demanda estimada se presentan en la tabla a continuación.

**Tabla 5-11**  
**Resultados de Demanda de Tráfico**

<b>Escenario</b>	<b>Demanda de Tráfico diario (2015)</b>	<b>Demanda de Tráfico diario (2035)</b>
Desarrollo bajo	5,766	8,072
Desarrollo Medio	12,660	17,724
Desarrollo Alto	20,610	28,854

Fuente: Estudio de URS+COWI a partir del Panama\_Plan

La demanda estimada para un escenario medio (conservador) está estimada en 12,660 vehículos/día sobre el puente para el año 2015, y en 17,724 vehículos/día para el año 2035.

#### **5.4.2.10 Fase de Cierre de la Construcción**

Una vez terminada la construcción del Puente sobre el Canal en el Sector Atlántico, así como la construcción de los viaductos y las vías de acceso y la reconstrucción y realineamiento de las carreteras existentes y demás infraestructuras; se procederá al retiro de las áreas de trabajo y patio de máquinas, abandono de las fuentes de materiales y depósitos de materiales excedentes. Las acciones principales comprenderán la limpieza y restauración del área; considerando la escarificación del suelo, la remoción del suelo contaminado y de cualquier estructura, colocación de capa vegetal, revegetación y hasta la reforestación si fuese necesario.

La mayoría de los efectos que se generarán por el cierre de la fase de construcción representarán una recuperación y/o regeneración de los daños causados durante su instalación y funcionamiento; es por ello que las acciones de esta actividad podrían considerarse como restauradoras o generadoras de impactos positivos de carácter permanente (eliminación de emisiones contaminantes como partículas suspendidas y gases, eliminación de fuentes contaminantes de recursos hídricos, eliminación de emisiones sonoras, restitución del paisaje, revegetación de las área ocupadas y por último, restitución del hábitat de especies animales, una restitución lenta, pero incremental.

El cierre y restauración de las áreas de trabajo deberá considerar las condiciones originales del ecosistema y tendrá que ser planificado de acuerdo al uso final del terreno; la infraestructura de estas facilidades será retirada o demolida. El material servible (hojas de zinc, madera, entre otros) podrá ser donado a la comunidad previo acuerdo y el que esté deteriorado será confinado en los depósitos de materiales excedentes.

Toda la maquinaria y equipo, estén operativos o no, al igual que todos los desechos materiales, y en general todo lo que se haya utilizado en las áreas de trabajo durante el proceso de construcción, será retirado del sitio. El área ocupada deberá ser restaurada creando condiciones favorables para un proceso de regeneración natural.

### **5.4.3 Operación**

Durante esta fase, tal como se ha descrito previamente, el proyecto estará conformado por un puente atirantado con dos viaductos de acceso, ubicados en los sectores Oeste y Este y sus respectivos entronques con las carreteras existentes. Durante la operación, el puente permitirá un flujo ininterrumpido de vehículos estimado en 12,660 vehículos/día para el año 2015, y en 17,724 vehículos/día para el año 2035, manteniendo permanentemente conectados los sectores Este y Oeste de la provincia de Colón.

#### **5.4.3.1 Actividades de Mantenimiento Rutinario**

Las actividades menores consistirán en el barrido de las calzadas, limpieza de cunetas, señales, y lámparas.

El barrido de las calzadas será realizado con barredoras auxiliadas con personal de a pie, se recomienda que dicha actividad sea realizada de preferencia en un horario nocturno, en el cual el flujo vehicular sea menor, contando con la debida señalización. La limpieza de las cunetas, señales y lámparas se realizará en horario nocturno e incluirá el cambio de luminarias, remoción de suciedad y para la misma se colocarán las señalizaciones requeridas.

### **5.4.3.2 Mantenimiento Menor**

Las actividades de mantenimiento menor incluyen entre otras: limpieza de alcantarillas, canales y otras obras de drenaje; reparación de obras de drenaje como cunetas; reparación de señales verticales, defensas y postes de kilometraje; pintura de postes y reparación de juntas de construcción y concreto. Estas actividades se realizarán preferiblemente en horario nocturno, pero de requerirse una acción inmediata se realizará en el día. Siempre se utilizarán los señalamientos preventivos adecuados.

### **5.4.3.3 Mantenimiento Mayor**

El mantenimiento mayor consiste en la reposición de losas en las calzadas cuando así se amerite, el repintado del señalamiento horizontal, el pintado del señalamiento vertical y la reposición de láminas reflectoras. Para ello la empresa contratista programará la realización de los mismos de manera tal que cause el menor efecto posible y utilizará las señalizaciones requeridas.

### **5.4.4 Abandono**

No se tiene previsto ni a corto ni a largo plazo el abandono del proyecto; es decir, el proyecto de Construcción de un Puente sobre el Canal en el Sector Atlántico busca que este opere a largo plazo para solucionar el problema de conexión vial existente entre el sector Este y Oeste en la región Atlántica de la Provincia de Colón. Si llegase a ocurrir la necesidad de abandonar la obra en alguna de sus fases, lo cuál es improbable, la ACP asumirá la responsabilidad y compromiso de saneamiento y restauración del área, cumpliendo con todos los requisitos técnicos y ambientales que demanden las autoridades competentes para ello.

### **5.4.5 Cronograma y Tiempo de Ejecución de Cada Fase**

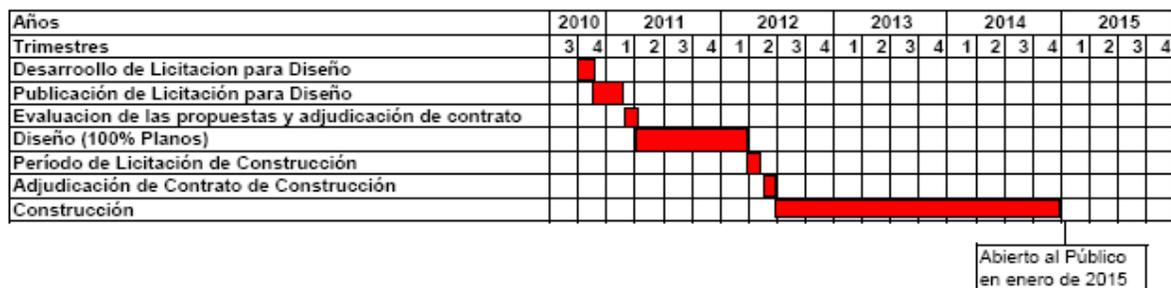
La ejecución del Proyecto Construcción de un Puente sobre el Canal en el Sector Atlántico tendrá una duración total de 51 meses (aprox. 4.25 años), y el mismo podrá iniciar operaciones en enero de 2015 (Tabla 5-12). El cronograma de ejecución del Proyecto se desarrolló sobre la

base de un minucioso y detallado análisis de la factibilidad de su construcción, efectuado de conformidad con las prácticas más avanzadas de la industria, tomando en cuenta los equipos, la tecnología y los procesos de construcción más apropiados para el ámbito del programa y el tipo de Proyecto.

El plan de ejecución, fue evaluado con un riguroso modelo de análisis de riesgos, e incluye contingencias de tiempo suficientes y apropiadas para cubrir las posibles demoras y atrasos. También incluye un período suficiente para puesta en marcha, adiestramiento de personal, inspecciones, pruebas de funcionamiento, e inicio de operaciones.

El cronograma de ejecución se divide en dos fases principales: la de preconstrucción y la de construcción. La fase de preconstrucción comprenderá el análisis de las alternativas de cruce, desarrollo de diseños, modelos, especificaciones y contratos, la precalificación de los posibles constructores, la contratación de éstos y, finalmente la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental. Esta primera fase tendrá una duración de 21 meses (aprox. 1.75 años) (Tabla 5-12). Por su parte, la fase de construcción incluye la construcción del puente para el cruce por el Atlántico y la ejecución simultánea de la construcción de las vías de acceso a los viaductos, los viaductos y la habilitación y construcción de los entronques en las carreteras existentes, tanto en el sector Este como en el Oeste. La construcción del nuevo cruce por el Atlántico tomará 30 meses (aprox. 2.5 años), y se iniciará a mediados del 2012, después de terminados los diseños (Tabla 5-12).

**Tabla 5-12  
Cronograma de Actividades**



## 5.5 Infraestructura a Desarrollar y Equipo a Utilizar

La infraestructura que será desarrollada para el Proyecto Construcción de un Puente sobre el Canal en el Sector Atlántico ha sido ampliamente descrita en la sección anterior. Durante la operación, las infraestructuras que formarán parte del proyecto corresponden a las vías accesos a los viaductos que permitirán el empalme del proyecto con la carretera Bolívar en el sector Este y con la carretera Gatún en el sector Oeste, los viaductos hacia el puente y el propio puente.

A continuación se presenta el listado de los equipos que serán utilizados en las diferentes actividades asociadas a la construcción del puente para el cruce por el Atlántico y de las demás infraestructuras relacionadas con el mismo.

- Palas
  - Banderines
  - Mazos
  - Pintura
  - Sierras, seguetas y cizalla
  - Concretera de balde
  - Carretillas
  - Maquina de soldar
  - Taladros y esmeriles
  - Pinzas y alicates
  - Brochas y rodillos
  - Tornillos y arandelas
  - Pickup 4x4
  - Camión
  - Cargadores frontales CAT 988G
  - Perforadoras de orugas CM470/YH70
  - Sistemas de achique con bombas sumergibles
  - Compactadores de rodillos vibratorios de 10 toneladas
  - Dragas
  - Retroexcavadora, pala mecánica, motosierra
  - Martillos neumáticos
  - Andamios
  - Bombas para concreto
  - Grúas
  - Guías de alineación del martinete
  - Martinetes o martillos diesel para hincado de pilotes
  - Amortiguadores del martinete
  - Perforadoras mecánicas de rotación o percusión
  - Cabestrillos o equipo protector de pilotes
  - Tractor D6 y D8R
  - Compactadora
  - Pala 320
  - Grúas camión
  - Excavadoras CAT 385
  - Compresores
  - Motoniveladoras CAT 16H
  - Camiones tanqueros para agua de 5,000 y 10,000 galones
  - Barcasas de perforación
- Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP).

## 5.6 Necesidades de Insumos Durante la Construcción/Ejecución y Operación

En la Tabla 5-13 se listan los principales materiales e insumos a ser utilizados durante la fase de construcción de este proyecto. Mientras que en la Tabla 5-14, se listan los materiales e insumos requeridos durante la operación.

**Tabla 5-13**  
**Insumos Requeridos Durante la Construcción/Ejecución**

Descripción
• Barras de acero para el refuerzo de las estructuras
• Tendones de acero para los elementos estructurales postensados
• Cables de acero
• Cemento, agua, arena y piedra para fabricación de hormigón
• Aditivos para el hormigón
• Maderas de formaletas, clavos de acero
• Puntales de acero para encofrados
• Pernos y tornillos de acero
• Pintura termoplástico
• Pilotes
• Encofrados
• Barandas metálicas

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP).

**Tabla 5-14**  
**Insumos Requeridos Durante la Operación**

N.º	Insumos
1	Detergentes
2	Desinfectantes
3	Bolsas de basura
4	Limpiadores de pisos
5	Limpiadores de muebles
6	Artículos de limpieza generales
7	Artículos de aseo general
8	Artículos de aseo de uso público
9	Agua embotellada, alimentos varios
10	Vasos, platos, cubiertos, manteles, etc. para uso en hostel familiar
11	Artefactos e implementos de cocina
12	Útiles de oficinas para área administrativa
13	Uniformes para personal
14	Gasolina para maquinarias pequeñas (cortagramas, etc.)

N.º	Insumos
15	Herramientas para mantenimiento de jardines
16	Herramientas para mantenimientos generales

Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (ACP)

### **5.6.1 Necesidades de Servicios Básicos (agua, energía, aguas servidas, vías de acceso, transporte público, otros)**

#### **Fuentes de Energía**

La provisión de energía eléctrica para la fase de construcción, se hará a través de servicios existentes en el área brindados por la ACP, por lo que no se afectará el suministro de energía en las áreas aledañas al Proyecto. Durante la fase de construcción se usarán generadores eléctricos para los trabajos alejados de la zona con suministro eléctrico.

#### **Agua**

El agua potable requerida para consumo humano, durante los trabajos de la construcción del Puente sobre el Canal en el Sector Atlántico, será suministrada por las redes del acueducto del IDAAN existentes en la zona, y si surge la necesidad, se almacenará agua en tanques de reserva, los cuales surtirán a los distintos frentes de trabajo.

La actividad de aprovechamiento de fuentes de agua, para el uso industrial, consiste en la obtención del recurso agua de los cuerpos superficiales dentro del área del Canal, para aquellos trabajos que lo requieran (compactaciones, colados de concreto, entre otros); en este caso se puede mencionar al Lago Gatún por encontrarse en el Atlántico u otro cuerpo de agua existente. El caudal de agua de estas fuentes o ríos varía de acuerdo a la estación (estación lluviosa y seca); sin embargo son ríos de caudal permanente durante todo el año teniendo capacidad para brindar este recurso. La utilización de cualquiera de estas fuentes requiere la autorización de la ACP, las cuales deberán ser verificadas por los Contratistas en relación a sus propiedades fisicoquímicas.

## **Tratamiento de Aguas Residuales**

El servicio de manejo de las aguas residuales, durante la construcción, se realizará mediante la colocación de servicios sanitarios portátiles (1/15 personas) y contratados a través de la empresa privada. Para este fin se considerarán solamente empresas con la experiencia comprobada en la materia.

Para el manejo de las aguas residuales generadas por la elaboración de mezclas de morteros, limpieza de herramientas y equipos serán tomadas las siguientes consideraciones:

- Se construirá un área dentro del proyecto destinada al lavado de los equipos y herramientas.
- Las aguas serán conducidas hasta un sedimentador, en el que se separará el agua de cualquier otro material.
- El agua, ya decantada será utilizada para diferentes actividades asociadas a la construcción.
- El material sólido será dispuesto, atendiendo el programa de eliminación de desechos.

### **5.6.2 Mano de Obra (durante la construcción y operación), Empleos Directos e Indirectos Generados**

- **Fase de Construcción/Ejecución**

El proyecto generará un promedio de 200 empleos mensuales directos, durante los 30 meses de construcción. Esta cifra incluye personal nacional y extranjero, y tanto mano de obra calificada como no calificada. En términos más específico, 30% de la mano de obra será personal calificado, el resto del personal trabajadores, en la medida de lo posible, personal proveniente de las áreas cercanas al proyecto, corregimientos de Escobal y Cristóbal y de la provincia de Colón. Se contará con un especialista en aspectos ambientales.

- **Fase de Operación**

La mano de obra que se requerirá durante la operación es mínima, consistiendo básicamente en el personal de mantenimiento de la vía y el personal administrativo. Considerando que el operador final de la vía (MOP), podría ser diferente al promotor de la misma (ACP), todavía no se ha definido la cantidad de personal a emplear. Las actividades que realice este personal bien pudieran también subcontratarse a través de prestadores de servicios de este tipo.

## **5.7 Manejo y Disposición de Desechos en Todas las Fases**

### **5.7.1 Sólidos**

Durante la realización del proyecto será necesario establecer un sistema de recolección de desechos que permita mantener las áreas de trabajo lo más limpias posibles.

A través de la construcción se generarán desechos sólidos tales como; materia orgánica procedente del desbroce de los árboles, arbustos y gramíneas. También se generarán desechos producto del movimiento de tierra y aquellos que son el resultado del levantamiento de las obras para la construcción del puente, entre ellos; restos de hormigón, cemento, piedra, arena, bloques, acero, alambres, tornillos, clavos, tuercas, varillas de hierro, formaletas (madera), latas de pintura, llantas, baterías, filtros y otros residuos. Además, los trabajadores al laborar en el área del proyecto, podrían contribuir al incremento de desperdicios orgánicos e inorgánicos; tales como: restos de comida, envases de todo tipo y de diferentes materiales (cartón, plástico, aluminio, vidrio) y otros como bolsas plásticas, ropa, calzados y demás.

Los desechos orgánicos producto de la limpieza y desarraigue serán removidos de la propiedad y los que puedan, serán aprovechados para control de erosión u otras necesidades. Los demás desechos serán transportados y dispuestos en sitios de acopio temporal de desechos, aprobados previamente por las autoridades competentes, para luego ser transportados al vertedero municipal que los acepte mediante acuerdo. El transporte de estos desechos se hará periódicamente, para de esta manera evitar la acumulación de grandes cantidades en los sitios de acopio temporal.

Con el fin de juntar todos los desechos sólidos que se vayan generando en toda el área de influencia del proyecto, se colocarán estratégicamente recipientes de basura en el área en la cual se esté trabajando. Diariamente, al terminar la jornada de trabajo la basura será recolectada en vehículos apropiados y transportada a sitios habilitados para tal fin.

Los sitios para el depósito temporal de desechos sólidos deberán estar ubicados a una distancia mínima de 250 metros de cualquier cuerpo de agua superficial.

Se espera que durante la fase de operación se generen residuos sólidos provenientes de las personas que utilicen el puente, ya sea que arrojen desperdicios y basura desde los vehículos o que éstos sean vertidos por los peatones al cruzar el puente.

### **5.7.2 Líquidos**

Para dirigir el manejo de los combustibles y lubricantes utilizados durante la construcción del proyecto, se instalarán tanques para el almacenamiento de estos productos y de los desechos oleosos tales como aceite y filtros usados, para ser entregados a empresas de reciclaje. Por ningún motivo se depositarán en el área que haya sido previamente autorizada como sitio de acopio temporal de desechos.

Se designarán áreas específicas con su debida contención para el manejo y almacenamiento de combustibles y desechos aceitosos. En las áreas de almacenamiento se contará como mínimo con: letreros de advertencia, equipo extintor, buena ventilación, accesorios eléctricos a prueba de explosión, material absorbente, y tinas de contención

En el caso de las aguas residuales que se generen por actividades propias de la construcción como lo son; la elaboración de mezclas de morteros, limpieza de herramientas y equipos, lavado de camiones y vehículos, aguas con mezcla de concreto u otras sustancias, etc.; serán tomadas las siguientes consideraciones: 1) Se construirá un área dentro del proyecto destinada al lavado de los equipos y herramientas; 2) Las aguas serán conducidas hasta un tanque de almacenaje, en el que se separará el agua de cualquier otro material; 3) El agua, ya decantada será utilizada para

diferentes actividades asociadas a la construcción y 4) El material sólido será dispuesto, atendiendo el programa de eliminación de desechos.

Además, en los diversos frentes de trabajo se prevé tener como mínimo, un sanitario portátil por cada 15 personas que laboren en la obra. Dichos sanitarios recibirán mantenimiento y limpieza periódica al menos dos veces por semana, brindado por personal calificado proveniente de la empresa encargada del alquiler de los mismos. Los sanitarios serán removidos al final de la fase de construcción.

### **5.7.3 Gaseosos**

Las únicas emisiones gaseosas que este Proyecto pudiera generar durante la fase de construcción, serían aquellas provenientes de los motores de combustión interna procedentes de los vehículos, maquinarias y equipos a utilizar, por lo que los mismos deberán encontrarse en buenas condiciones de operación y con sus respectivos filtros para evitar la contaminación atmosférica.

Durante la fase de operación únicamente se espera que las emisiones gaseosas sean producto de los vehículos que circulen a través del puente.

### **5.7.4 Peligrosos**

Los desechos peligrosos podrán consistir de aquellos productos del mantenimiento de equipo y maquinarias (aceites usados, solventes, pinturas, brochas, trapos, rodillos, latas de pintura vacías, aguas aceitosas, desperdicios metálicos, baterías, entre otros). Estos deberán ser dispuestos en tanques de 55 gls., con tapa, debidamente rotulados. Se debe contratar los servicios de una empresa autorizada para el tratamiento, manejo y/o la disposición final de estos desechos.

Durante la fase de operación del proyecto no se prevé la generación de este tipo de desechos.

## 5.8 Concordancia con el Plan de Uso de Suelo

El uso de suelo en el área designada para la Construcción de un Puente sobre el Canal en el Sector Atlántico, se encuentra regido por las normativas de ordenamiento territorial establecidas en cuatro (4) Planes de Uso de Suelo a saber:

- 1) Plan Regional para el Desarrollo de la Región Interoceánica y el Plan General de Uso, Conservación y Desarrollo del Área del Canal (Ley 21 del 2 de julio de 1997);
- 2) Plan de Usos de Suelo de la Autoridad del Canal de Panamá (Acuerdo No. 102, ACP 2005),
- 3) Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito de Colón (Por aprobar) y
- 4) Plan de Manejo del Área Protegida San Lorenzo (CEPSA 2004).

De acuerdo al Ordenamiento Territorial establecido por la Ley 21 de 2 de julio de 1997, que contempla el Plan Regional para el Desarrollo de la Región Interoceánica, incluido en el Anexo I de esta Ley, se determinó que los tipos de usos especificados del área donde se desarrollará el proyecto de la construcción del puente en el Atlántico, son hacia el sector Este: Áreas de Operación del Canal (tierra y agua), Áreas de Generación de Empleo (empleo-industrial y oficinas) y el de Áreas Verdes Urbanas. En tanto que en el sector Oeste el proyecto estaría incidiendo sobre los siguientes usos propuestos: Áreas de Uso Mixto (centro urbano) y Áreas de Operación del Canal (tierra y agua). **(Figura 5-15a).**

Cabe mencionar que, dicho Plan propone usos reservados para las mejoras del Canal, y la construcción del Tercer Juego de Esclusas. Además, esta misma Ley en su Anexo II, aprueba también el Plan General de Uso, Conservación y Desarrollo del Área del Canal, considerando para la Región del Atlántico proveer el derecho de vía de las carreteras y los enlaces con el nuevo puente (cruce) de Gatún a construirse por el tercer juego de esclusas, el cual es objeto de este estudio **(Figura 5-15a).**

Muy cercano al sector Oeste del área de influencia del proyecto, pero fuera de la misma, se ubica el uso de Áreas Silvestres Protegidas propuesto por el Plan Regional. Dicho uso, está

representado por un gran polígono de vegetación boscosa que se extiende desde la costa caribeña hasta la carretera Gatún, la cual actúa como límite del área protegida propuesta. La relación que se vislumbra que podría tener el proyecto con la referida área protegida propuesta, es la conexión que existirá entre el acceso Oeste del puente, con una vía existente, la cual en este caso sería la carretera Gatún, misma que es considerada como el límite Este del área protegida propuesta y sería la única barrera que separaría el acceso del nuevo puente con la propuesta área de conservación (**Figura 5-15a**).

En su mayoría, dichas categorías de uso de suelo proponen desarrollos urbanísticos/residenciales o de empleo-industrial y parques urbanos; en áreas donde en la actualidad predominan tierras que han perdido su vegetación original desde hace varias décadas atrás y que actualmente se encuentran en un proceso de regeneración natural. Además, en el Plan Regional y en el General, se encuentran considerados la construcción de un tercer juego de esclusas (Ampliación del Canal) y la necesidad de establecer un nuevo cruce sobre el Atlántico, lo que hace que el proyecto entre en concordancia con los referidos Planes de Uso de Suelo. Con relación al área silvestre protegida propuesta, localizada hacia el sector Oeste, el proyecto del Puente sobre el Canal en el Atlántico no entra en contacto directo con dicha área, únicamente el camino de acceso se empalma con la vía existente, que en este caso es la carretera Gatún, por lo que el proyecto no le es contrario al uso propuesto de protección.

Según el Plan de Uso de Suelo de la ACP (Acuerdo N° 102 de 25 de agosto de 2005 de la Junta Directiva de la ACP), el proyecto estaría ubicado dentro de la zona de compatibilidad y patrimonio de la ACP, en un Área de Funcionamiento Tipo I, que corresponde a un área de propiedad de la ACP o del patrimonio inalienable de la Nación, bajo administración privativa de la ACP, crítica para el funcionamiento y modernización del Canal y para actividades directamente asociadas a esas funciones (**Figura 5-15b**). Por lo anteriormente dicho y siendo la propia ACP el promotor de este proyecto, por lo tanto el mismo está en completa concordancia con los Planes de Uso de la ACP.

Con respecto al Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito de Colón (POT), este fue elaborado por la empresa The Louis Berger Group, Inc. en enero de 2010 y actualmente se

encuentra en revisión para su aprobación. El mismo, tiene como objetivo primordial el de ordenar el territorio y regular las actividades de desarrollo, garantizando la calidad de vida de los moradores del Distrito, conservando los recursos naturales y el patrimonio cultural y arquitectónico. El POT del distrito de Colón consiste en la zonificación de todo el territorio del Distrito (urbano y rural) en función de sus características biofísicas y socioeconómicas, donde se establecerán normas para la ocupación del territorio.

Dentro de este marco, de acuerdo al sistema de categorías de uso establecidas en el POT, el área del proyecto del puente sobre el Atlántico abarca, hacia ambos sectores, Área de Operación del Canal (tierra y agua); en tanto que para el sector Este ocupa los usos propuestos Industrial y Área Verde Urbana, y en el sector Oeste los usos Centro Urbano, Área Verde Urbana y un poco más distante, el uso propuesto Área Protegida, considerando todo el límite del polígono propuesto por el Plan Regional para este tipo de uso (**Figura 5-15c**). Los usos establecidos en este Plan, son muy similares a los propuestos por la Ley 21 (Plan Regional y Plan General), por lo que el proyecto del Puente sobre el Canal en el Sector Atlántico, igualmente estaría en concordancia con los usos propuestos en el POT del distrito de Colón.

Luego que la Ley 21 de 1997 (Plan Regional y General), propusiera al área de San Lorenzo bajo la categoría de uso de Área Protegida, la ANAM en el año 1999 declara oficialmente dos sectores dentro de esta área bajo las categorías de manejo de Paisaje Protegido y Bosque Protector San Lorenzo, mismas categorías propuestas por la Ley 21. Posteriormente, en el año 2002, la empresa Consultores Ecológicos Panameños, S. A. (CEPSA) culmina la elaboración del Plan de Manejo de la referida área protegida, el cual fue aprobado en el año 2004. No obstante, durante la elaboración del Plan de Manejo se llegó a la conclusión de que utilizar dos categorías de manejo para una sola área protegida complica la administración, crea confusión en el usuario y hace más difícil el cobro de servicios. Por lo tanto, los análisis realizados para una nueva categorización del sitio, recomiendan que la categoría de manejo más adecuada para la zona de estudio es la de Parque Nacional, sin embargo hasta tanto esto no sea oficial, el Plan de Manejo se refiere a esta área como Área Protegida San Lorenzo (APSL).

El Plan de Manejo considera como área protegida para su análisis, al igual que el POT del distrito de Colón, toda el área de San Lorenzo propuesta por el Plan Regional de la Ley 21 (1997), con la categoría de uso de área protegida. Incluido dentro de lo que el Plan de Manejo denomina Área Protegida San Lorenzo (APSL), se encuentran las áreas declaradas oficialmente por la ANAM bajo las categorías de Paisaje Protegido y Bosque Protector San Lorenzo. De acuerdo al Plan de Manejo del APSL, el alineamiento del acceso Oeste podría emplazarse muy cerca de la zona destinada para Uso Controlado de la referida área protegida, al conectarse justamente a la carretera Gatún que, como se mencionó anteriormente, representa el límite Este del APSL (**Figura 5-15d**).

El APSL es una mezcla de ecosistemas terrestres y acuáticos, tanto marinos como dulceacuícolas. Dicha área protegida mantiene una alta representatividad de la biodiversidad existente en la región caribeña del País. El Bosque Muy Húmedo Tropical, ubicado principalmente hacia el sector Norte del río Chagres, es fundamental en la continuidad del Corredor Biológico Mesoamericano. El Área Protegida San Lorenzo, se convierte de esta manera en un eslabón crítico entre los bosques del Este y Oeste de Panamá y entre Norte y Sur América. Es un sitio alto en biodiversidad y contiene especies que no se encuentran en el resto del Área Canalera.

A pesar de su importancia ecológica, esta área protegida enfrenta en la actualidad una serie de presiones sobre el uso de la tierra y sus recursos naturales. Entre éstas, se encuentra la presencia de carreteras y vías de acceso (carretera Gatún y Chagres) al APSL que inducen a la colonización espontánea, la cual se está dando principalmente hacia el Sur, en áreas como Escobal (156 viviendas) y Tanque Negro cerca al Fuerte Sherman (7 familias). En el límite Oeste se presenta una fuerte extracción de madera, pero la principal extracción en la actualidad es la de fauna silvestre mediante la cacería furtiva. Contaminación por hidrocarburos y desechos provenientes de la ciudad de Colón se presentan en toda la línea de costa de la Bahía de Limón. Sin embargo, la presencia de contaminación por desechos militares es mucho más preocupante. En el APSL se encuentran tres polígonos de tiro claramente identificados y sobre los cuales a la fecha aún está en litigio su limpieza por parte del gobierno norteamericano.

Como se puede apreciar, en el APSL ya existen sitios que pueden ser considerados como áreas críticas, las cuales están sufriendo la presión por actividades que amenazan o atentan contra la integridad de sus elementos ecológicos, socioeconómicos e histórico-culturales; así como también sobre la capacidad de dichas áreas de poder cumplir con sus objetivos.

El Proyecto de la Construcción de un Puente sobre el Canal en el Sector Atlántico no incidirá directamente, de ninguna manera, sobre el APSL. No obstante, existe la posibilidad que debido a su cercanía a esta área protegida, el proyecto pudiera generar algunas actividades que afectarían indirectamente a la referida área de conservación.

Del análisis anterior, de los cuatro planes de usos de suelo relacionados con el Proyecto de la Construcción de un Puente sobre el Canal en el Sector Atlántico, se concluye que el Proyecto está en completa concordancia con los usos propuestos en todos los planes (Plan Regional y General, Plan de Uso de Suelo de la ACP, Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito de Colón y Plan de Manejo del Área Protegida San Lorenzo). No obstante, pudiera presentarse una incompatibilidad de manera indirecta con este último, ya que el proyecto podría serle contrario a los objetivos de protección y conservación determinados para esta unidad de conservación, producido por alguna actividad desarrollada durante la construcción o por actividades inducidas, no propias del proyecto, durante la operación.

## **5.9 Monto Global de la Inversión**

El monto total estimado de la inversión para el proyecto de la Construcción de un Puente sobre el Canal en el Sector Atlántico se encuentra alrededor de los Doscientos Cuarenta y Seis Millones de Balboas (**B/. 246,000,000.00**). El desglose de costos se presenta en la tabla a continuación

**Tabla 5-15**  
**Costos Iniciales del Proyecto**

<b>Item</b>	<b>Costo Millones US \$</b>
Costo de Construcción inicial	186
Movilización	9
Inflación	11
Contingencia (20%)	39
<b>Costo Inicial Total</b>	<b>246</b>

Fuente: URS+COWI 2010