



SOCIEDAD PORTUARIA PUERTO BAHÍA
Modificación de la Licencia Ambiental

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
CAPITULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO



hidrocaribe ltda

Octubre de 2011
Cartagena de Indias, D.T.

TABLA DE CONTENIDO

2	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	3
2.1	ANTECEDENTES.....	3
2.1.1	Obras y actividades autorizadas	3
2.1.2	Modificaciones propuestas	4
2.1.3	Enfoque metodológico de la descripción del proyecto.....	5
2.2	LOCALIZACIÓN	5
2.3	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y/O AMPLIACIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO	8
2.3.1	Tipos de carga	8
2.3.2	Embarcaciones de diseño.....	11
2.3.3	Canal de acceso marítimo	13
2.3.4	Estrategia de desarrollo portuario.....	14
2.4	FACILIDADES PORTUARIAS	17
2.4.1	Fases de desarrollo	18
2.4.2	Infraestructura para el terminal de granel líquido	22
2.4.3	Infraestructura para el terminal multipropósito	33
2.4.4	Señalización y sistemas de ayuda a navegación.....	39
2.5	DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE OBRAS ASOCIADAS	40
2.5.1	Vías internas del terminal portuario	40
2.5.2	Vías de acceso.....	40
2.5.3	Sistemas complementarios y servicios.....	46
2.5.4	Pavimentación de patios	54
2.5.5	Cerramiento.....	55
2.6	Etapas de Operación.....	57
2.6.1	Carga de Crudo	57
2.6.2	Carga de Nafta	60
2.6.3	Carga multipropósito	61
2.7	ETAPA DE DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO	64
2.8	ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO	65
2.8.1	Organización administrativa.....	65
2.8.2	Cronograma.....	66
2.8.3	Presupuesto.....	67

2 DESCRIPCIÓN GENREAL DEL PROYECTO

2.1 ANTECEDENTES

Mediante resolución 1635 de agosto 19 de 2010 expedida por el MAVDT la Sociedad Portuaria Puerto Bahía obtuvo Licencia Ambiental para construir y operar un puerto sobre el costado sur de la bahía de Cartagena, destinado a manejar carga general contenedorizada y suelta, graneles líquidos (básicamente hidrocarburos y sus derivados) y graneles secos (excepto carbón). En razón de la necesidad de satisfacer la demanda creciente de servicios portuarios generada por el sector de hidrocarburos del país, que en la actualidad ha aumentado su producción a cifras del orden de 1,0 millón de barriles/día, se ha proyectado una serie de modificaciones a las instalaciones portuarias con el objeto de adecuarlas al propósito mencionado. A continuación se presentan las obras y actividades autorizadas en la licencia y las modificaciones propuestas.

2.1.1 Obras y actividades autorizadas

OBRAS

Terminal marítimo. Etapa 1

- Muelle principal: Una plataforma de concreto de 320 m de longitud por 54,9 m de ancho,
- Viaducto: de 197 m de largo y 20 m de ancho, con 4 carriles de circulación,
- Muelle de servicios: 15,0 m de ancho por 30,0 m de largo,
- Patio multipropósito,
- Patio de contenedores: de 43.842 m²,
- Área para carga general y otras zonas: 19.027 m²,
- Área para los servicios administrativos,
- Zona de reserva para la expansión del patio de contenedores en la Etapa 2,
- 3 Bodegas: para carga general suelta; para inspección y para des/consolidación de carga (CFS),
- Edificio de Administración: Comprende 2 módulos de oficinas con entradas separadas.
- Otras edificaciones: para bomberos, edificio de seguridad, taller y subestación eléctrica.
- Portal de entrada

Terminal marítimo. Etapa 2

- Ampliar el muelle en 200 metros
- Construir un segundo viaducto
- Ampliar el patio de contenedores en 31.700 m².

Terminal fluvial. Etapa 1

- Muelle fluvial sobre el canal del Dique en una longitud de 570 m
- Patio multipropósito
- Patios de contenedores y bodegas de almacenamiento: área de 27.720 m²
- Patio para carga general: área de 9.800 m².
- Oficinas para administración del terminal y de antinarcóticos y aduana.
- Estacionamiento de equipos del terminal
- Cerramientos y una puerta de ingreso
- Parqueo de camiones
- Área para manejo de carga peligrosa: bodega cubierta de 900 m²

Terminal fluvial. Etapa 2

- Ampliación del muelle fluvial en 570 m.
- Ampliación de patios de contenedores y bodegas en 16.070 m².
- Ampliación del patio para carga general en 11.700 m².

Terminal para granel líquido

- Dos sistemas de brazos de carga: uno en el muelle marítimo y otro en el fluvial.
- Red de tuberías para transporte de hidrocarburos desde y hacia la zona de tanques
- Zona de tanques con casa de bombas, administración, bodega, mantenimiento, laboratorios,
- Construcción terminal de hidrocarburos (Crudo, Nafta-condensado, diesel, kerosene, jet fuel).

Área total de 10 hectáreas, que podrá desarrollarse de acuerdo con la evolución de las condiciones del mercado.

Vía de intercomunicación entre los dos terminales

Vía, ancho: 30 m, con 2 calzadas de 3 carriles de 3,5 m cada uno. Longitud de 400 m y separador central de 4 m de ancho.

ACTIVIDADES DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Obras fluviales

- Maniobra de atraque de barcasas
- Descargue / cargue de líquidos, carga general y contenedores
- Vertimientos de residuos sólidos y líquidos
- Manejo de combustible

Obras marítimas

- Maniobras de aproximación y atraque de buques
- Cargue / Descargue de líquidos, carga general y contenedores

Transporte de carga terrestre

- Transporte de carga líquida sentido muelle -patio y viceversa
- Transporte de carga general y contenedores sentido muelle -patio y viceversa.

Patios de almacenamiento y manejo de carga

- Manejo de carga general, carga líquida, contenedores

Actividades generales

- Tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales
- Actividades administrativas y de mantenimiento (talleres)
- Manejo y disposición e residuos sólidos
- Movilización de personal, maquinaria, equipos, insumos, vehículos

CARGAS AUTORIZADAS

- Carga general contenedorizada: en cajas metálicas de 20 x 8 x 8,6 pies y de 40 y de 45 pies de largo.
- Carga general suelta: mercancías como equipos de gran tamaño, motores, etc.
- Graneles secos: cereales por medio en envases tipo *big bag*, excepto carbón.
- Graneles líquidos: se manejarán principalmente hidrocarburos y sus derivados.

2.1.2 Modificaciones propuestas

Las modificaciones están relacionadas con algunos de los componentes del proyecto licenciado por el MAVDT, de la siguiente manera:

- Ampliación de áreas
 - Espacio público marítimo
 - Áreas terrestres
- Énfasis en el manejo de graneles líquidos
 - Independizar el muelle de hidrocarburos
 - Ampliación de la zona de tanques
 - Traslado del muelle fluvial de hidrocarburos

- Se incluye estación de transferencia
 - Zona de tanques
 - Llenadero de camiones
 - Cruce subfluvial de ductos
- Provisión de gas natural para generación de energía eléctrica
 - Consumo interno de gas natural

2.1.3 Enfoque metodológico de la descripción del proyecto

En los numerales siguientes se presenta la localización de todas las áreas y componentes del proyecto y su descripción, realizada siguiendo el enfoque del desarrollo metodológico establecido en varios documentos de términos de referencia que ha expedido el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y de los cuales se ha hecho mención en numerales anteriores de este documento, entre ellos:

- Resolución 1281/2006 MAVDT. PU-TER-1-02. Construcción y/o ampliación de puertos marítimos de gran calado.
- Resolución 1275/2006 MAVDT. HI-TER-1-05. Conducción de fluidos por ductos en el sector de hidrocarburos.
- Resolución 1253/2006 MAVDT. HI-TER-1-06. Terminales de entrega y estaciones de transferencia de hidrocarburos líquidos.

2.2 LOCALIZACIÓN

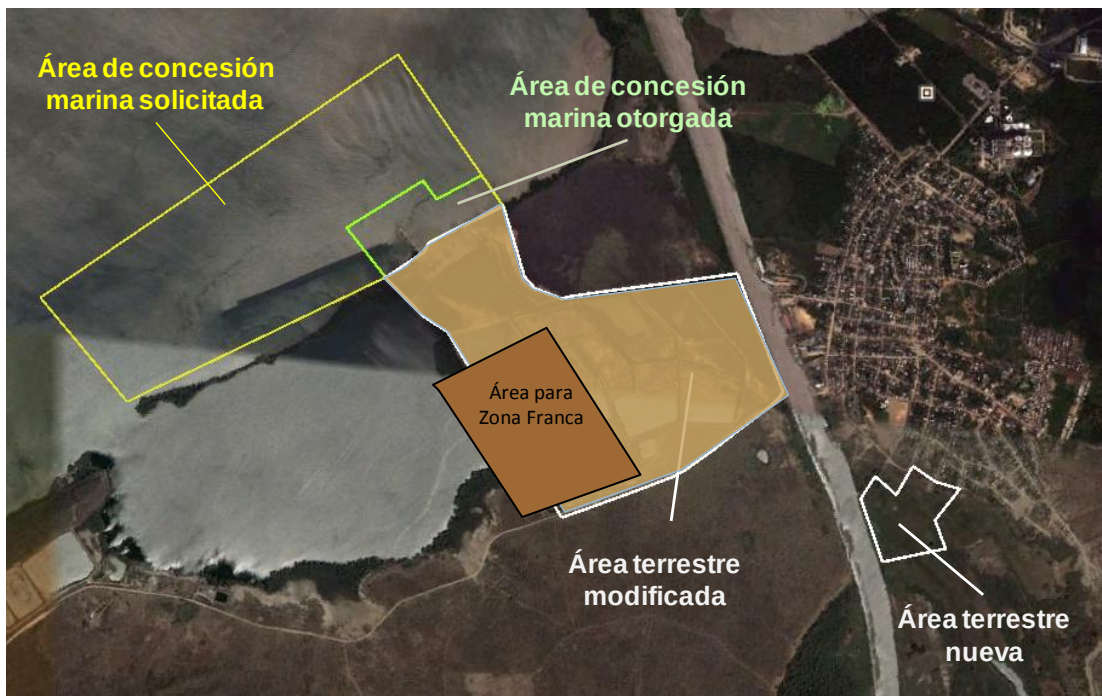
El terminal de la Sociedad Portuaria Puerto Bahía (SPPB) está localizado en el costado sur de la bahía de Cartagena sobre la costa Caribe colombiana, en jurisdicción del Distrito de Cartagena de Indias, Departamento de Bolívar. El lote del terminal portuario está conformado por los terrenos costeros de la isla de Barú que se extienden hacia el norte hasta alcanzar la bahía de Cartagena y el canal del Dique (Figura 2.2.1, Plano 2.1), específicamente en el sitio denominado “La Pulga”, entre la desembocadura del Canal del Dique y la Bahía Honda, en jurisdicción del corregimiento de Santa Ana del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias. Precisamente el predio de SPPB cuenta con frente a estos dos cuerpos de agua.

Las áreas del terminal de SPPB cuentan con zonas de espacio público marítimo; una, que ya fue otorgada en concesión por el Instituto Nacional de Concesiones INCO, y otra, que en la actualidad está siendo solicitada en concesión al mismo instituto (Figura 2.2.2).

En la parte terrestre se produjeron dos modificaciones:

- a) se recortó el área general del predio sobre la margen izquierda del canal del Dique, para desmembrar un área que se va a incluir en otro proyecto, de zona franca, que luego será objeto de su respectivo trámite ambiental y,
- b) se incluyó en el proyecto portuario un área sobre la margen derecha del canal del Dique para construir una estación de transferencia que servirá al movimiento de la carga de hidrocarburos y sus derivados que se va a manejar en el terminal portuario.

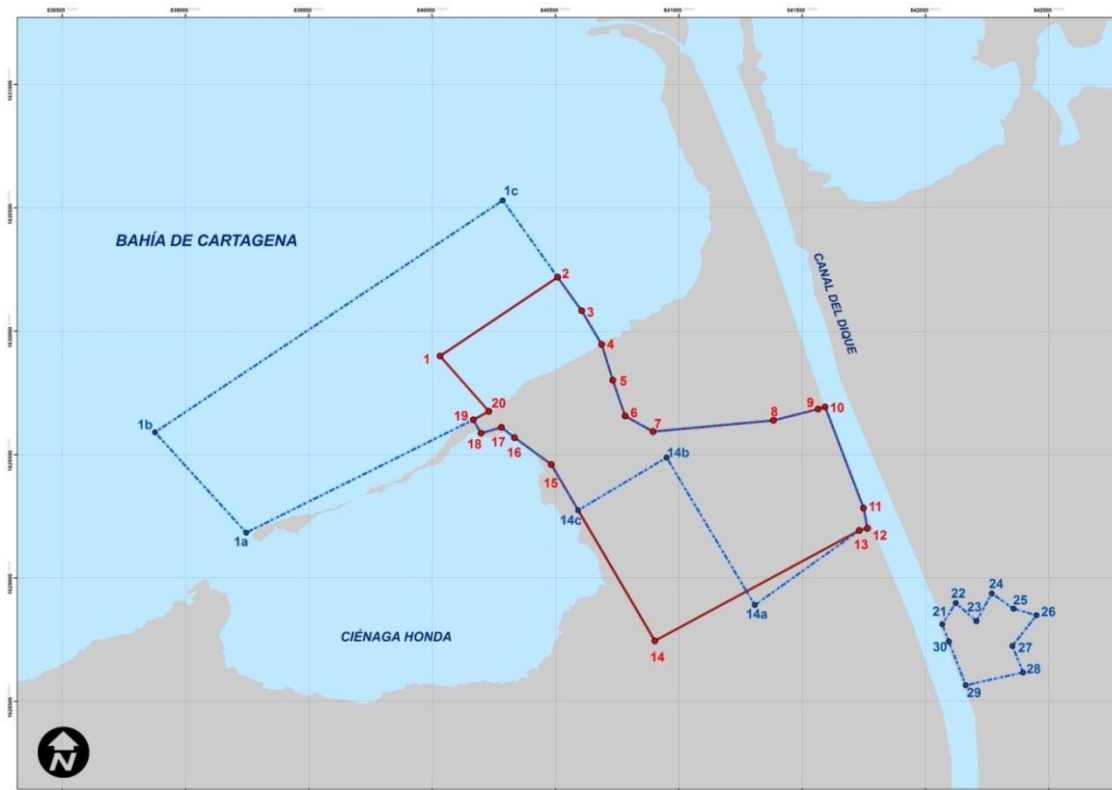
Figura 2.2.2 Nueva configuración de áreas del proyecto



6

Los números rojos (vértices del 1 al 20) en la Figura 2.2.3 y Plano 2.2 muestran los límites externos del proyecto de acuerdo con la Tabla 1 de la Resolución 1635/2010. Los números y líneas azules indican los límites y vértices que se modifican: para el lote de la margen izquierda del canal del Dique se agregan los vértices 1a, 1b, 1c, 14a, 14b y 14c; para el lote de la margen derecha del canal del Dique se agregan los vértices del 21 al 30. Se eliminan los vértices 1, 14 y 20 del área total de proyecto, los cuales aparecen resaltados con color amarillo en la Tabla 2.2.1.

Figura 2.2.3 Localización y coordenadas de las áreas del proyecto



Fuente: Hidrocaribe (2011)

Tabla 2.2.1 Coordenadas del proyecto de Puerto Bahía

Coordenadas Magna - Sirgas Bogotá								
Vértice	Norte	Este	Vértice	Norte	Este	Vértice	Norte	Este
1	1629899.16	840031.64	10	1629692.53	841593.31	19	1629641.45	840166.23
1a	1629183.53	839246.13	11	1629283.53	841748.74	20	1629675.74	840229.52
1b	1629590.48	838876.14	12	1629201.00	841763.71	21	1628812.21	842067.78
1c	1630530.36	840286.04	13	1629192.52	841731.42	22	1628898.51	842122.62
2	1630219.11	840508.37	14	1628745.05	840902.74	23	1628824.76	842206.00
3	1630082.82	840605.73	14a	1628890.02	841307.79	24	1628937.33	842268.58
4	1629946.84	840686.93	14b	1629488.12	840950.04	25	1628875.36	842356.81
5	1629801.13	840732.44	14c	1629274.63	840591.81	26	1628848.86	842449.90
6	1629656.58	840781.71	15	1629460.01	840482.56	27	1628724.50	842352.00
7	1629593.42	840895.18	16	1629569.22	840333.80	28	1628617.21	842395.64
8	1629638.88	841383.49	17	1629610.71	840280.50	29	1628565.15	842162.77
9	1629684.50	841564.21	18	1629586.30	840197.68	30	1628742.40	842094.62

Fuente: Hidrocaribe (2011)

2.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y/O AMPLIACIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

De acuerdo con las modificaciones propuestas, se hace necesario hacer un replanteamiento de los criterios básicos de diseño con el objeto de definir la estrategia de desarrollo. Estos criterios básicos están relacionados con las características y proyecciones de la carga que se va a manejar y con el tipo y tamaño de las embarcaciones típicas que se van a atracar en los muelles.

2.3.1 Tipos de carga

La carga que se va a manejar en los terminales del puerto está constituida por:

- Carga de graneles líquidos (hidrocarburos y derivados)
- Carga de graneles sólidos (minerales, excepto carbón, y vegetales)
- Carga general (contenedorizada y suelta)

2.3.1.1 Graneles líquidos

• Características de los productos

Dentro de este grupo están los hidrocarburos y sus derivados, entendidos como una gama de productos que se podrán manejar en la instalación portuaria, entre otros: Crudo Grado 1 (tipo Rubiales o Castilla Blend), Crudo Grado 2, Nafta, Diesel, Bases lubricantes, Aceites minerales, productos químicos y petroquímicos, etc. También se podrán manejar Biocombustibles, Aceites Vegetales, etc. Por sus características (Tabla 2.3.1), el crudo Grado 1 es el que se utiliza como referencia para fines de diseño.

Tabla 2.3.1 Propiedades de algunos de los productos por manejar en el terminal portuario

Propiedades	Crudo Castilla	Crudo Rubiales	Nafta
Densidad @ 15.0 °C	0,9406	0,9813	0,66 – 0,73
Viscosidad @ 40 °C (cSt)	225,6 mm ² /s	450 mm ² /s	0,7 mm ² /s
Flashpoint	5 °C	- 20 °C	>0 °C
Presión de Vapor	25,58 Kpa @ 15,0 °C	30 Kpa @ 20 °C	20 - 25 Kpa
Color	Negro	Negro	Incoloro
Olor	Característico del Petróleo	Característico del Petróleo	Característico del Petróleo
Punto de Ebullición/ Rango	30 – 100 °C	30 – 100 °C	30 – 175 °C
Temperatura de Auto Ignición	300 °C	300 °C	227 °C
Limite de Inflamabilidad Superior	10%	10%	7%
Limite de Inflamabilidad Inferior	1%	1%	0,90%
Solubilidad en agua	Insoluble	Insoluble	Poca, < 100 mg/L
Categoría de almacenamiento	Clase 1	Clase 1	Clase 1

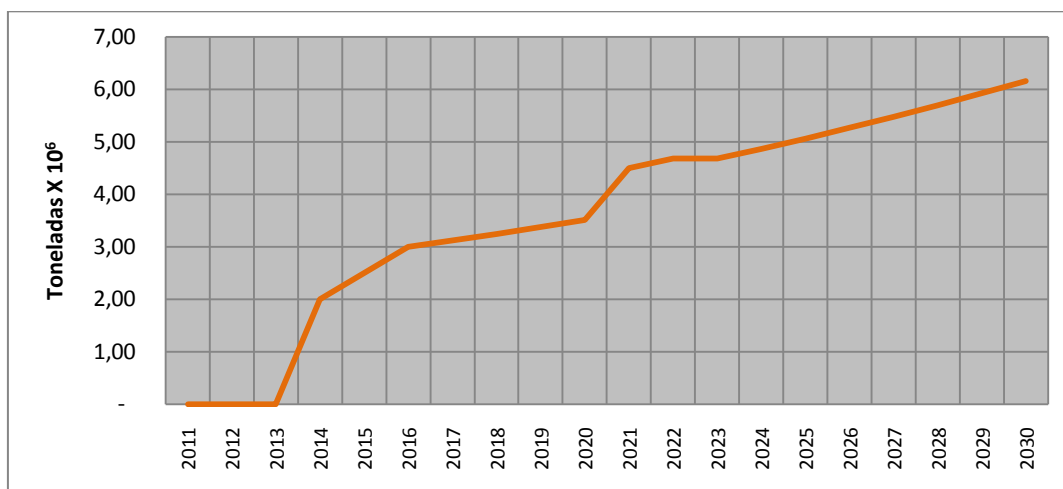
Fuente: Oil Tanking, 2011

• Proyecciones de la carga de hidrocarburos, refinados y derivados

La carga de hidrocarburos está representada por los crudos de exportación que van a llegar al terminal portuario desde Coveñas, a través de un oleoducto que se proyecta construir entre esta población y el terminal. De acuerdo con los estimados de producción y transporte por el ducto, se espera un rápido crecimiento de

la carga hasta el año 2016 cuando se estarán manejando alrededor de 3,0 millones de toneladas/año (Figura 2.3.1). Su crecimiento luego será moderado hasta el año 2020, cuando entren en producción los pozos que actualmente se encuentran en la fase de exploración. Hacia el año 2030 se espera estar manejando un volumen de crudos, refinados y derivados del orden de los 6 millones de toneladas al año.

Figura 2.3.1 Proyecciones de la carga de graneles líquidos



Fuente: Sociedad Portuaria Puerto Bahía, 2011

2.3.1.2 Otras cargas

• Características

Se agrupan aquí tres tipos de carga:

Carga general suelta, representada en su mayor parte por las denominadas cargas de proyecto, que corresponden a elementos de uso en los principales proyectos nacionales, es decir, vehículos de transporte de pasajeros y de carga, equipos para manipulación de cargas en campo y en talleres, equipos para la manufactura y para la transformación de materias primas, e insumos que van a ser utilizados en el desarrollo de dichos proyectos.

Carga de granel seco, se han identificado algunos productos mineros y minerales con potencial en el comercio exterior, pero sin limitarse a ellos, como la cal viva e hidratada, carbonato de calcio, bicarbonato de sodio, clinker, arenas lavadas, agregados pétreos triturados, morteros y concretos. De otra parte, el Ministerio de Minas y Energía identificó en el Distrito Minero de Calamarí (cubre los Departamentos de Atlántico, Bolívar y Sucre) un potencial exportable para el año 2019 de 5,8 y 2,0 millones de toneladas/año de calizas y materiales de construcción (arenas y gravas); el mercado más importante para estos productos está constituido por los países de la cuenca del Caribe¹.

Carga general contenedorizada, para esta carga siguen válidos los criterios del pasado EIA para obtener la licencia vigente, en el sentido de que hay un potencial mercado en el Caribe del orden de 13 millones de

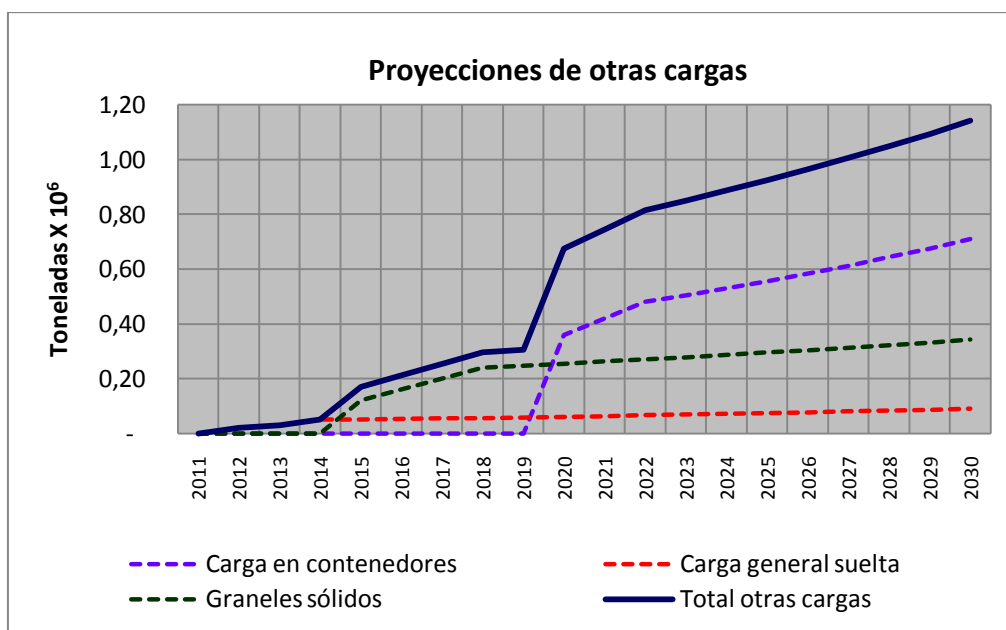
¹ INCOPLAN. *Infraestructura de transporte multimodal y logísticas integradas para el desarrollo de industria minera en Colombia, con énfasis en puertos*. Ministerio de Minas y Energía. Bogotá. COLOMBIA. 2011.

TEUs en transbordo internacional (Ocean Shipping Consultants, en SPR de Cartagena, 2007); si bien la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena – CONTECAR está adecuando una infraestructura portuaria para atender el crecimiento de esta demanda de servicios portuarios, queda un margen de maniobra para que SPPB desarrolle estrategias comerciales y de mercadeo para ganar una pequeña fracción (menos del 1%) de ese mercado, lo cual es un objetivo razonable.

• Proyecciones de carga

Las primeras cargas por manejar serán las de carga general suelta, con las cargas de proyecto, seguidas de la carga de graneles secos (Figura 2.3.2). Se tiene previsto que el manejo de carga contenedorizada se inicie hacia el 2019. Hacia el horizonte de diseño, en el año 2030, se espera que el volumen total de estas cargas alcance 1,1 millones de toneladas año.

Figura 2.3.2 Proyecciones de otras cargas

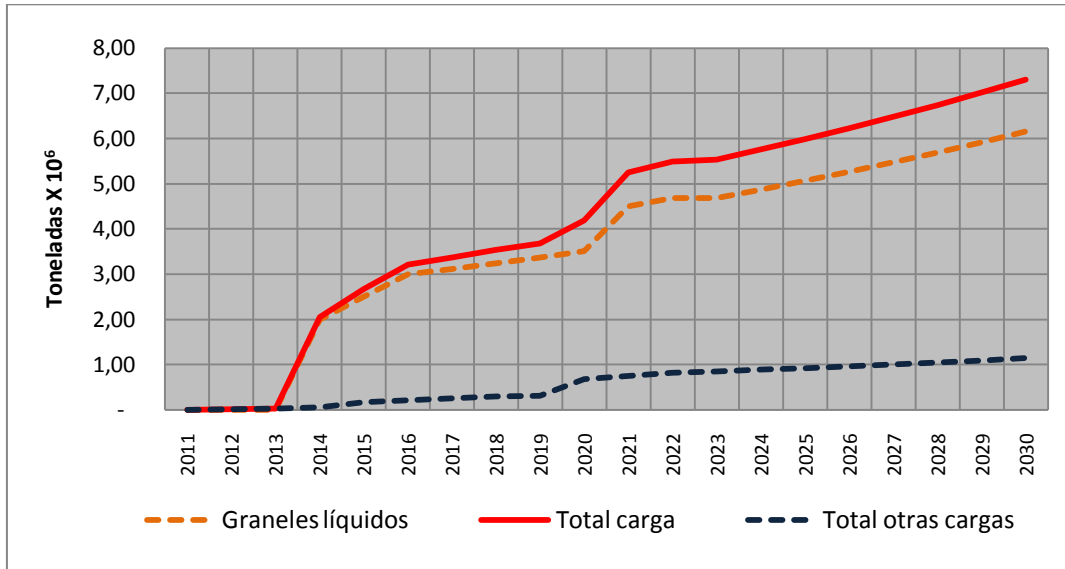


Fuente: Sociedad Portuaria Puerto Bahía, 2011

2.3.1.3 Resumen de las proyecciones de carga

En general, se ha previsto que la demanda de servicios portuarios alcance en la Sociedad Portuaria Puerto Bahía un volumen del orden de los 7,3 millones de toneladas al año (Figura 2.3.3 y Tabla 2.3.2) para el horizonte de diseño. De este volumen, aproximadamente el 84% corresponderá al manejo de hidrocarburos y su amplia gama de productos derivados; el restante 16% corresponderá al rubro que se ha denominado de Otras Cargas y que incluyen la carga general suelta y contenedorizada y la carga de graneles secos, exceptuando, se reitera, el carbón.

Figura 2.3.3 Proyecciones de cargas totales en SPPB



Fuente: SPPB, 2011

Tabla 2.3.2 Evolución de la demanda de carga en SPPB

Tipo de carga	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2024	2026	2028	2030
Carga en contenedores ¹	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	40,0	44,1	48,6	53,6	59,1
Carga en contenedores ²	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	0,48	0,53	0,58	0,64	0,71
Carga general suelta ²	0,02	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09
Graneles sólidos ²	0,00	0,00	0,16	0,24	0,25	0,27	0,29	0,30	0,32	0,34
Graneles líquidos ²	0,00	2,00	3,00	3,24	3,51	4,68	4,87	5,26	5,69	6,16
Total carga ²	0,02	2,05	3,21	3,54	4,19	5,50	5,75	6,23	6,74	7,30

Notas: ¹ Unidades = TEU x 10³; ² Unidades = ton x 10⁶

Fuente: SPPB, 2011

2.3.2 Embarcaciones de diseño

2.3.2.1 Embarcaciones de gran calado

Se ha tomado en cuenta que en el corto plazo el Gobierno Nacional pondrá en funcionamiento el nuevo canal de acceso a la bahía de Cartagena por el sector de El Varadero, que contará con una profundidad de 19,5 metros y un ancho de base de 200 metros, para complementar el servicio que presta el canal de Boca-chica cuyas dimensiones son: profundidad de 15,2 metros y ancho de 132 metros. Por El Varadero podrán transitar embarcaciones tipo Suezmax y Panamax, con capacidades de hasta 150 000 y 80 000 DWT respectivamente, para el manejo de hidrocarburos y sus derivados. De igual manera, se podrán atender buques portacontenedores tipo New Panamax, que pasarán por el nuevo juego de esclusas que se construye en el canal de Panamá y que podrán calar hasta 15,0 metros. Para las condiciones del mercado se proyecta como buque de diseño un portacontenedor Panamax de 50 000 DWT (unos 5 000 TEUs). Para el transporte de minerales se ha proyectado como buque de diseño un buque granelero de 60 000 DWT (Tabla 2.3.3).

Tabla 2.3.3 Especificaciones de las embarcaciones de diseño

Ítem	Tanquero Suezmax ¹	Tanquero Panamax ¹	Container ²	Granelero ²	Convoy fluvial ³
Eslora (m)	275	230	267	220	210
Manga (m)	49,0	32,0	32,0	33,5	26,0
Calado máximo (m)	17,0	12,0	12,5	12,8	1,80
DWT (ton)	150 000	80 000	50 000	60 000	7 200
Capacidad total (bbls)	1 050 000	500 000			45 000

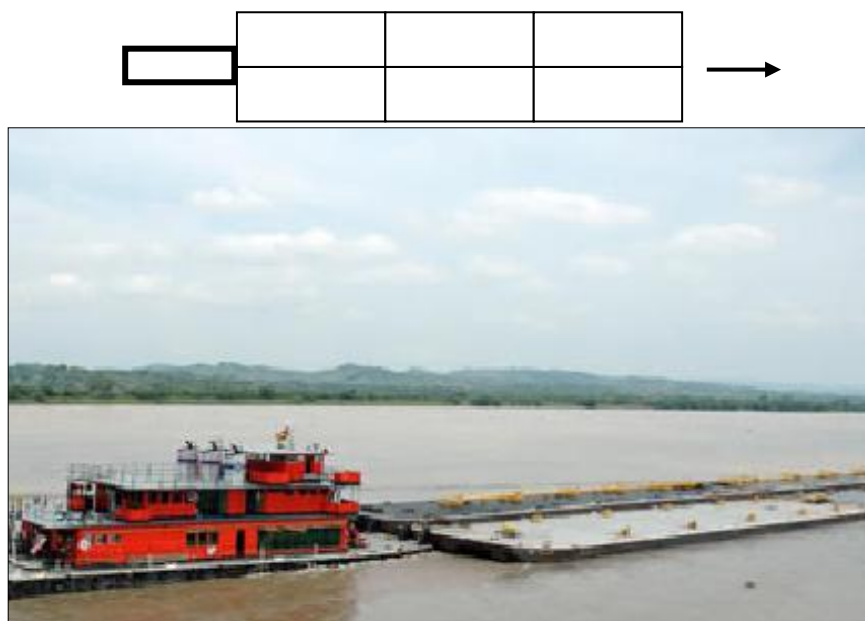
Fuentes: 1. OIL TANKING; 2. ROM (Reglamento de Operaciones Marítimas de España); 3. INCOPLAN, 2008

2.3.2.2 Convoy fluvial

El hidrocarburo de exportación llegará al terminal también por vía fluvial, utilizando el canal del Dique. El muelle que estaba previsto a la orilla de este canal se ha trasladado a la bahía de Cartagena, frente a las instalaciones del terminal marítimo, donde contará con una plataforma especializada en este tipo de manejos y conexiones a tierra por tubería hasta la zona de tanques. Para las operaciones del transporte fluvial se utilizará el convoy de diseño especificado por el Ministerio de Transporte, que consiste en un conjunto de 6 barcasas o botes empujados por un remolcador, conformando un arreglo R-2B-2B-2B (Figura 2.3.4). Cada bote tiene unas dimensiones estándar de 60 metros de eslora, 13 metros de manga y 1,8 metros de calado y una capacidad de 1 200 toneladas; el remolcador típico cuenta con una potencia de 2.000 HP y su eslora media es del orden de los 30 metros, pero puede alcanzar hasta los 42 metros.

Con base en lo anterior, las dimensiones del convoy de diseño, incluyendo el remolcador, son: manga de 26 metros y 210 metros de longitud promedio y calado máximo de 1,8 metros. La capacidad media del convoy es de 6.000 toneladas y la máxima 7.200 toneladas con carga de hidrocarburos.

Figura 2.3.4 Esquema de planta y foto del Convoy de diseño R-2B-2B-2B para el canal del Dique



Fuente: INCOPLAN, 2009

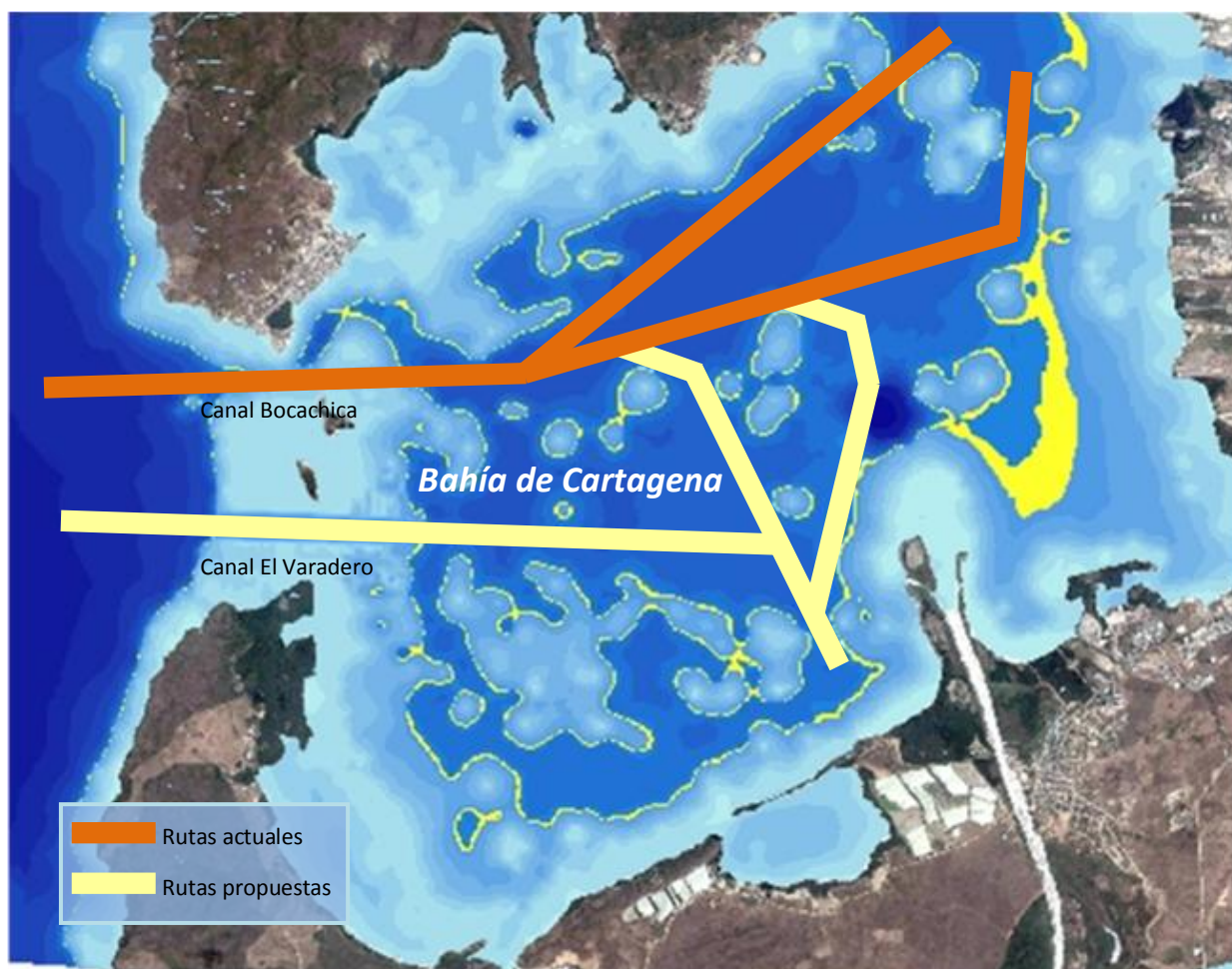
2.3.3 Canal de acceso marítimo

2.3.3.1 Condiciones generales

El acceso marítimo preferente hasta el terminal se hará por el canal El Varadero, en especial para las embarcaciones de calados mayores a 13,0 metros. De todas maneras, se han previsto rutas de navegación tanto por este canal de El Varadero, como por el acceso público del canal de Bocachica, que recientemente fue profundizado a 15,2 metros de profundidad y 132 metros de ancho en la base (Figura 2.3.5 y Plano 2-3).

Luego se navegará por aguas interiores de la bahía de Cartagena, cuyas profundidades son superiores a los 19,0 metros, lo que permitirá llegar hasta las áreas de maniobra del terminal sin necesidad de que se hagan dragados de profundización. Estas rutas serán sometidas a la aprobación de la autoridad marítima, quién definirá en forma conjunta con SPPB tanto las ruitas como los sistemas de señalización.

Figura 2.3.5 Canales de acceso marítimo a Puerto Bahía



Fuente: Hidrocaribe, 2011

2.3.3.2 Requerimientos de navegación

Las embarcaciones llegarán al nuevo muelle asistidas por un piloto práctico y por remolcadores, debido a las restricciones de profundidad y al canal de navegación. De acuerdo con Hyser (2010)², para realizar maniobras con embarcaciones de 150 000 DWT bajo las condiciones climáticas locales se deben utilizar 2 remolcadores de 45 Toneladas de Bollard Pull durante el tránsito por el canal de tránsito común, y 3 remolcadores de la misma capacidad al momento de efectuar la maniobra de atraque. Para facilitar estas maniobras, el canal de tránsito común debe estar demarcado por boyas de marcación y debe contener las ayudas de navegación necesarias como boyas lumínicas y marcación de bajos. El diseño final de la ruta del canal de acceso, así como las especificaciones de la señalización requerida para la correcta navegación hacia los muelles será coordinado con DIMAR.

2.3.3.3 Profundidad mínima requerida

Para determinar la profundidad mínima requerida se consideraron los factores climáticos (vientos, oleaje y marea), el efecto *squat*, que tiene en cuenta el cabeceo de la nave en aguas de poca profundidad, y la escora, que tiene en cuenta la maniobrabilidad y el radio de giro. En la Tabla 2.3.4 se presenta la profundidad requerida por el buque de mayores exigencias.

Tabla 2.3.4 Profundidad de seguridad

Items	Profundidad (metros)
Efecto Squad y Trim	0,5
Factores de oleaje y marea	0,5
Distancia mínima bajo quilla	1,0
Escora	0,5
Calado buque Suezmax	17,0
Profundidad requerida	19,5

Fuente: Hidrocaribe (2011), con datos de Oil Tanking (2011)

2.3.4 Estrategia de desarrollo portuario

Para el manejo de los tipos principales de carga se ha dispuesto organizar toda el área del proyecto en 2 terminales (Tabla 2.3.5), de tal manera que cada tipo de carga tenga su espacio adecuado y equipos para su respectiva operación (Figura 2.3.6).

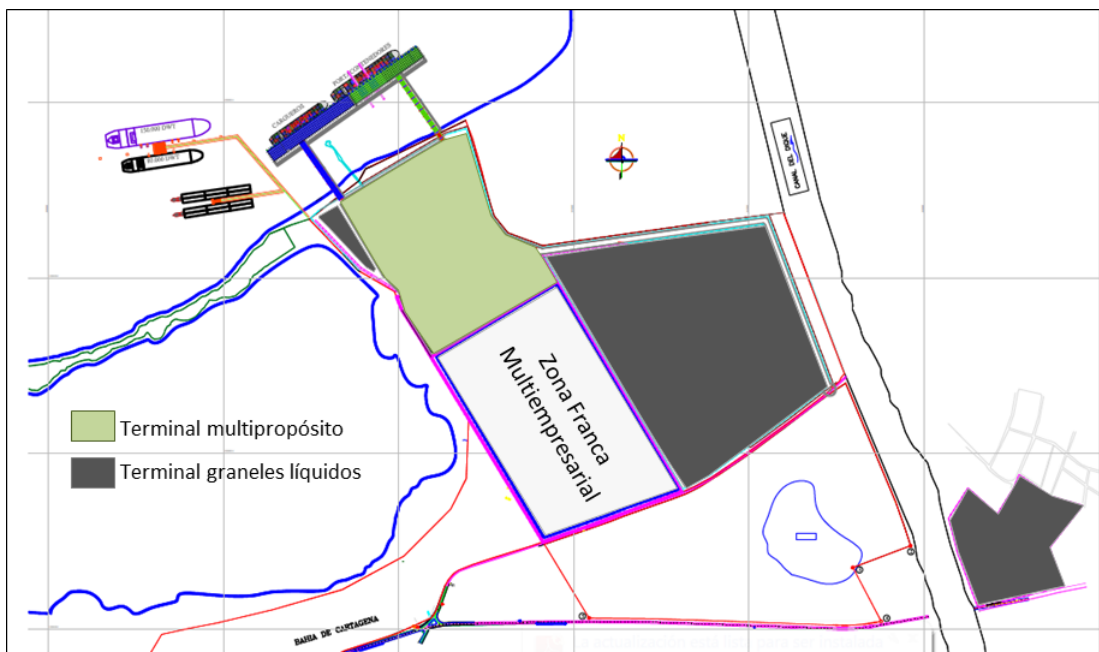
Tabla 2.3.5 Terminales y cargas en Puerto Bahía

Terminal	Carga principal
Graneles líquidos	Hidrocarburos, refinados y derivados
Multipropósito	Carga general suelta y contenedorizada, minerales (EXCEPTO CARBÓN)

Fuente: Hidrocaribe (2011), con datos de Oil Tanking (2011)

² HYSER. *Diseño del canal navegable con sus señalizaciones, plan de maniobra. Proyecto Portuario Puerto Bahía*. Sociedad Portuaria Puerto Bahía. Cartagena. 2010

Figura 2.3.6 Organización de terminales



Fuente: Hidrocaribe, 2011, sobre planos de SPPB (2011).

2.3.4.1 Terminal de graneles líquidos

• Almacenaje

- Se considera una capacidad total de almacenaje del orden de los 7 000 000 bbls para desarrollar en fases cuyas capacidades estarán entre 1 500 000 y 2 000 000 bbls.
- Cada fase tendrá su propia área (o dique) con el número de tanques requeridos para su operación y sus estaciones de bombeo, conectores múltiples y sistemas contra incendio.
- La nafta se recibirá de buque atracado en el muelle de la Terminal.
- Se considerará un área de 2 a 3 hectáreas para la llegada e interconexión del oleoducto

• Embarcaciones tipo

Los buques principales tendrán la siguiente capacidad de transporte:

- ✓ Panamax: 500 000 bbls
- ✓ Suezmax: 1 050 000 bbls
- ✓ Convoy de Barcazas: 45 000 bbls

• Logística

- Los hidrocarburos de exportación inicialmente llegarán al terminal con base en 3 sistemas diferentes: en camiones, en barcazas fluviales y por ductos; los camiones descargarán en las instalaciones de las estaciones de transferencia; las barcazas se manejarán para el cargue/descargue de productos en la plataforma de barcazas sobre la bahía.

- Los ductos llegarán a instalaciones apropiadas que se ubicarán en la estación de transferencia en la margen derecha del canal del Dique; de aquí, los productos pasarán a la zona de tanques en los patios del terminal portuario mediante un cruce subfluvial bajo el canal del Dique.
- El crudo se despachará desde la zona de tanques por tubería a buques atracados en muelle o a través de ductos utilizando el cruce subfluvial.
- Los crudos de Grado 1 y Grado 2 pueden compartir bombas y líneas de despacho y recepción sin que esto afecte a su calidad.
- El despacho de Nafta se hará mediante ductos o carro-tanques en las estaciones de transferencia.
- El tiempo de llenado por carrotanque será de aproximadamente 30 minutos.
- El tiempo de estadía de un buque en el muelle no superará las 24 horas

• Muelle

- Las embarcaciones serán asistidas por remolcadores en las maniobras de acercamiento al muelle, atraque y salida del muelle.
- La ruta de las embarcaciones de mayor tamaño (Suezmax) desde la posición de fondeo hasta las posiciones de atraque se delimita considerando una profundidad mínima de 20 m y un ancho de 200 m.
- Los muelles contarán con piñas de amarre y de atraque (separadas de las otras estructuras del muelle), plataforma para trabajo (carga/descargue), vías de acceso y monitores de agua contra incendios
- La plataforma de barcas permitirá su atraque, remolcadas en convoyes conformados por 4 - 6 barcas empujadas por un remolcador.
- Las embarcaciones podrán cargar y descargar principalmente dos tipos de crudo y Nafta.

2.3.4.2 Terminal multipropósito

• Almacenaje

- Se realizará en patios debidamente acondicionados sobre el lote de proyecto que da frente a la bahía de Cartagena. El área total disponible para los patios es de 20 hectáreas.
- Hacia el costado sureste, el lote estará fraccionado por el corredor de vías y de tuberías que estarán al servicio del terminal de graneles líquidos.
- En la franja de patio más cercana a la línea de costa se dispondrán la bodega cubierta para graneles sólidos (minerales, diferentes al carbón) y las cargas de proyecto; siguiendo en dirección a tierra se organizarán los patios para contenedores, las áreas de administración y las bodegas de logística, de almacenamiento y de inspección y los patios para almacenar vehículos.
- Al fondo, luego de pasar el corredor de tuberías, se ubicará, el patio para vehículos livianos y la bodega de inspección.
- La bodega cubierta para el manejo de los graneles sólidos tendrá un área del orden de los 10 000 m².

• Embarcaciones tipo

En este terminal tendrán cabida buques de diferente tipo y con diferentes capacidades:

- ✓ Ro-Ro: entre 10 000 y 30 000 DWT.
- ✓ Graneleros: entre 10 000 y 60 000 DWT
- ✓ Portacontenedores: Panamax, hasta 4 500 TEU

• Logística

- Los graneles secos (minerales) de exportación llegarán al terminal vía terrestre y serán descargados en la bodega cubierta para su almacenamiento. Para el abordaje de la carga se utilizará una banda encapsulada y elementos para cargue directo al buque.
- Se contará con una bodega cubierta para la carga general suelta que necesite protección y una bodega logística para consolidación y desconsolidación de contenedores.
- Más de 1 700 metros lineales de vías internas en la zona de patios, con la estructura de pavimento en la banca apropiada para tráfico pesado, facilitarán el desplazamiento de la carga Ro-Ro y de las demás cargas entre los diferentes patios.
- Para la inspección de la carga por parte de las diferentes entidades del Estado se contará con una bodega cubierta de 1 000 m² de área.
- El acceso terrestre de la carga se hará por la nueva vía Transversal de Barú, la cual será reforzada en su estructura de pavimento y especificaciones geométricas. La Transversal no pasa por centros poblados y empalma con la actual vía a Barú muy cerca del lote de proyecto. Todo el tramo de la actual vía a Barú que pasa por el frente del lote de proyecto será también reforzado.

• Muelle

- El muelle tendrá una longitud total de 518 metros y un ancho de 33,8 metros y se podrá contar con dos posiciones de atraque. Estarán dotados de rieles guías para soportar grúas pórticos de muelle.
- Contará con dos viaductos para comunicar la plataforma del muelle con tierra.
- Para el embarque de los graneles secos, se implementará una banda encapsulada empalmará con un brazo de carga móvil, que tendrá un *ship loader* para cargue directo cuya capacidad se estima en unas 1 500 – 2 000 toneladas/hora.
- En la zona marina de atraque se contará con profundidades naturales del orden de los 16 metros, de tal manera que el muelle podrá ser funcional sin necesidad de realizar operaciones de dragado.
- La posición y orientación final del muelle estará en función de los requerimientos de navegación para las naves que serán atendidas en el terminal de graneles líquidos.

2.4 FACILIDADES PORTUARIAS

En esta sección se presentan las fases de desarrollo previstas para el emplazamiento portuario y la descripción de los principales componentes del terminal, así como las facilidades portuarias. Cabe recordar que a partir de la modificación del proyecto se dará prioridad al manejo de hidrocarburos y sus derivados, razón por la cual se ha independizado el manejo de estos graneles líquidos que el proyecto original contemplaba manejar en la misma plataforma del muelle para contenedores. Las dimensiones del muelle para carga general suelta y contenedorizada y para carga de graneles secos en general han sido ajustadas de acuerdo con su nueva funcionalidad de muelle multipropósito atendiendo las proyecciones de carga; de igual manera, la posición de este muelle se ha modificado ligeramente para permitir operaciones seguras de atraque y desatraque de los tanqueros que van a mover el hidrocarburo.

2.4.1 Fases de desarrollo

Se han previsto dos fases de desarrollo para cada uno de los terminales. El terminal de graneles líquidos para el manejo de hidrocarburos y sus derivados tendrá prioridad para su puesta en operación, así como la primera fase del terminal multipropósito.

Conviene destacar que aunque se hicieron estimativos sobre volúmenes de cargas futuras, se ha considerado un esquema flexible para el desarrollo general de los terminales, de tal manera que las inversiones previstas en fases subsiguientes puedan ser adelantadas o retrasadas dependiendo del comportamiento que se vaya observando en los mercados para cada tipo carga. De igual manera, habrá flexibilidad para que en caso de crecimientos inesperados en un tipo de carga determinada, se pueda manejar dicha carga en áreas que hayan designadas al manejo de otros tipos de carga.

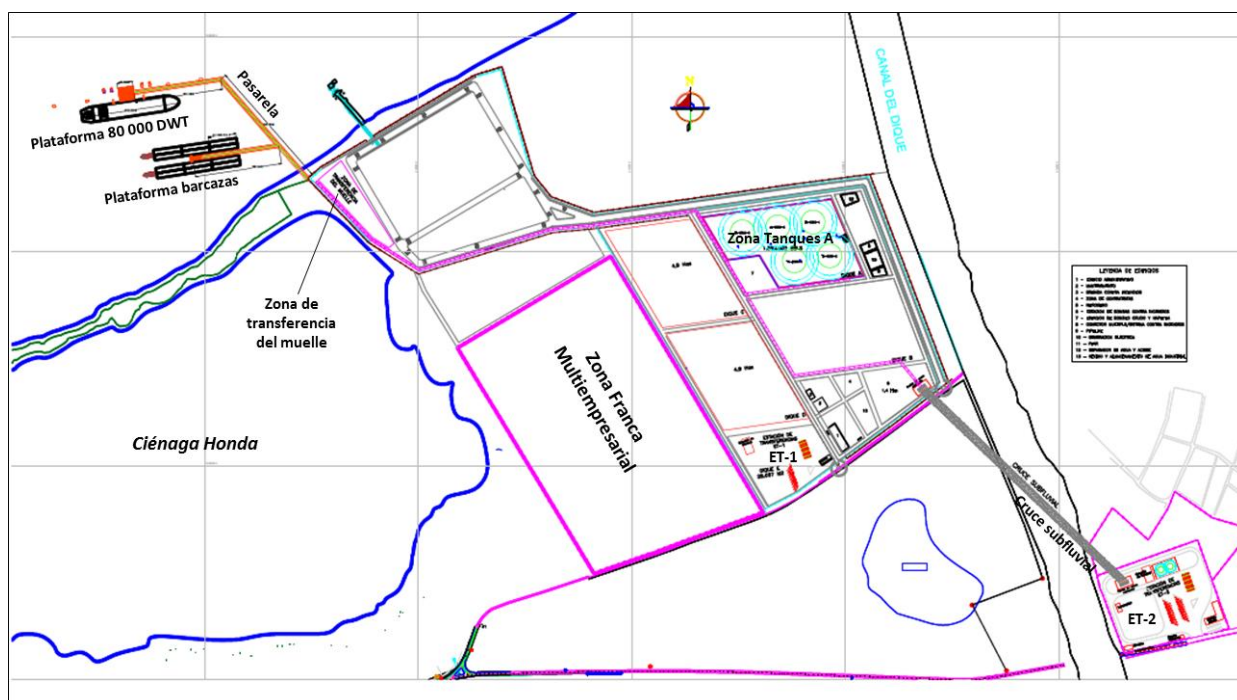
2.4.1.1 Terminal de graneles líquidos

• Primera Fase

Los componentes de esta fase son los siguientes (Figura 2.4.1; Plano 2.4):

- Plataforma y piñas de atraque y de amarre para la atención de los buques de diseño, esto es, el Panamax, de 80 000 DWT, y el Suezmax, de 150 000 DWT.
- Dotación de plataforma con brazos de carga, tuberías y demás para atender buques de 80 000 DWT.
- Plataforma y piñas de atraque para el embarcadero para barcazas, para atender el movimiento de hidrocarburos por el canal del Dique. Estas barcazas tienen capacidad entre 6 000 y 7 000 toneladas.

Figura 2.4.1 Esquema general de desarrollo del Terminal de Líquidos - Fase 1



Fuente: Hidrocaribe, 2011, adaptado de Oil Tanking, 2011

- Pasarela o *trestle* entre la plataforma y tierra firme que permita el acceso de un vehículo liviano y la instalación del rack de tuberías y cableados.
- Patios de tanques de la sección Dique A; incluye 4 tanques para almacenamiento de crudos, con capacidad total de 1 360 000 bbls, un tanque de almacenamiento de nafta, con capacidad de 340 000 bbls, estación de bombas para crudo y nafta y un conector múltiple del sistema contraincendio.
- Estaciones de transferencia: una, en la margen derecha del canal del Dique (ET-2) y otra, en el patio de tanques (ET-1), permitirán la atención de carrotanques para recibir crudos y despachar nafta. También permitirán recibir y despachar productos por el sistema de ductos.
- Zona de transferencia junto a la línea de costa para el control y seguridad de los productos que son transportados por tubería entre la zona de tanques y el muelle y viceversa.
- Cruce subfluvial bajo el canal del Dique de los ductos requeridos para el traslado de productos entre la estación de transferencia ET-2 y la zona de tanques.
- Adecuación de la vía de acceso terrestre.
- Infraestructura de servicios (edificio administrativo, instalaciones y equipos para energía, agua, manejo de residuos, tratamientos, etc.).
- Cerramientos.

• Segunda Fase

Los componentes de esta fase son los siguientes (Figura 2.4.2; Plano 2.5):

- Dotación de los brazos de carga, tuberías y sistemas contraincendio para la atención de los buques hasta de 150 000 DWT.
- Patios de tanques de la sección correspondiente al Dique B, que incluye 4 tanques para el almacenamiento de crudos y uno para nafta, con capacidades similares a la zona del Dique A. Quedan disponibles las zonas C y D, con capacidad de almacenamiento de 1 900 000 bbls cada una, que serán puestas en operación tan pronto las condiciones del mercado así lo indiquen.
- Ampliación de la infraestructura de servicios.

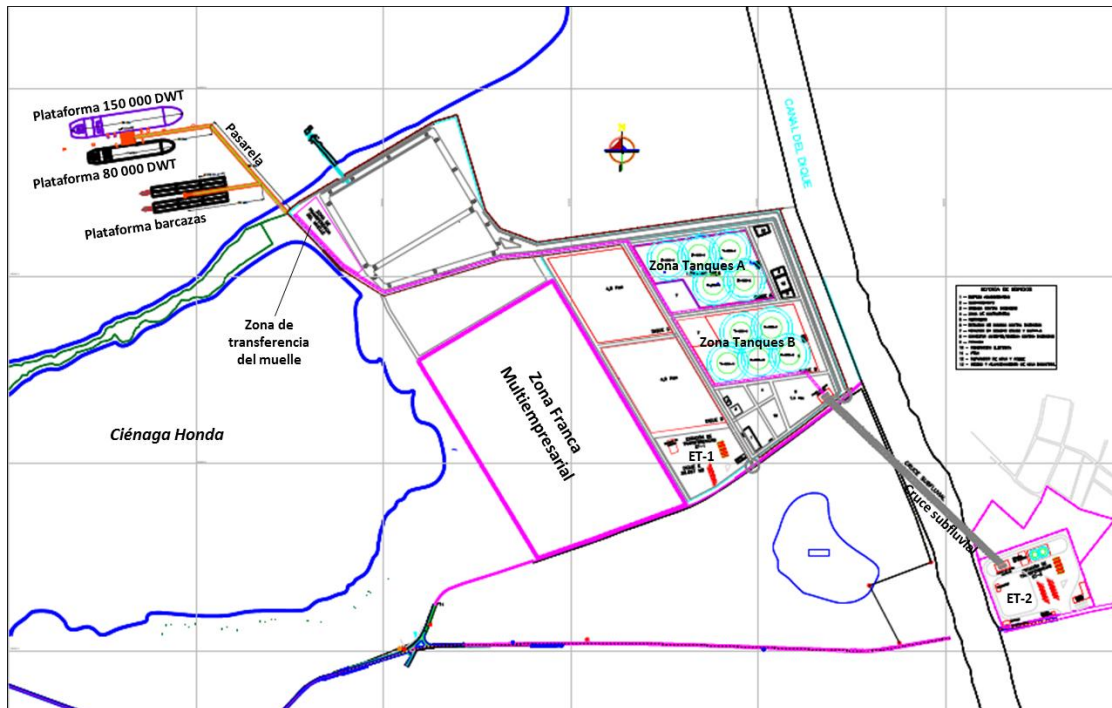
2.4.1.2 Terminal multipropósito

• Primera Fase

Los componentes de esta primera fase son los siguientes (Figura 2.4.3, Plano 2.6):

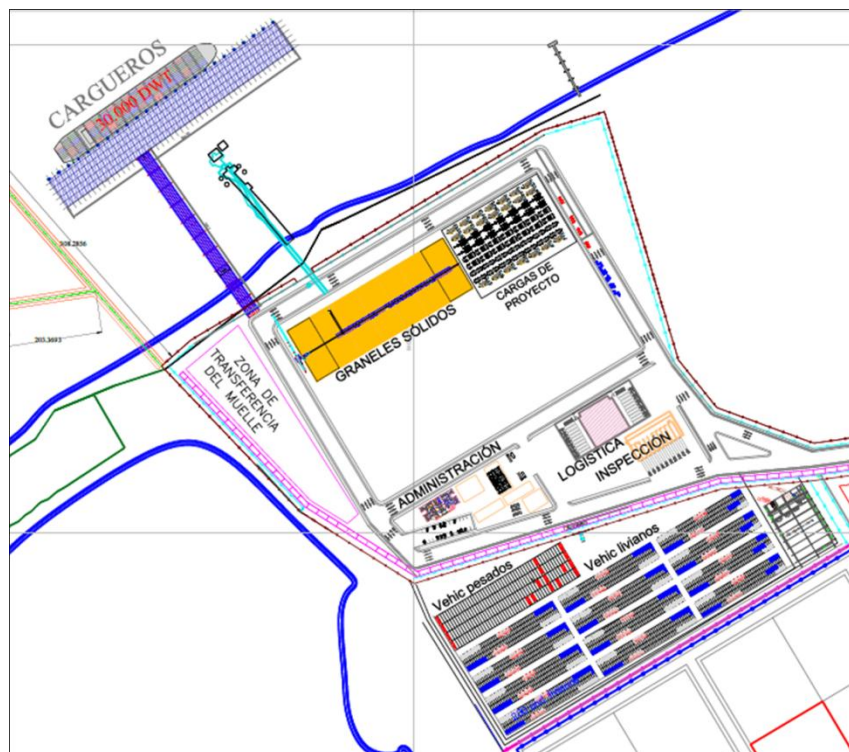
- Un muelle para una posición de atraque, de 283 metros de longitud y ancho de 33,8 metros.
- Un viaducto, 196 m de longitud y 13,5 m de ancho, con 2 carriles para tráfico de camiones en doble vía y una franja para la banda encapsulada, con estructura para cargue directo del granel sólido.
- Una bodega cubierta para el almacenamiento de granel sólido, de 11 150 m².
- Un patio para almacenamiento de carga de proyecto, de 9 350 m².
- Área para edificios y zonas administrativas, de 7 980 m².
- Área para edificios y patios de logística y para inspección de mercancías, de 13 780 m².
- Patio para el estacionamiento de 200 vehículos pesados, con un área de 6 000 m².
- Patio para vehículos livianos, de 31 750 m², con 12 bahías de estacionamiento y capacidad para acomodar 1 920 vehículos.
- Un cobertizo para entrega y patio de mercancía al granel, de 2 300 m².
- Grúa móvil multipropósito con aparejos adecuados para manejar diferentes tipos de carga.

Figura 2.4.2 Esquema general de desarrollo del Terminal de Líquidos - Fase 2



Fuente: Hidrocaribe, 2011, adaptado de Oil Tanking, 2011

Figura 2.4.3 Esquema general de desarrollo del Terminal Multipropósito - Fase 1



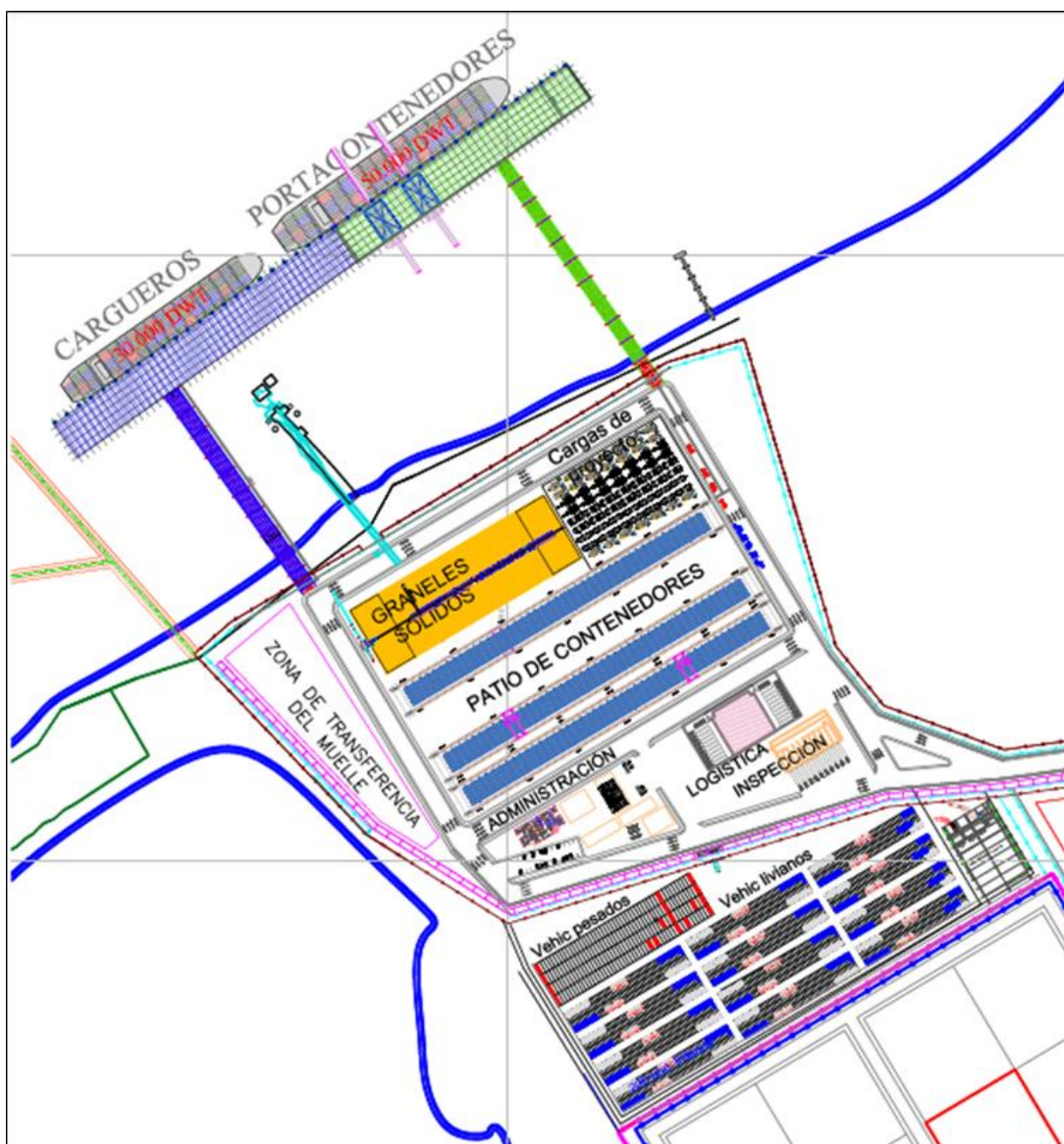
Fuente: Hidrocaribe, 2011, adaptado de Moffat & Nichol, 2011

• Segunda Fase

Los componentes de esta primera fase son los siguientes (Figura 2.4.4; Plano 2.7):

- Muelle de 235 metros de longitud y 33,8 metros de ancho, como segunda posición de atraque para el servicio de portacontenedores.
- Viaducto de 201 m de longitud y 11 m de ancho, con 3 carriles para tráfico de camiones.
- Patio de contenedores de 39 000 m², con 4 bahías de almacenamiento de 264 *slots* o posiciones de piso, para un total de 1 056 posiciones.

Figura 2.4.4 Esquema general de desarrollo del Terminal Multipropósito - Fase 2



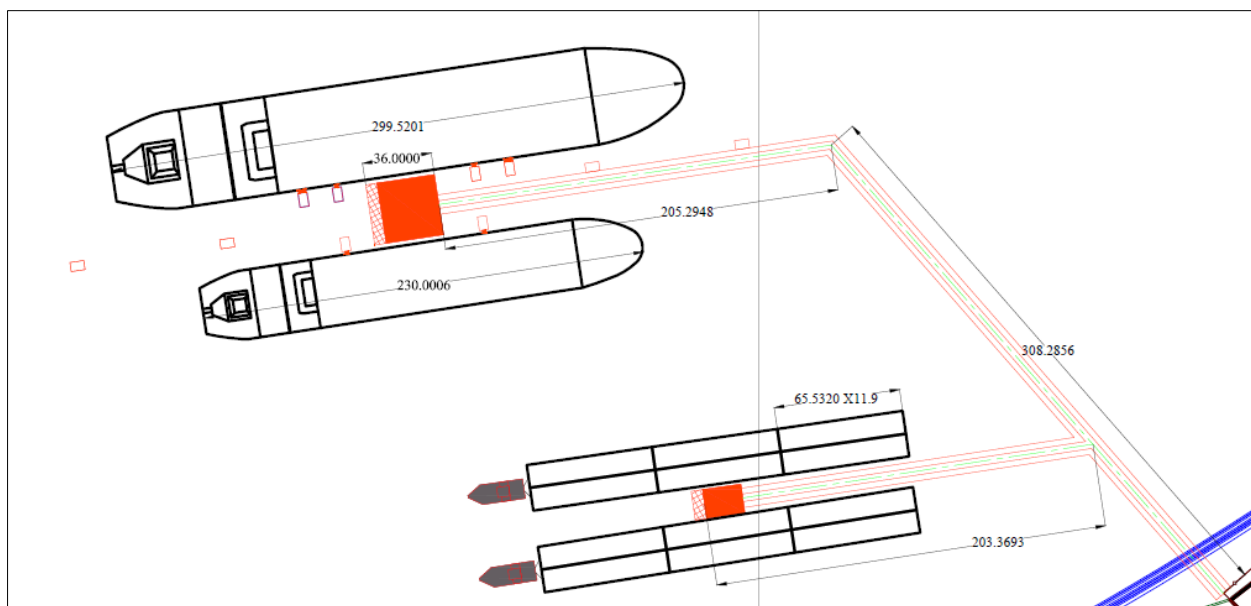
Fuente: Hidrocaribe, 2011, adaptado de Moffat & Nichol, 2011

2.4.2 Infraestructura para el terminal de granel líquido

2.4.2.1 Estructura del muelle

La estructura del muelle estará conectada a tierra con una pasarela, sobre el costado suroeste del lote que da frente a la bahía de Cartagena (Figura 2.4.5). El muelle contará con una serie de elementos que son necesarios para su funcionamiento de manera eficiente y segura, como las plataformas de cargas, piñas de atraque y de amarre, pasarela, etc., que se describen más adelante.

Figura 2.4.5 Esquema general de la infraestructura del muelle para granel líquido



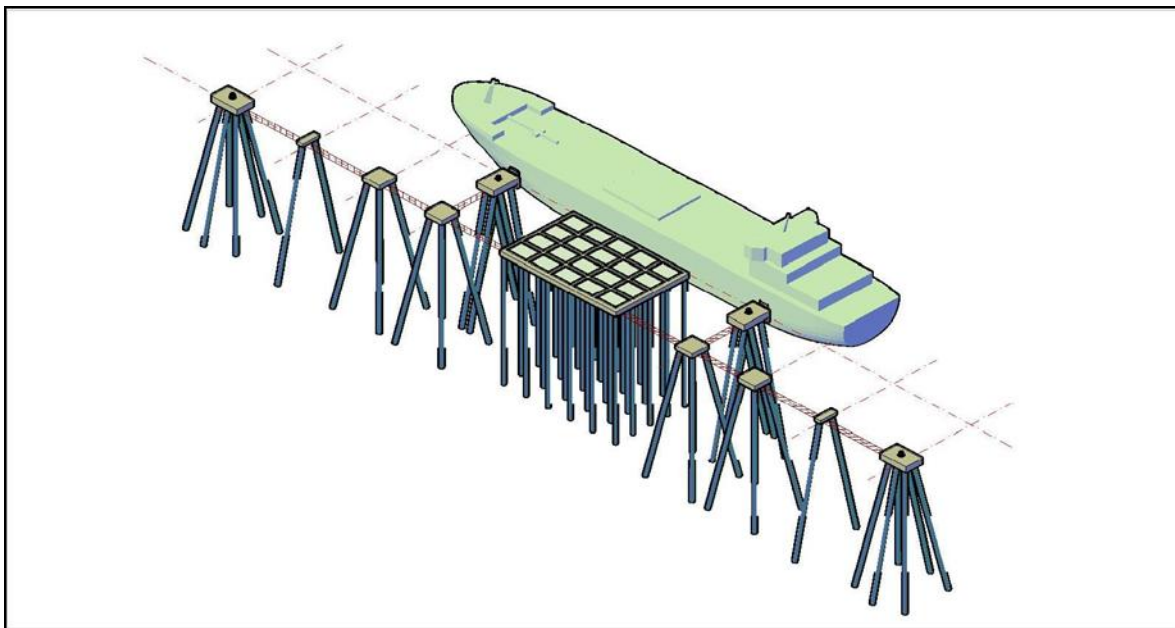
Fuente: Oil Tanking,, 2011

- **Plataforma de carga/descarga de buques**

En esta plataforma principal de operaciones del muelle están ubicados los brazos de carga, un conector de tuberías donde llegan las líneas de productos y se conectan a los brazos, y otros equipos misceláneos requeridos para la seguridad de la operación. Está equipada con 4 brazos de carga, tubería de producto, utilidades, estaciones para *pigging*. Contará con un bordillo de contención para retener una eventual fuga. Será construida de concreto reforzado con dimensiones de 30 m x 20 m y soportada sobre pilotes metálicos hincados hasta el estrato resistente (ver esquema de la fundación en la Figura 2.4.6).

La plataforma estará aislada de todas las cargas inducidas por el atraque y amarre de embarcaciones ya que no estará unida a las piñas. Contará en ambos lados con un portalón o escala articulada para permitir el abordaje a la embarcación. Este portalón no requerirá de ningún equipo adicional para su utilización, y podrá ser retraído cuando sea necesario. De igual manera soportará dos torres donde se ubicaran los monitores contra incendios.

Figura 2.4.6 Esquema de la fundación de la plataforma



Fuente: SPPB, 2011

- **Plataforma de carga/descarga de barcasas**

En la plataforma de descarga y carga de barcasas se encuentran ubicadas las mangueras de llenado y vaciado, 1 monitor contra incendios, y otros equipos requeridos para la operación. Esta plataforma será de concreto reforzado con unas dimensiones de 20 m x 12 m y estará soportada sobre pilotes. Estará aislada de todas las cargas inducidas por el atraque y el amarre de las barcasas.

- **Piñas de atraque**

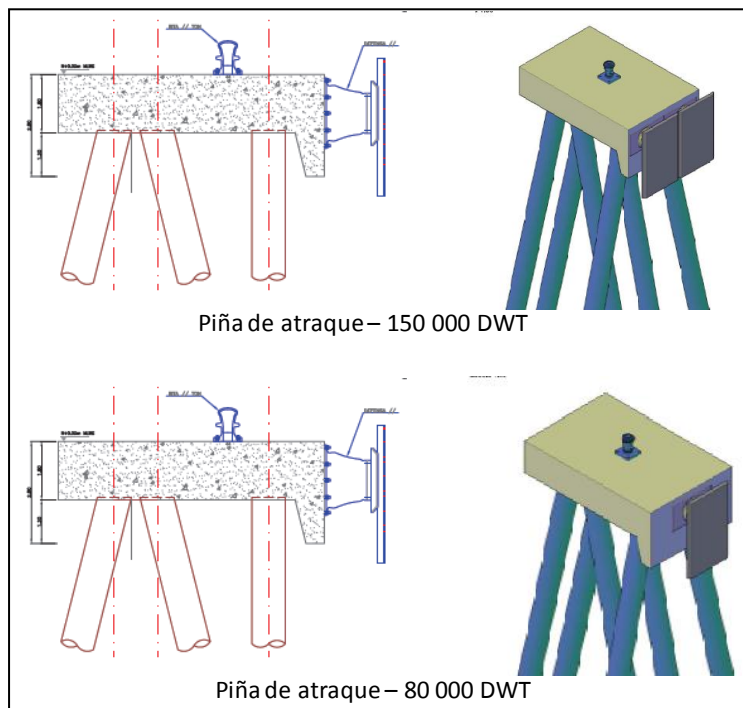
Su función principal es la de absorber la energía del buque en el atraque. Igualmente provee puntos de apoyo a las embarcaciones, una vez amarradas y aseguradas. Las piñas de atraque cuentan con bolardos y bitas de amarre para las líneas de costado (spring lines). Cada piña tendrá un sistema de defensas independiente que consta de una defensa frontal (Figura 2.4.7) que hace contacto con la embarcación, y un elemento flexible en la parte trasera para absorber energía.

Las piñas están soportadas sobre pilotes y el tamaño, dimensionamiento y capacidad de carga están en función del tamaño del tanquero que debe apoyar. En la figura se presenta el modelo de piña que está proyectado para apoyar las embarcaciones de 150 000 y 80 000 DWT.

- **Piñas de amarre**

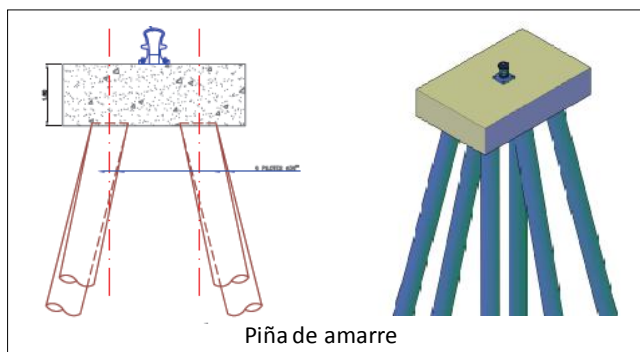
Las piñas de amarre soportan postes esquineros, que aseguran la embarcación con líneas de amarre tanto en popa como en proa (Figura 2.4.8). Cada piña de amarre contará con cabrestantes motorizados y dispositivos de desamarre rápido (Quick Release Mooring Hooks) para casos donde se requiera liberar la embarcación de manera rápida en caso de emergencia. (OCIMF). Estarán soportados sobre pilotes.

Figura 2.4.7 Vistas de las piñas de atraque



Fuente: Adaptado por Hidrocaribe, de SPPB, 2011

Figura 2.4.8 Modelo de la piña de amarre



Fuente: Adaptado por Hidrocaribe, de SPPB, 2011

• Plataforma de acceso vehicular y soporte de tuberías

La plataforma de acceso comunica la orilla con la plataforma de carga/descarga, permitiendo acceso, en una dirección, de vehículos livianos, pequeñas grúas ó montacargas y vehículos de mantenimiento. Esta plataforma soportará las tuberías de producto, líneas contraincendios, líneas de retorno de vapores, cables de instrumentación y eléctricos y luminarias

La vía de acceso principal será de concreto reforzado, ya sea fundido en sitio o como elementos prefabricados. La vía será de 4 m de ancho, incluyendo la contención para posibles derrames. La puerta de acceso

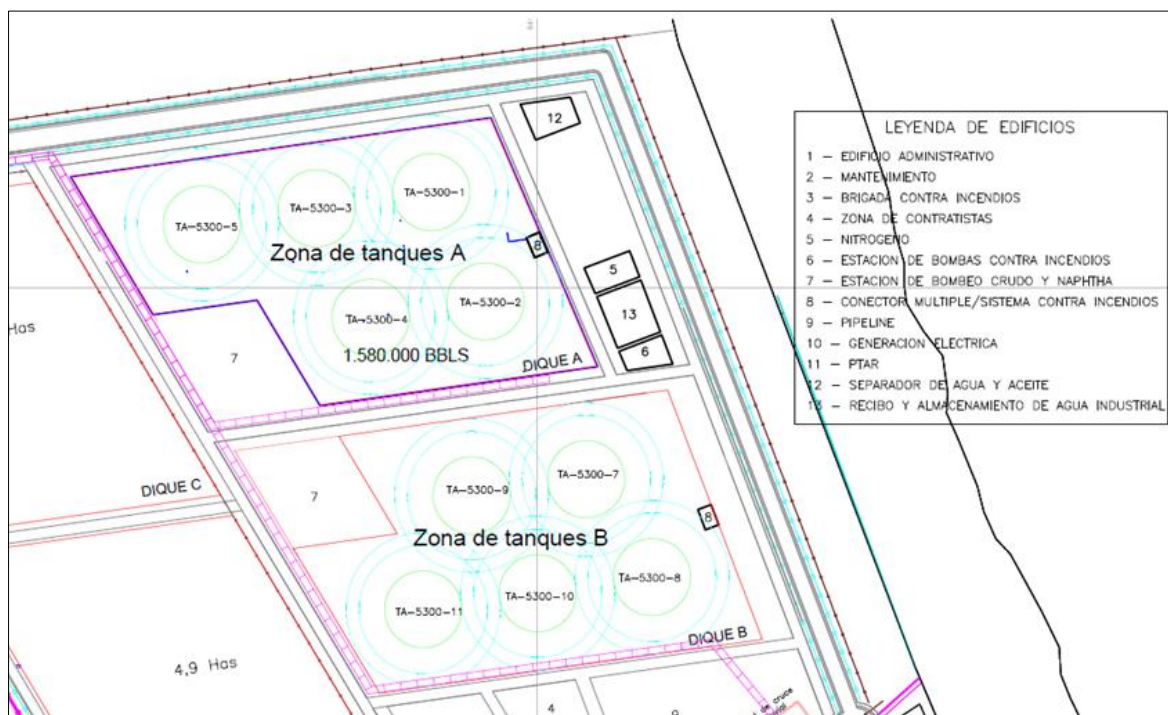
principal al muelle tendrá una puerta de acero y un puesto de control de acceso. En ambos lados de la vía se instalarán pipe racks de 3 m de ancho con 2 niveles.

2.4.2.2 Zona de tanques

En la primera fase del terminal de graneles líquidos se desarrollará la zona de tanques correspondiente al Dique A, que incluye 4 tanques para el almacenamiento de crudos, con capacidad total de 1 360 000 bbls, un tanque para el almacenamiento de nafta, con capacidad de 340 000 bbls, una estación de bombas para el crudo y la nafta y un conector múltiple del sistema contraincendio (Figura 2.4.9).

Para la segunda fase del terminal se ha previsto el área correspondiente al Dique B con una dotación similar a la del Dique A en cuanto a número y capacidad de tanques para crudos y para nafta y a los sistemas de bombeo y de contraincendio.

Figura 2.4.9 Localización general de la zona de tanques y diques de contención



Fuente: Oil Tanking, SPPB, 2011; adaptado por Hidrocaribe (2011)

Adicionalmente, se han reservado para futuras nuevas expansiones las áreas correspondientes a los denominados Dique C y Dique D, cuyas áreas permitirían una capacidad de almacenamiento superior, o por lo menos similar a la de los dos Diques antes mencionados. Como ya se ha señalado, el desarrollo de las fases siguientes del terminal es flexible, de tal manera que las inversiones en nuevos tanques se puedan adelantar o atrasar dependiendo de la evolución de las condiciones del mercado.

• Especificaciones de los tanques

El tipo de tanques a construir será Vertical, fijo sobre el nivel del terreno, con techo flotante interno para evitar la liberación de vapores a la atmósfera y un domo fijo autoportante. Todos los tanques de almacenamiento serán construidos siguiendo los lineamientos de la API 650, API 2000 (últimas ediciones). Para las estimaciones de costo se han considerado tanques de acero al carbono (A-36 ó A-283), techos fijos de domo e internos de acero al carbono, con presiones atmosféricas.

Es muy importante considerar que en la operación de dichos tanques se alcanzan alturas significativas y que están expuestos a tormentas eléctricas, con serios riesgos de ocasionar accidentes; por lo anterior y considerando los requerimientos de capacidad nominal, el cálculo de altura de tanques y tamaño óptimo del área total de almacenamiento se basa en la normas NPFA 30. Sin embargo, algunas medidas de estas reglamentaciones difieren con respecto a la ley colombiana. Para efectos de este proyecto, se han tomado como base de fundamento los conceptos de seguridad de la NFPA 30, pero lo correspondiente al área de tanques y diques de contención han sido calculados considerando las especificaciones del decreto colombiano 0283 de 1990 "Por el cual se reglamenta el almacenamiento, manejo, transporte, distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo y el transporte por carrotanques de petróleo crudo".

• Capacidad de los tanques

Las características técnicas de capacidad nominal y operacional, así como el dimensionamiento en diámetro y altura y el tipo de producto por almacenar, se indican en la Tabla 2.4.1.

• Fundación de tanques

La evaluación geotécnica del terreno (Aico Ltda., 2008), muestra la clasificación descriptiva y los perfiles estratigráficos de los suelos, así como unas recomendaciones para la cimentación de los tanques, las cuales están en línea con las especificaciones de diseño de Oiltanking, y con los requerimientos de la API 650.

Tabla 2.4.1 Características técnicas de los tanques

Tanque	Clasificación del líquido	Producto	Densidad de diseño	Diámetro [m]	Altura [m]	Nominal		Operación	
						Volúmen total	Volúmen total	Volúmen total	Volúmen total
TA-5300-1	Clase I	Crudo	1.000	53,4	23,7	53.079	333.865	47.771	300.479
TA-5300-2	Clase I	Crudo	1.000	53,4	23,7	53.079	333.865	47.771	300.479
TA-5300-3	Clase I	Crudo	1.000	53,4	23,7	53.079	333.865	47.771	300.479
TA-5300-4	Clase I	Crudo	1.000	53,4	23,7	53.079	333.865	47.771	300.479
TA-4000-1	Clase I	Nafta	1.000	46,3	23,7	39.903	250.987	35.912	225.888
Volúmen Nominal - Crudo						212.315	1.335.462	191.084	1.201.915
Volúmen Nominal - Naphtha						39.903	250.987	35.912	225.888
Total - Capacidad de Almacenamiento						252.218	1.586.448	226.996	1.427.803

Fuente: Oil Tanking, 2011

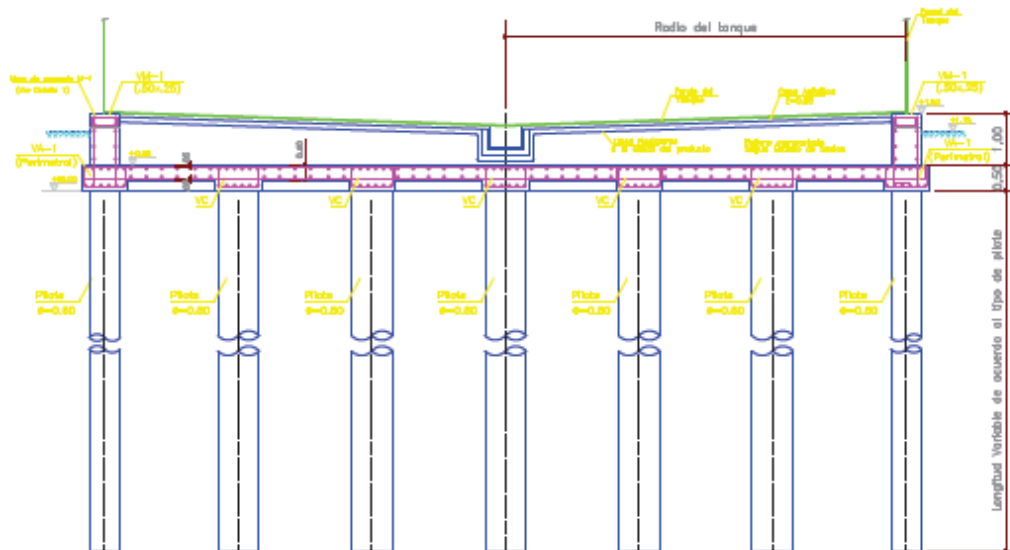
Los tanques estarán soportados sobre pilotes de concreto fundidos in situ, lo cual se efectúa excavando previamente el terreno y rellenando la excavación con hormigón fresco y las correspondientes armaduras.

Para las estimaciones de costos, basados en las especificaciones internas de Oiltanking y el estudio de suelos, se han hecho las siguientes suposiciones para la preparación de la fundación de los tanques:

- Localización y replanteo topográfico

- Pilotaje: Se utilizarán pilotes pre excavados de 24 m de longitud y de 0,8 m de diámetro fundidos in situ en concreto $f'c$ 3500 psi (Figura 2.4.10). Basados en experiencias en la zona se ha tomado la suposición de un espaciamiento de pilotes en 0,2511 pilotes/m².

Figura 2.4.10 Modelo de cimentación de tanques



Fuente: SPPB, 2011

- Vigas de cimentación, placa y anillos de concreto: Sobre las cabezas de los pilotes se hace un relleno con material seleccionado (zahorra) de 20 cm compactado al 95% del PM, luego se aplica una capa de concreto pobre de solado de 5 cm para soportar la estructura de refuerzo hecha con barras de acero corrugado grado 60 dobladas en frío, con resistencia nominal a fluencia de $f_y=6000$ psi (4200 kg/m²). Se funden las vigas, placas de cimentación y muros perimetrales en concreto $f'c$ 4000 psi. Se rellenan las estructuras con arena + triturado en relación 1:1, con un espesor de 0,75 cm y una compactación de 99% del PM.
- Capas superficiales: geotextil impermeabilizante y una capa de arena de 250 mm de espesor compactada al 90% del PM y finalmente capa de asfalto de 5 cm con una compactación mínima del 98%.
- Los tanques contarán con un sistema de detección de fugas que será instalado durante la preparación de la fundación. Este sistema consta de un registro interno o colector que se comunica con un registro externo por medio de una tubería de PVC de 2" con una pendiente determinada.

• Áreas de contención (pits)

Por restricciones ambientales, los tanques se ubicarán en un área de contención (pit) diseñada para contener un eventual derrame de producto del tanque de mayor capacidad (53 079 m³) y de igual forma contará con diques intermedios los cuales podrán contener el 10% del volumen total del tanque al que rodean (Tabla 2.4.2). Las áreas de contención serán impermeabilizadas en concreto u otro material disponible en el mercado y que cumpla con los requerimientos de impermeabilidad.

El dique principal será de concreto reforzado impermeabilizado, tendrá 2 m de altura y contará con un drenaje. Adicionalmente, en línea con la NFPA y el decreto 283, se han considerado diques intermedios con una altura de 0,45 m y 20 cm de ancho, los cuales también contarán con drenajes para aguas de lluvia.

Tabla 2.4.2 Cálculo del volumen requerido para los diques de contención (pits)

Tanque	Area [m ²]
TA-5300-1	2240
TA-5300-2	2240
TA-5300-3	2240
TA-5300-4	2240
TA-4000-1	1684
Area total de los tanques [m ²]	10.642
Area bruta de contención [m ²]	48.214
Area neta de contención [m ²]	39.812
Altura del muro de contención [m]	2,00
Volumen de contención [m ³]	79.623
Volumen requerido *) [m ³]	72.993 (Se cumple con el requerimiento)

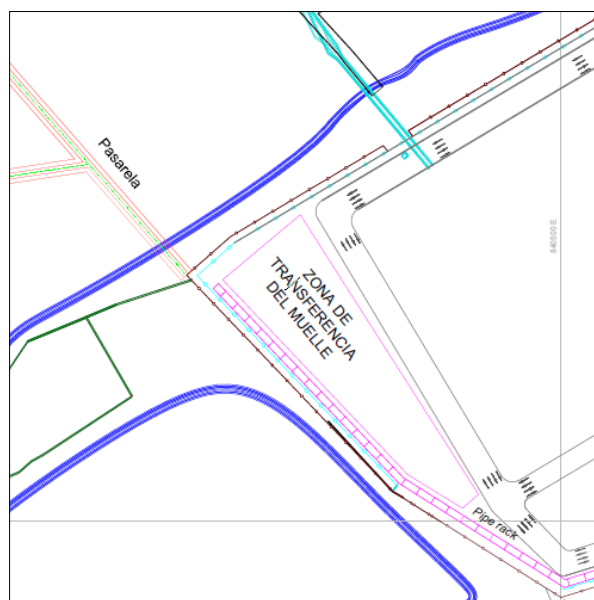
*) El volumen requerido es el volumen del tanque mas grande sumado al 10 % del resto de los tanques (Decreto 283)

Fuente: Oil Tanking, 2011

2.4.2.3 Zona de transferencia del muelle

Se ha reservado un área de aproximadamente 1,0 hectárea sobre el costado noroeste del lote (al borde de la bahía de Cartagena), destinada para el área de transferencia del muelle (Figura 2.4.11). En esta zona se prevé la instalación del incinerador de los gases de las embarcaciones y un área de operación donde se instalará un conector de tuberías (tuberías desde la estación de bombeo y hacia los muelles).

Figura 2.4.11 Localización de la zona de transferencia del muelle



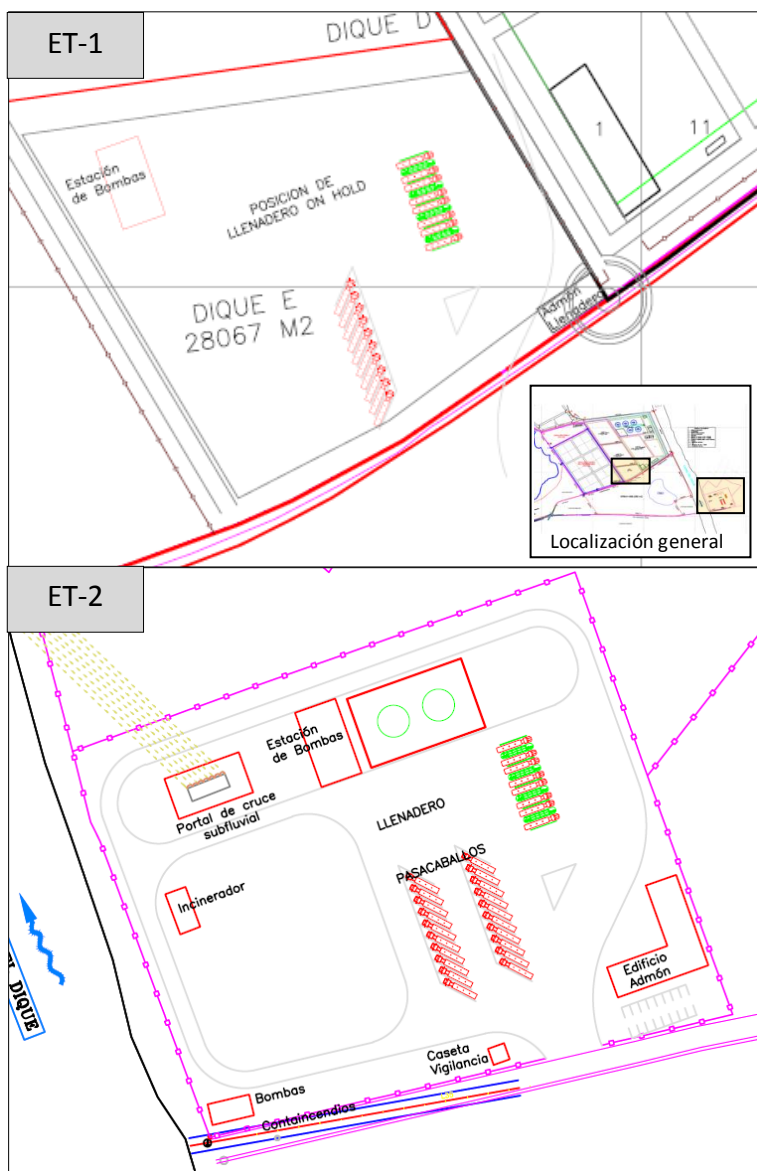
Fuente: Oil Tanking, 2011; adaptado por Hidrocaribe (2011)

2.4.2.4 Estaciones de transferencia

Por el flujo esperado de carrotanques con crudo a la Terminal, se tiene prevista la construcción de 2 estaciones de transferencia dotadas con llenadero de carrotanques (Figura 2.4.12). Una, la estación ET-1, en el

costado SW de la zona de tanques, y la otra, la estación ET-2, sobre la margen derecha del canal del Dique, en el cruce de la nueva Vía Transversal Barú. El diseño de los elementos necesarios seguirá lineamientos similares a los indicados en este documento en cuanto a edificaciones, señalización, vías de acceso, obras de urbanismo, área de contención (pits) para los dos tanques buffer de crudo que tendrá Pasacaballo, etc.

Figura 2.4.12 Distribución de áreas en la estación de transferencia



Fuente: Oil Tanking, 2011

Las estaciones tendrán, entre otras funciones, la de recibir el crudo del interior del país en camiones y la de cargar esos camiones con nafta, garantizando carga de compensación para optimizar los altos costos del transporte por carretera. Tendrán entre otros elementos:

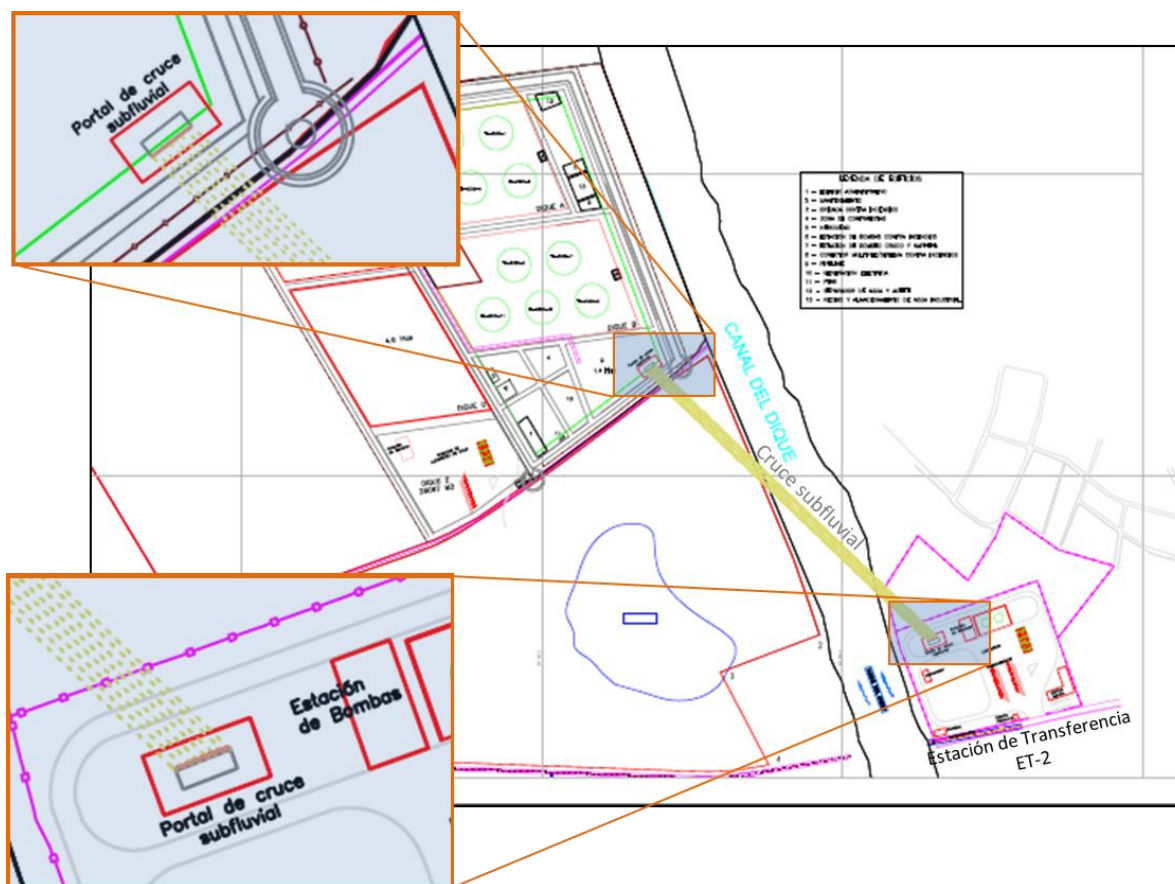
- Un edificio administrativo
- 2 tanques buffer de crudo

- 6 posiciones para llenado/vaciado de carrotaques (hay espacio para 10 posiciones)
- Un quemador para los gases generados en las operaciones con carrotaques
- Una sala de bombas
- Una zona de llegada de las líneas de producto que conectan Barú y Pasacaballo
- Estación de Bombas contra incendio

2.4.2.5 Cruce subfluvial del canal del Dique

Este cruce bajo el cauce del canal del Dique permitirá la instalación de tuberías de conducción entre la estación de transferencia ET-2 y la zona de tanques del puerto (Figura 2.4.13). La técnica que se utilizará es la de Perforación Direccional, utilizada en muchos proyectos en donde es necesario sortear obstáculos naturales con el máximo cumplimiento de las normas ambientales.

Figura 2.4.13 Localización aproximada del cruce subfluvial



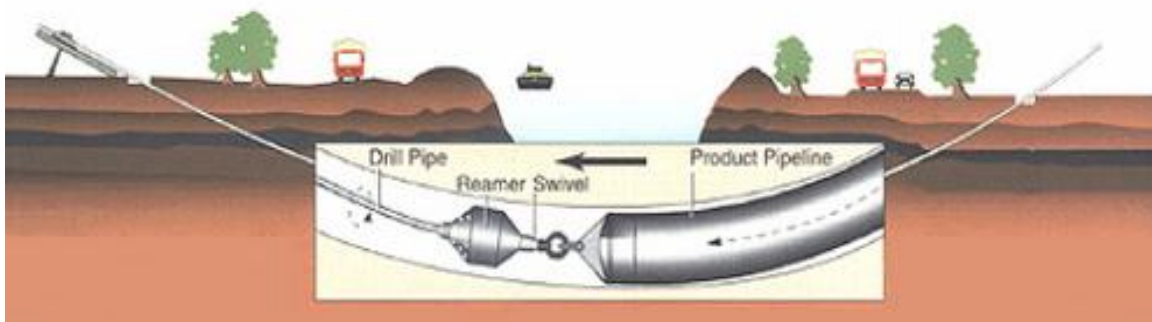
Fuente: Hidrocaribe, 2011, sobre planos de Oil Tanking, 2011

Consiste en abrir un agujero piloto desde una de las orillas mediante una perforación dirigida por un paquete electrónico que detecta la posición del cabezal cortante y la orienta de acuerdo con las previsiones y direcciones del proyecto. Una vez terminado el agujero piloto en el portal de cruce de la zona de tanques, se procede a ensancharlo mediante la utilización de cabezas cortantes que van aumentando sucesivamente su diámetro; esta actividad se denomina “pre-escariado”.

El escariador se engancha a la cadena del taladro, en la orilla opuesta al equipo de perforación y lo tira hacia ésta dentro del agujero piloto (Figura 2.4.14), dándole a la perforación el diámetro requerido por la tubería. Se van agregando juntas en la tubería de perforación conforme el escariador regresa al equipo de perforación. Se utilizan cantidades importantes de lodos para bombearlas dentro del agujero con el objeto de mantener su integridad y vaciar fuera los desechos de la perforación. El agua requerida para la fabricación del lodo se tomará de la factibilidad de agua que le ha sido concedida a SPPB por ACUACAR. La arena se obtendrá de proveedores que cuenten con licencia ambiental o título minero.

Como producto de la perforación se extrae del agujero una mezcla con el lodo que se introdujo, que generalmente contiene bentonita, y con el material del subsuelo que está siendo perforado. Esa mezcla es manejada en piscinas afuera con el fin de separar el material del subsuelo y poder reutilizar el lodo con la bentonita. El material del subsuelo también es clasificado y manejado de acuerdo con sus características; la estación de transferencia ET-2 está asentada sobre una antigua madre vieja del canal del Dique que fue rellena cuando se hicieron las obras de rectificación del canal en 1984, por lo que se espera encontrar, por lo menos en este sector, materiales de suelo orgánico y con baja capacidad portante. El material que sirva para construcción será destinado a la adecuación y relleno del lote de proyecto de la ET-2; el material que no cumpla con estos requerimientos será entregado a operadores de rellenos sanitarios que cuenten con los debidos permisos de las autoridades ambientales.

Figura 2.4.14 Sección típica del cruce subfluvial



Fuente: SPPB, 2011

Entre los dos portales del cruce subfluvial bajo el canal del Dique se instalarán 8 tubos de diferente diámetro (Tabla 2.4.3) que se destinarán para el transporte de crudos, refinados y derivados, dentro de las actividades que son específicas del giro del negocio de SPPB.

Tabla 2.4.3 Tuberías del portal de cruce subfluvial

No.	Servicio	Diam
1	Oleoducto	30"
2	Crudo Puerto Bahía - Reficar	16"
3	Crudo Pasacaballos - Puerto Bahía	14"
4	Nafta Puerto Bahía - Pasacaballos	10"
5	Nafta Puerto Bahía - Reficar	12"
6	Gasoducto	20"

No.	Servicio	Diam
7	Reserva	12"
8	Reserva	30"

Fuente: SPPB, 2011

2.4.2.6 Obras complementarias

• Obras de urbanismo

Canales y sistemas de drenaje de agua lluvia: se está considerando la construcción de un canal principal en concreto para organizar el manejo del drenaje pluvial (ver bases del diseño en el numeral 2.5.3.3). Todas las tuberías secundarias de aguas pluviales terminarán con el canal principal. Las vías tendrán sus zanjas a ambos lados y finalizará también en el canal principal. El terreno tendrá una pequeña pendiente (+/- 1%) y cunetas a ambos lados de las carreteras.

Iluminación de áreas comunes: se prevé la utilización de lámparas LED para reducir el consumo energético.

Alcantarillado y aguas residuales: La zona sur de la terminal de líquidos contará con un sistema de alcantarillado, conectado con los edificios administrativos y que a su vez estará conectado con el PTAR.

Estacionamiento: el edificio administrativo contará con una zona de parqueo para los empleados de la terminal, visitantes y contratistas.

• Edificaciones

En la zona sur de la terminal se ha destinado un área para los edificios administrativos. Esta área se ha ubicado en esta zona tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Fácil acceso desde la entrada, la vía pública.
- Evitar el tránsito de personas no autorizado por las instalaciones de la terminal.
- Guardar la mayor distancia posible de las zonas de operación, por seguridad del personal.
- Simplicidad en el control y seguridad del personal y los contratistas.

Basado en las áreas utilizadas en otros terminales de Oiltanking, de dimensiones similares, se han hecho las siguientes consideraciones para las edificaciones:

1. El edificio administrativo con un área de 2200 m² aproximadamente, incluirá:
 - Oficinas administrativas con baños, recepción y demás servicios
 - Oficina de área operaciones que incluya sala de control.
 - Departamentos de logística, IT, comercial y gerencia del terminal.
 - Laboratorio para pruebas de control de calidad
 - Casino / Restaurante
2. Área de Mantenimiento y bodega de unos 900 m²
3. Brigada contra incendios y enfermería, 250 m².
4. Estación de bombas contra incendios, 600 m².
5. Garita y casetas de vigilancia

6. Zona de Contratistas: Se dispondrá de 2000 m² aproximadamente para las facilidades temporales de las empresas contratistas que laboren dentro de las instalaciones de Puerto Bahía. En este espacio se prevé la instalación de contenedores de oficinas y de almacén de los contratistas.

7. Zonas comunes / ambientales

8. Zonas verdes

9. Área común para Recolección y manejo de basuras

- **Señalización**

Se implementará un sistema de señalización con el objetivo de orientar e informar basados en estándares a través de colores y señales que faciliten la comprensión del personal acerca riesgos existentes, precauciones y obligaciones. De igual forma con los caminos de circulación marcados para favorecer el orden y limpieza de las áreas de trabajo, orientar salidas normales y salidas de emergencia.

2.4.3 Infraestructura para el terminal multipropósito

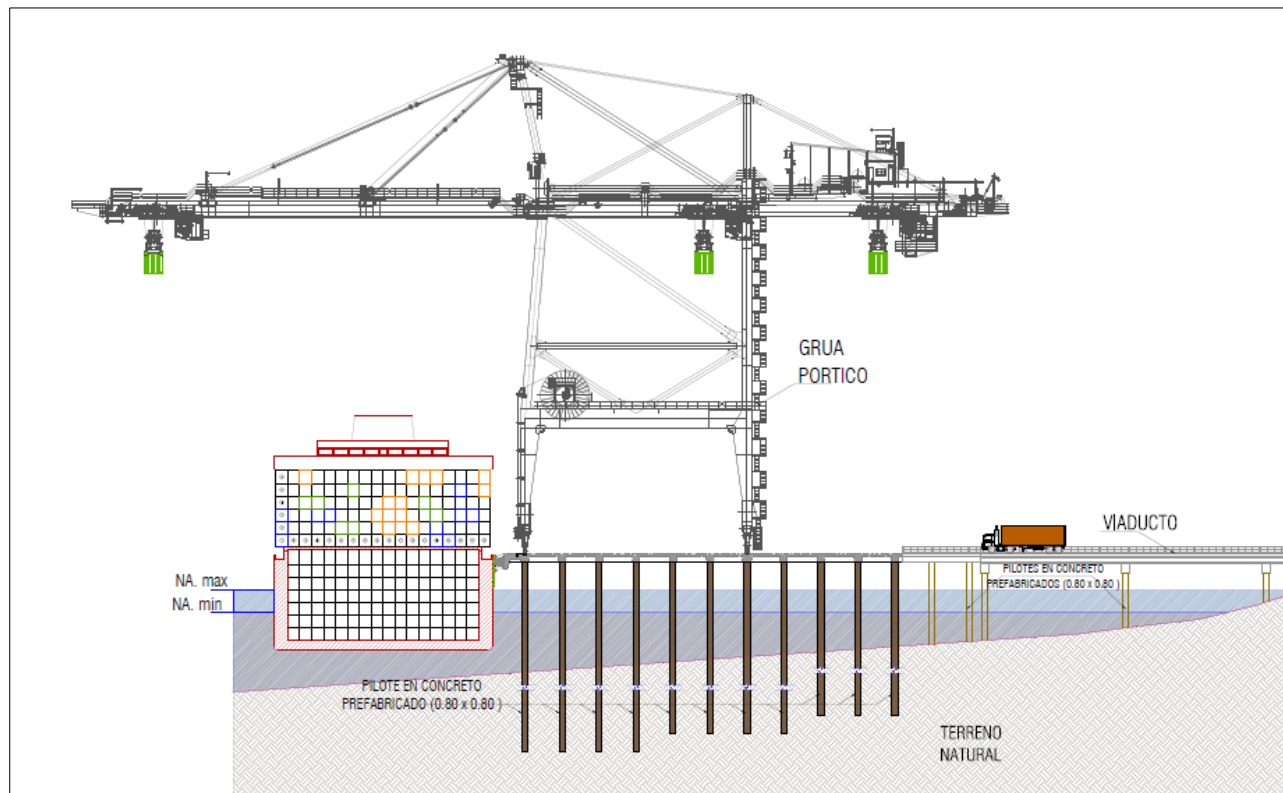
2.4.3.1 Estructura del muelle

Es una plataforma de muelle que estará habilitada para recibir buques cargueros, misceláneos y graneleros que clasifican dentro del rango de los buques Panamax. Esta plataforma de muelle se construirá dentro de las mismas áreas licenciadas en la Resolución N° 1635 de 2010 y tendrá una longitud de línea de atraque del mismo orden que la licenciada, pero se reducen las especificaciones de capacidad para proveer al puerto de un muelle multipropósito que pretende atender cargas variadas tales como cargas sueltas de proyecto, vehículos, carga general suelta y graneles sólidos de origen vegetal o mineral exceptuando el carbón.

El muelle multipropósito tendrá una longitud de atraque aproximada a 518 metros y ancho de la plataforma de 33,8 metros (Figura 2.4.15) y se construirá en dos etapas o fases: la fase 1 corresponde a la primera posición de atraque con una longitud de 283 metros; la fase 2 corresponde a la segunda posición de atraque con una longitud de muelle de 235 metros. Estas modificaciones se derivan de una reprogramación y rediseño para ajustar sus especificaciones técnicas a la capacidad portuaria que impone la demanda de servicios en el puerto en la actualidad y a las estimaciones de demanda de servicios en el futuro cercano. Estas líneas de servicio que se pueden proyectar en la actualidad se ajustan a la demanda potencial de servicios para atender cargas clasificadas como carga general, que incluye la carga general suelta y contenedorizada, vehículos y carga de proyectos y sólidos al granel.

La estructura del muelle consistirá en una losa de concreto reforzado de 0,4 m de ancho, apoyada sobre un retícula de vigas longitudinales de 1,0 m de ancho por 1,2 m de alto y vigas transversales de 1,2 m de ancho por 1,2 m de alto, que a su vez se apoyan sobre una cuadrícula de pilotes 0,8 x 0,8 m.

Figura 2.4.15 Estructura general del muelle. Terminal multipropósito



Fuente: SPPB, 2010

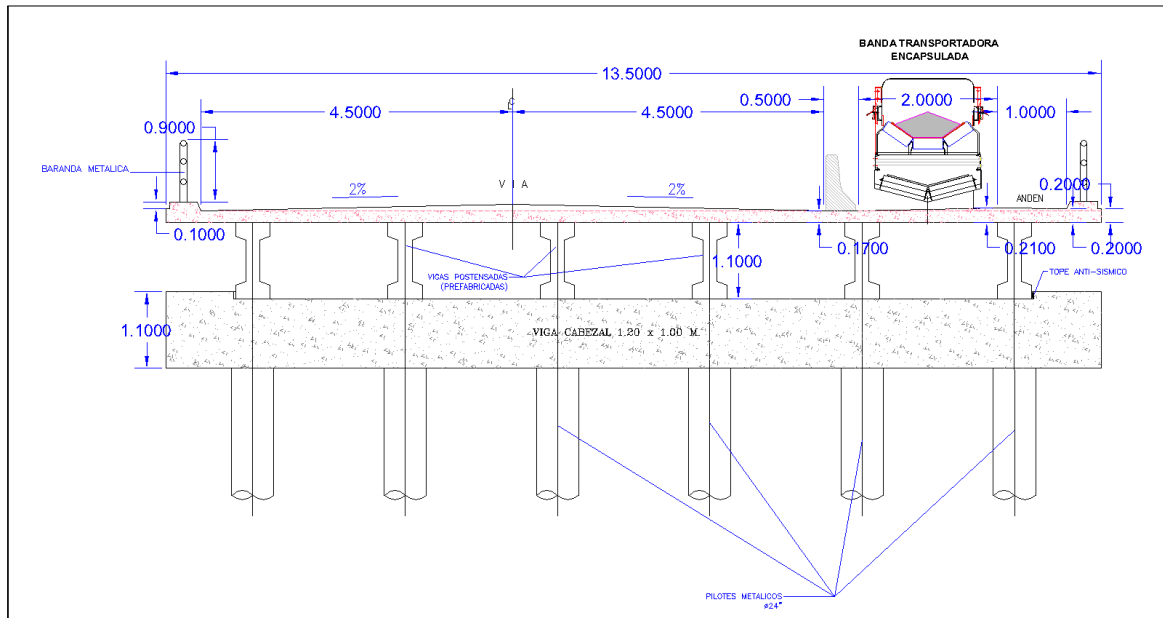
2.4.3.1 Viaductos

La plataforma del muelle estará intercomunicada con las instalaciones en tierra mediante dos viaductos. El primero corresponde al viaducto de fase 1 y constará de dos carriles y un corredor que se habilitará para soportar un sistema de banda transportadora encapsulada que permite la transferencia de los graneles sólido en condiciones técnicas de seguridad y niveles de rendimiento y productividad eficiente (Figura 2.4.16). Tendrá una longitud total de 196 metros de longitud y 13,5 metros de ancho.

El segundo viaducto comunicará a tierra el tramo de muelle de fase 2. En esta segunda posición de atraque se espera atender buques portacontenedores y, por tanto, habrá un alto tráfico de camiones y vehículos “quinta rueda” para realizar las operaciones de porteo de contenedores entre el muelle y los patios, bajo rendimientos adecuados y eficiencia en las operaciones portuarias. Este viaducto tendrá una longitud de 201 metros y un ancho de 12,0 metros, con 3 carriles para circulación de vehículos (Figura 2.4.17).

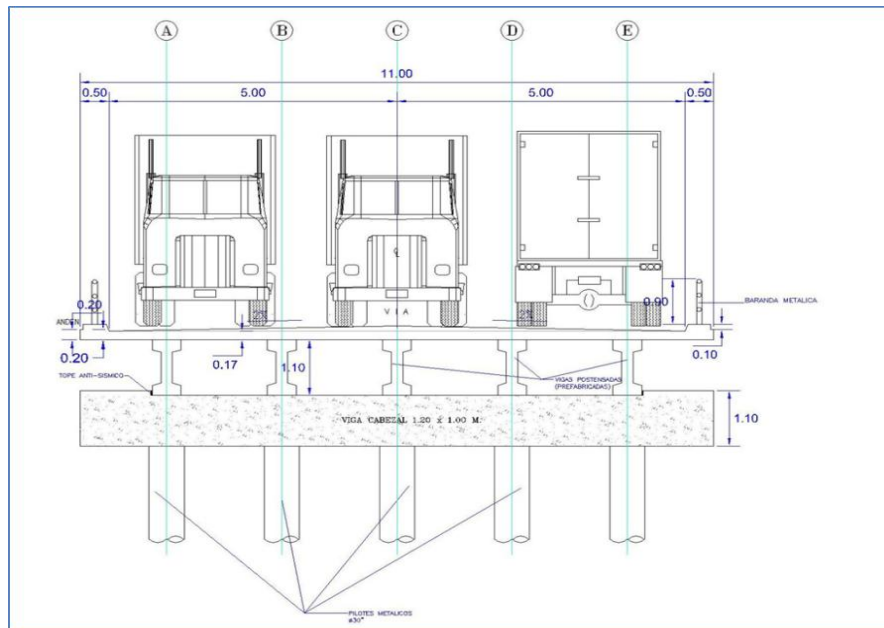
En general, las estructuras de soporte consistirán en una losa de concreto reforzado de 0,25 m de altura por el ancho de cada viaducto, apoyada sobre vigas longitudinales en concreto pre-esforzado. Las vigas longitudinales se apoyarán sobre cabezales en concreto, separados 20 m entre sí. Cada cabezal será soportado por pilotes en concreto de 0,8 m x 0,8 m.

Figura 2.4.16 Sección del viaducto de primera etapa. Terminal multipropósito



Fuente: SPPB, 2011

Figura 2.4.17 Sección del viaducto de segunda etapa. Terminal multipropósito



Fuente: SPPB, 2011

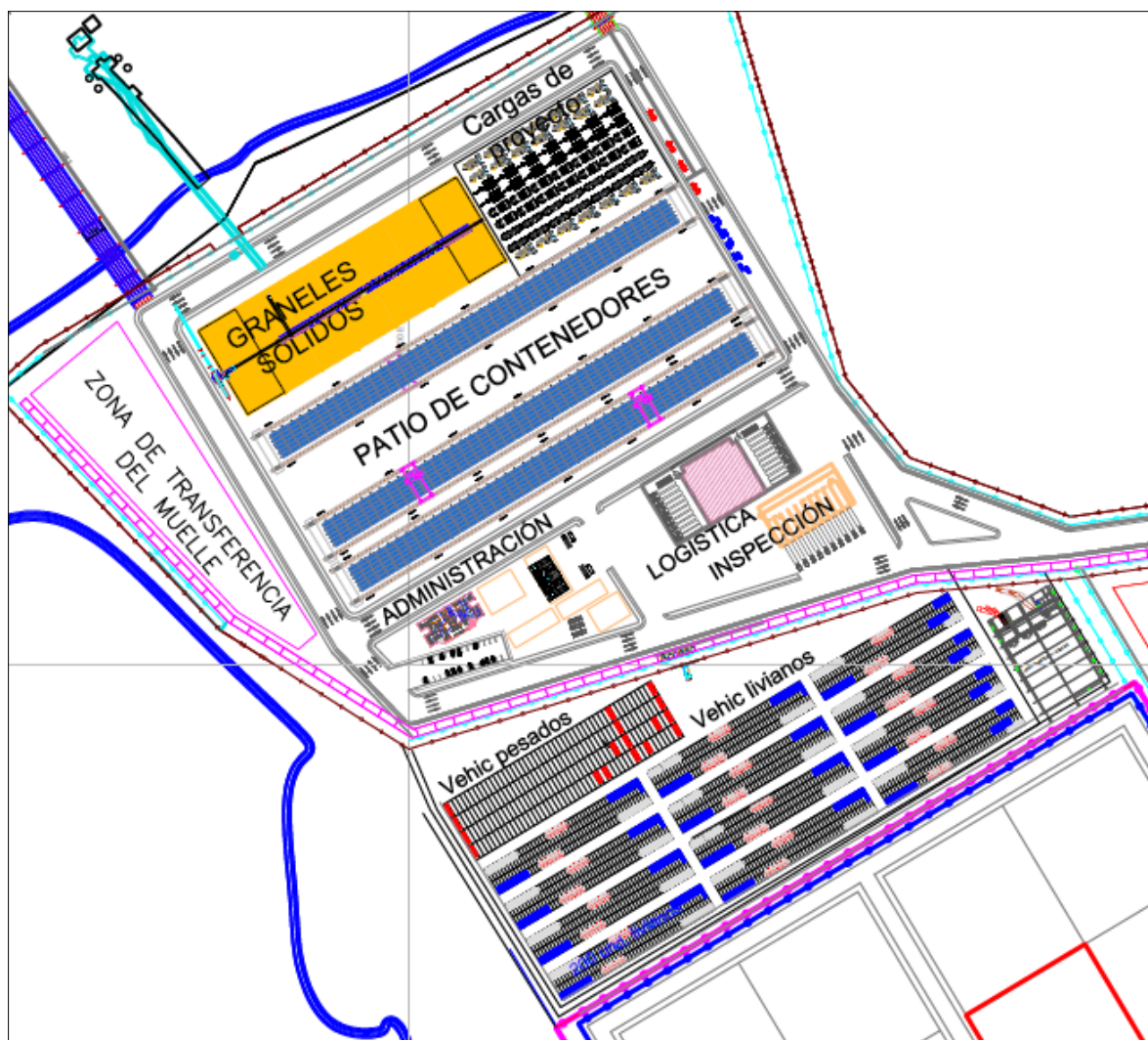
2.4.3.2 Organización de patios

Para la organización de los patios se consideraron los diferentes tipos de cargas que se aspiran a manejar por el terminal portuario y se distribuyeron de acuerdo con condiciones específicas propias de la misma carga y la facilidad de desplazamientos internos (Figura 2.4.18).

- **Patio de cargas de proyecto**

Este patio estará ubicado en el costado noreste de la zona terrestre del terminal multipropósito, ocupando una extensión de 9 350 m².

Figura 2.4.18 Organización de áreas en los patios



Fuente: Hidrocaribe, 2011, adaptado de SPPB, 2011

- **Patio para contenedores**

Avanzando desde la línea de costa, este patio de contenedores se encuentra a continuación de las dos áreas mencionadas anteriormente. Su área total es de 39 000 m² y contará con 4 bahías de almacenamiento de 264 *slots* o posiciones de piso cada una, para un total de 1 056 posiciones. En cada bahía se contará con equipos de grúas tipo RTG

- **Patio para vehículos pesados**

Su extensión es de 6 000 m² y permite el parqueo y almacenamiento de hasta 200 vehículos. Se encuentra en el sector sur del patio general.

- **Patio para vehículos livianos**

También está en el sector sur del patio general del terminal. Su extensión es de 31 700 m² y está organizado en 12 bahías de 120 vehículos cada una, para una cabida total de 1 920 vehículos.

2.4.3.3 Edificaciones

El terminal estará dotado con las infraestructuras y edificaciones necesarias para la administración y control de la operación, así como de unas bodegas para el almacenamiento de la carga general suelta que necesite recubrimiento (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Se incluyen las dotaciones y edificaciones para el taller de mantenimiento, la estación de bomberos, almacén, etc.

Tabla 2.4.4 Edificaciones en el terminal multipropósito

DESCRIPCIÓN	AREA(M2)
Bodega de logística	1 600
Bodega de inspección	1 480
Bodega de granel sólido	11 200
Taller de mantenimiento	370
Almacén de repuestos	600
Bomberos, seguridad industrial y enfermería	420
Edificio de Administración	600
Portal de entrada	1 000
TOTAL	17 270

Fuente: Hidrocaribe, 2011, adaptado de SPPB, 2011

- **Bodegas logística y de inspección**

Estas bodegas se encuentran estratégicamente ubicadas cerca del portal de entrada al terminal y de la zona administrativa. En la bodega logística se llevarán a cabo operaciones de consolidación y desconsolidación de carga contenedorizada (CFS). En la bodega de inspección tendrá cabida todas las autoridades e instituciones del Estado que participan en la vigilancia de las operaciones y mercancías del comercio exterior.

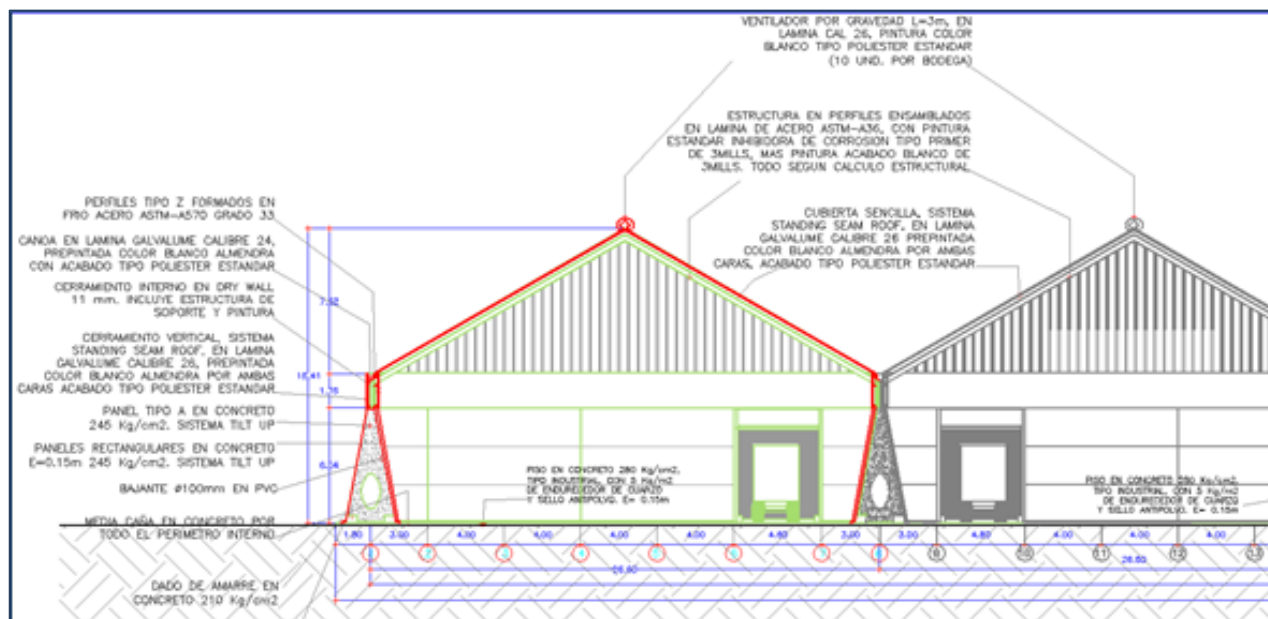
- **Bodega para granel sólido**

La bodega de graneles sólidos esta sobre el costado noreste del patio general. El almacenamiento de estos graneles se realizará en bodegas o silos horizontales construidos con el sistema tilt up. Está constituido por un edificio integrado por 7 módulos que representan bodegas de 60 metros de largo por 26,7 metros de

ancho (Figura 2.4.19). Cada bodega modular tendrá una capacidad de 5.000 toneladas, para una capacidad inicial total de almacenamiento de 35.000 toneladas. El área cubierta total es de 11 200 m².

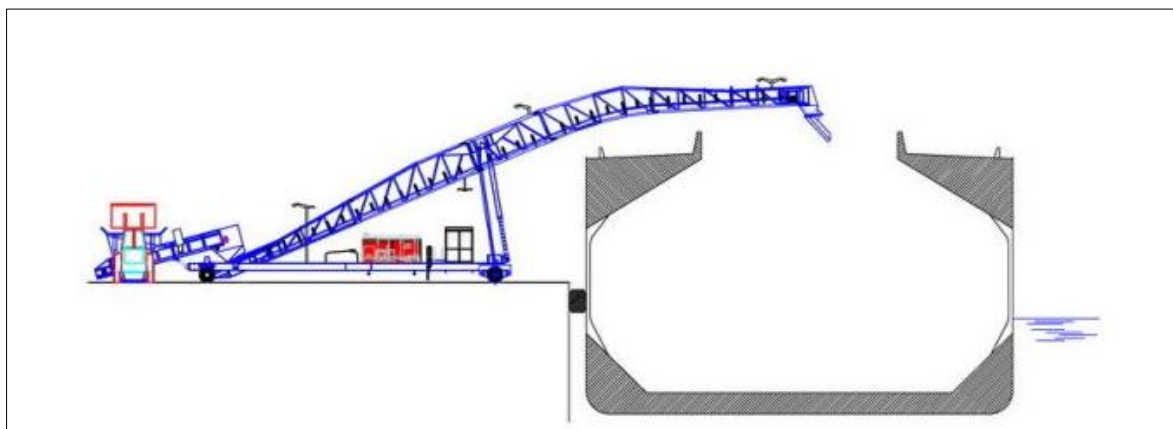
Todo el sistema de bodegas estará servido por una banda transportadora que cruzará todos los módulos para la conducción de los productos hasta el sector del muelle. Está banda será totalmente encapsulada para evitar procesos de dispersión de partículas durante la manipulación de los graneles hasta su entrega en forma de cargue directo a las bodegas de los buques (Figura 2.4.20).

Figura 2.4.19 Sistema modular de las bodegas para granel seco



Fuente: SPPB, 2011

Figura 2.4.20 Sistema de cargue directo del granel al buque



Fuente: SPPB, 2011

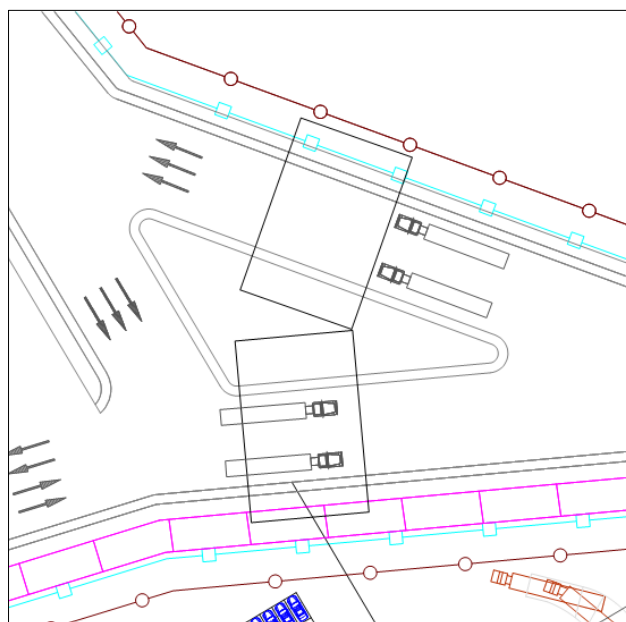
- **Edificio de Administración**

El edificio comprende 2 módulos de oficinas con entradas separadas que ofrecen la posibilidad de manejarse independientemente cada módulo, con el propósito de ir construyendo en la medida en que lo requiera el aumento de la operación del puerto. Incluye una recepción, oficina de gerencia, oficina de sistemas, oficina de recursos humanos, oficina de registros, oficina de contabilidad y otras oficinas de uso operativo. En el aspecto constructivo se conserva el concepto de las otras edificaciones manteniendo un lenguaje que unifica todo el complejo portuario. Estará dotado con parqueaderos para el personal de la oficina y visitantes.

- **Portal de entrada**

Este portal es una portería de seguridad para el control general de la carga entrante y saliente y del personal que circulará desde y hacia el exterior del terminal y entre los dos terminales. Se ubicará provisionalmente sobre la bifurcación vial al ingreso al terminal multipropósito (Figura 2.4.21) en tanto se define un portal de ingreso conjunto para los dos terminales.

Figura 2.4.21 Portal de ingreso al terminal



Fuente: Hidrocaribe, 2011, adaptado de SPPB (2011)

2.4.4 Señalización y sistemas de ayuda a navegación

La señalización del canal del acceso y del área de maniobras será coordinada por la DIMAR, entidad que, de acuerdo con el Decreto 2324, art. 53 numeral 1 y art 5 numeral 4, controla, instala y mantiene dicha señalización para puertos privados y públicos. Una vez DIMAR entregue las especificaciones de la señalización por instalar, se procederá hacer las coordinaciones necesarias para que su instalación y el diseño del plan de mantenimiento respectivo. Estos costos serán asumidos por Sociedad Portuaria Puerto Bahía

2.5 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE OBRAS ASOCIADAS

2.5.1 Vías internas del terminal portuario

Las vías de la terminal se construirán según la normatividad y recomendaciones del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), y tendrán las siguientes características generales:

- El ancho mínimo de las vías será de 3.5 m por calzada, con 0,5 m de berma en cada lado.
- El pit de tanques contará con una vía circundante de mínimo 6 m de ancho para el acceso de un camión contra incendios.
- El espaciamiento horizontal de seguridad debe ser de mínimo 1,5 m medido desde el borde de la berma hasta cualquier estructura, equipo, o tubería.
- El radio de curvatura de las vías principales y de tránsito pesado será de mínimo 24 m, medido desde la línea central de la vía, para las vías secundarias y de tránsito vehicular liviano será de 11 m.
- El espaciamiento vertical de seguridad, medido desde la superficie de la vía, será de 5 m para todo tipo de vías.

Para el diseño de vías, se tendrá en cuenta que a futuro, las vías soportarán tráfico de vehículos pesados como grúas RTG, reach stackers, camiones, etc. Debido a la construcción de una terminal de contenedores.

Según el estudio de suelos realizado por Aico Ltda, el espesor de pavimento requerido para garantizar el buen desempeño de las vías principales con el tráfico de estos equipos debe consistir de una superficie adoquinada de 8 cm de espesor colocados sobre una capa de nivelación de arena de 2 a 3 cm soportada por una placa de concreto compactado por rodillo de 54 cm de espesor. La estructura superior de pavimento la soportará una capa de base de 40 cm de espesor, la cual a su vez estará soportada sobre una capa de sub-base de 40 cm de espesor.

Adicional a las vías internas de la terminal, se ha considerado el espacio necesario para un acceso independiente al resto de las instalaciones del Puerto (Zona franca industrial, zona de carga seca). Esta vía facilitará en el futuro las delimitaciones de las zonas y las normas de seguridad que aplican en cada una de ellas. Dicha vía se ha ubicado al este de la terminal (bordeando el canal del dique), para no limitar en el futuro un posible crecimiento de la terminal de líquidos en dirección oeste.

2.5.2 Vías de acceso

2.5.2.1 Estado de las vías actuales

El lote de proyecto cuenta actualmente con dos vías de acceso: el carretable interno de la isla de Barú y la nueva vía Transversal de Barú (Figura 2.5.1).

• Vía actual a Barú

Esta vía es la que tradicionalmente se ha usado para comunicarse desde el corregimiento de Pasacaballos con las poblaciones de Ararca, Santa Ana, Barú y el sector turístico de Playa Blanca; la ruta cruza por el centro de la población y cruza en ferry el canal del Dique, a la altura de la abscisa K113+500 del canal. Luego de cruzarlo sigue en dirección suroeste por el frente del lote de proyecto en una longitud de unos 1 400 metros, hasta empalmar con la Transversal de Barú.

El estado actual es clasificado como vía “...en ‘Afirmado’, con una capa de rodadura en material de ‘Za-horra’ cuyas características físicas en época invernal la hacen intransitable, además que el drenaje existente es muy pobre. Presenta un ancho de Zona que varía entre los 9.00 y 10.00ml, con una calzada en doble sentido con un ancho de 6.00 ml y bermas de 1.00 ml. Esta vía se desarrolla con especificaciones bajas, propias de su clasificación como Vía Terciaria. Este tramo, K0+000 al K1+400, se desarrolla en un terreno ligeramente ondulado con pendientes que varían entre el 1.5% al 3.0%, con algunas zonas de corte pero con un alto porcentaje en Terraplén.” (Arellano, 2011)³.

Figura 2.5.1 Sistema vial que sirve al lote de proyecto



Fuente: Hidrocaribe, 2011, sobre imágenes de www.earth.google.com

• Transversal de Barú

Este proyecto vial fue entregado en concesión por el Departamento Administrativo de Valorización Distrital al Consorcio Vial Isla de Barú en 2007. Su punto inicial se ubica en la intersección de la carretera a Rocha con el tramo que pasa por frente de Abocol y la une con la carretera a Mamonal y Pasacaballos. Sigue por la vía a Rocha hasta la abscisa K3+665, donde se abre de esta vía y toma dirección hacia la margen oriental del canal del Dique, a donde llega en la abscisa aproximada k5+000. El proyecto continúa en la margen occidental del canal del Dique, ya sobre la isla de Barú, con un alineamiento general hacia el oeste, y a unos 1 450 metros de distancia empalma con el carretable a Barú (Figura 2.5.1), que se describió en el párrafo anterior. El proyecto total continúa sobre la base de este carretable hasta llegar a la población de Barú por la cancha de fútbol, a 26,4 km de la orilla del canal del Dique.

Para la construcción del proyecto se ha considerado un derecho de vía de 20 metros de ancho; la banca de la vía tendrá 2 carriles de 3,65 metros cada uno, con bermas de 1,0 metro de ancho a cada lado y una franja

³ ARELLANO, R. *Mejoramiento Vía Canal del Dique – Intersección Transversal de Barú K0+000 – K1+0400*. Sociedad Portuaria Puerto Bahía. Cartagena, 2011.

variable para el manejo del drenaje pluvial. El proyecto contempla obras de mejoramiento para el tramo K0+000 - K3+665, construcción de vía nueva para los tramos K3+665 - canal del Dique y canal del Dique – empalme con la actual vía a Barú y, de nuevo, obras de mejoramiento para el tramo de vía entre la actual vía a Barú y el final de la obra a la entrada de dicha población.

Las condiciones técnicas del diseño geométrico de la vía indican que podrá servir al tráfico liviano que generen las actividades turísticas en el sector de Playa Blanca y en el sector hotelero de la isla. Actualmente se han realizado ya obras por parte del concesionario en todo el tramo de interés para Puerto Bahía, relacionadas con el cerramiento del derecho de vía y descapote, en los tramos de vía nueva, así como los de relleno, explanación y conformación de la banca de la vía a nivel de subbase.

2.5.2.2 Condiciones del acceso terrestre para Puerto Bahía

El acceso terrestre para Puerto Bahía está proyectado sobre la Transversal de Barú desde su inicio, cruza el canal del Dique y empalma con el tramo de la vía actual de Barú, cuyo trazado pasa por enfrente del lote de proyecto y debe ser mejorado. Con lo anterior se logran dos aspectos fundamentales para el desarrollo portuario: la conectividad adecuada con el sistema vial del país y el mínimo impacto ambiental.

• Conectividad del acceso proyectado

A través de la Transversal de Barú y de la Transversal de ABOCOL (Figura 2.5.2) se consigue la conexión con la carretera Mamonal – Pasacaballos, que actualmente sirva a toda la Zona Industrial de Mamonal y, a su vez, está conectada con el Corredor de acceso rápido a la zona portuaria de la ciudad. Por otra parte, a través de la Transversal de ABOCOL también se consiguen dos conexiones importantes: una, con la Variante Mamonal – Gambote, que conduce a las vías troncales que conectan la costa Atlántica con los principales centros de producción y consumo en el occidente y centro del país y, la otra, con la Variante de Cartagena, que es una vía circunvalar que rodea la ciudad y conecta con la Vía de La Cordialidad, la cual conduce a las zonas industriales y portuarias de Barranquilla y Santa Marta y también al centro del país.

• Mínimo impacto ambiental

Al utilizar el tramo de vía de la Transversal de Barú para la ruta de la carga que deberá entrar y salir de Puerto Bahía se está evitando transitar por el sector urbano de la población de Pasacaballos, lo que generaría impactos ambientales serios como el evidente aumento de la accidentalidad, deterioro de la malla vial urbana cuya red de calles no está acondicionada para el tráfico pesado que exigen las actividades portuarias del proyecto, y deterioro general de la calidad de vida de los habitantes del casco urbano del corregimiento.

2.5.2.3 Diseño del acceso terrestre

Los vehículos que van a acceder al terminal portuario deberán tomar la Transversal de Barú a la altura de la intersección con la Transversal de ABOCOL y avanzar hasta el empalme con la actual vía a Barú; allí tomarán por dicha vía hasta el portal de entrada al terminal. Estas vías están marcadas con los números 4 y 6 de la Figura 2.5.2.

Las obras requeridas para la puesta en operación del acceso terrestre a Puerto Bahía se han proyectado en dos acciones:

- Mejoramiento de la Transversal de Barú en el tramo de interés.
- Mejoramiento de la actual vía a Barú que pasa por el frente del lote de proyecto.

A continuación se describen estas acciones.

Figura 2.5.2 Conectividad del acceso vial proyectado



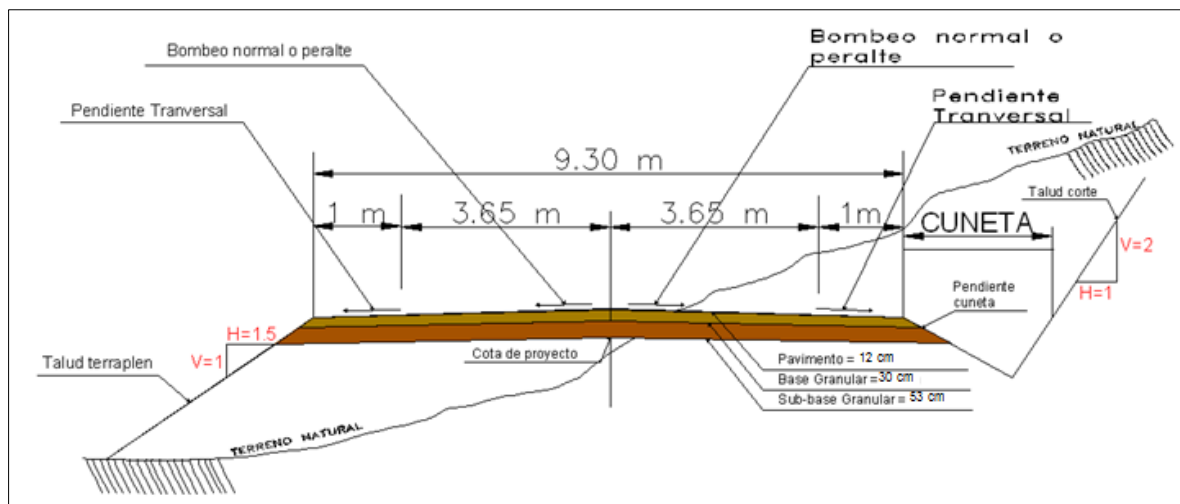
Fuente: Hidrocaribe, 2011, sobre imágenes de www.earth.google.com

• Mejoramiento de la Transversal de Barú en el tramo de interés

Las obras de mejoramiento la vía consisten en darle a la vía que está siendo construida la capacidad para soportar el tráfico de camiones que requiere la actividad portuaria. Para esto, y considerando que la construcción y operación de la Transversal está a cargo del Consorcio Vial Isla de Barú, bajo la figura de Concesión, se han adelantado varias reuniones técnicas con funcionarios de la Interventoría de las obras y del Departamento Administrativo de Valorización Distrital en las que ya se logró acuerdo sobre las modificaciones necesarias en el diseño para que la vía finalmente tenga la capacidad de carga requerida por el terminal portuario. En estos primeros acuerdos se convino hacer los mejoramientos requeridos para un horizonte de 10 años, es decir, que soportará el crecimiento del tráfico hasta el año 2024, tiempo en el cual deberán tomarse decisiones sobre la administración de la vía por parte de Valorización Distrital y sobre los mejoramientos posteriores.

Para el sector continental, esto es, del K0+000 al K5+000 en la orilla oriental del canal del Dique, las características geométricas se conservan (Figura 2.5.3), pero se requiere mejorar la sección de diseño reforzando el volumen de la base y la estructura del pavimento. Las cantidades de obra adicionales en cuanto a materiales para la base y al volumen de la carpeta asfáltica están indicadas en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

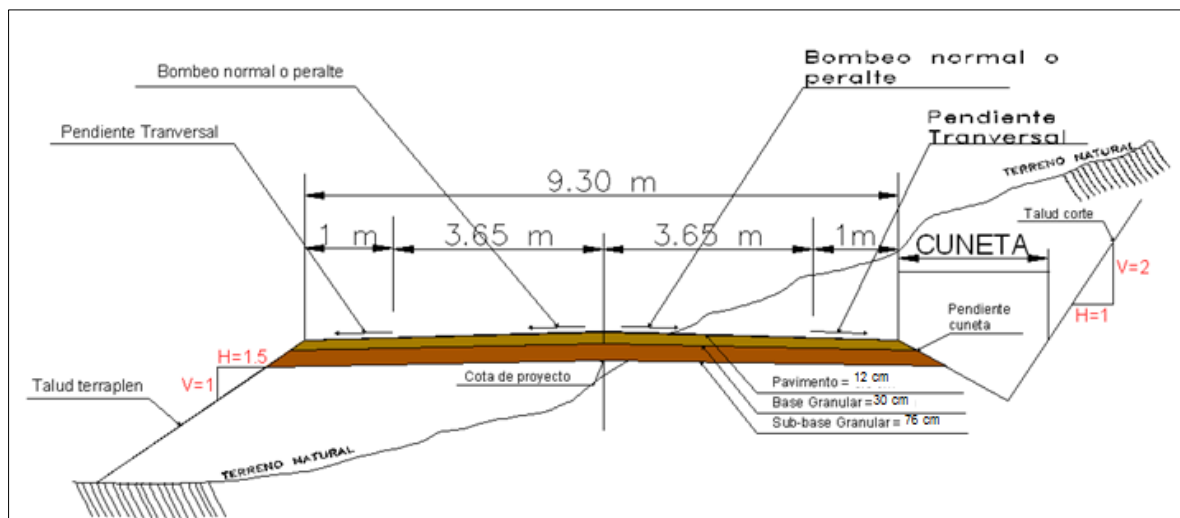
Figura 2.5.3 Estructura de la vía de acceso en el sector continental



Fuente: ARELLANO, R. (2011)

Para el sector insular, esto es, desde la orilla del canal del Dique hasta el empalme con la actual vía a Barú, en la abscisa K1+455, el mejoramiento de la capacidad de la vía continúa con la configuración geométrica de la carretera en cuanto al ancho de carriles y de bermas, pero requiere ampliar los volúmenes de corte y relleno, así como los de la sub-base y la base, y modificar la estructura del pavimento (Figura 2.5.4). Adicionalmente, se incrementan las cantidades en las obras de arte (Tabla 2.5.1).

Figura 2.5.4 Estructura de la vía de acceso en el sector insular



Fuente: ARELLANO, R. (2011)

Tabla 2.5.1 Cantidades de obra adicionales con el rediseño de la vía. Sector continental - insular

DESCRIPCION	Diseño Actual	REDISEÑO	ADICIONALES
DESMONTE	0	0.00	0.00
TRAZADO Y LOCALIZACION	1.63	3.26	1.63
CORTE	11.848	13.310.00	14.62.00
RETIRO DE MAT	15.402.4	17.303.00	1.900.60
SUB-BASE	40.126.2	44.527.67	4.401.47
BASE	10.352.07	20.124.30	9.772.23
IMPRIMACION	13.062.48	15.183.00	2.120.52
PAVIMENTO ASFALTICO	5.303.17	6.851.71	1.548.54
DEMOLICION		14.05	14.05
CONCRETO BOX		19.82	19.82
ACERO		1.835.24	1.835.24
CONCRETO CICLOPEO		4.07	4.07

Fuente: ARELLANO, R. (2011)

Como ya se mencionó, las conversaciones con la Interventoría, el Concesionario y con el Departamento Administrativo de Valorización Distrital se encuentran bien avanzadas. Como parte de los acuerdos y debido a la responsabilidad del Concesionario, SPPB sufragará los costos de estas modificaciones y el Concesionario construirá las obras y tramitará los diferentes permisos, licencias y autorizaciones. El cruce de la transversal Barú en el Canal del Dique se realizará a través de Ferry, y adicionalmente con el sistema que implemente el Concesionario.

• Mejoramiento de la actual vía a Barú que pasa por el frente del lote de proyecto

Para complementar el acceso al terminal portuario, SPPB ha decidido mejorar todo el tramo de la vía actual a Barú que pasa por el frente del lote de proyecto, desde la orilla del canal del Dique hasta el empalme con la Transversal de Barú, en una longitud de 1 400 metros. Las obras requeridas para este mejoramiento que garanticen la transitabilidad y movilidad al tráfico generado por el desarrollo de Puerto Bahía son:

- Explanaciones

Están relacionadas con la ampliación del derecho de vía a 30 metros, actualmente tiene sólo 10 metros, y con los cortes y rellenos para conformar la banca de la vía

- Bases, Sub-bases, Carpeta Asfáltica

Conformación de la estructura de la banca de la vía, de acuerdo con los diseños (ver Figura 2.5.4) para garantizar la capacidad de las cargas generadas por el tráfico y desarrollo del puerto.

- Estructuras de Drenajes y Protecciones de Taludes

Se relaciona con la construcción de box coulverts, cunetas, filtros, gaviones, etc., necesarios para garantizar la estabilidad de la vía y prevenir inundaciones.

- Señalización para la Seguridad Vial

Hace referencia a la señalización horizontal, vertical y complementaria, que son necesarias para garantizarles la seguridad a los peatones y usuarios de la vía, a todo lo largo de la misma, en intersecciones y en el acceso a las Instalaciones de la SPPB.

2.5.3 Sistemas complementarios y servicios

2.5.3.1 Sistema manejo de vapores

Se contará con un sistema de incineración de los vapores producidos durante el llenado de embarcaciones y carro tanques. El sistema consta de líneas de recuperación de vapores en los brazos de carga los cuales llevan los vapores a una antorcha vertical no productora de humo, pasando por varios sistemas y dispositivos de control y seguridad que entre otros están:

- Los dispositivos arresta llamas,
- Válvulas liberadoras de presión y vacío
- Sistema de inyección de gas natural con sus correspondientes medidores
- Sopladores centrífugos con variador de frecuencia
- Separador líquido- vapor.
- Sensores e indicadores de presión, temperatura y vacío.
- Válvulas de control automatizadas y válvulas manuales de emergencia.
- Sistema independiente de control con PLC compartido para cada línea de retorno de vapores.
- Antorcha elevada no productora de humo, con sistema de ignición por medio de tres pilotos

2.5.3.2 Sistemas de efluentes

El proyecto contempla la construcción de un canal que tiene como objetivo contener las aguas lluvias de la zona incluyendo el pit de tanques, para luego ser vertidas a la bahía de Cartagena. Las aguas lluvias colectadas de un área total de 25 ha serán primero contenidas en las canales perimetrales, gracias al diseño adecuado de los pisos (con pendiente), para prevenir el rebose hacia las zonas de los tanques.

Los tanques de almacenamiento estarán rodeados por muros de contención o cortafuegos, que retengan el líquido de los tanques en caso de derrame; y su drenaje contará con un sistema de válvula doble, que permita llevar el agua lluvia al sistema de separación primaria (separador agua - aceite), si por alguna razón se contamina, o al sistema de aguas lluvias, si está limpia. Como sistema de control el agua será constantemente chequeada revisando que no contenga sustancias contaminantes y si es necesario evitar su vertimiento.

2.5.3.3 Bases de diseño del drenaje pluvial

El diseño contemplará canales de aguas lluvias revestido de hormigón y armados con doble malla en toda su sección transversal, ya sea en sus laderas como en su lecho a fin de asegurar el transporte de las aguas lluvias de escurrir en el vertedero. Las estructuras que incluirán los canales son:

- Captaciones, o estructuras de entrada.
- Compuertas y Vertederos, para derivaciones, medición de caudales y control de niveles.
- Transiciones, para empalmar tramos de diferente sección transversal,

- Rampas, escalones y disipadores de energía, para controlar las velocidades en canales de alta pendiente.
- Descargas, o estructuras de entrega.
- Para el sistema de transporte de las aguas lluvias se considerará pendientes no menores del 1% tratándose de un canal revestido según normativa.

En el diseño de caudal afluente se hará el cálculo de la sección del canal perimetral de drenaje, en base a las precipitaciones e intensidades, los tiempos de concentración, curvas, intensidad, duración y frecuencias de lluvias.

2.5.3.4 Sistema de *slop*

El drenaje de fondo de los tanques, líneas de productos y otras instalaciones se recolectará y almacenará cuando fuere necesario en 2 tanques de *slop*. El producto recolectado en los tanques de *slop* podrá ser bombeado de regreso en un tanque de productos si la calidad del producto sigue en el rango especificado para los productos o será cargado en un carro tanque para su disposición a un destino aprobado de acuerdo a las regulaciones locales para la disposición de este tipo de productos.

El drenaje de agua de los tanques se ejecutará indirectamente hacia el sistema de agua con aceite; así el agua será llevada al separador de agua y aceite. Se tienen previstos dos (2) tanques de *slop*. Estos tanques tendrán una capacidad de 200 m³ cada uno. El sistema incluirá además dos (2) bombas de 50 m³/h de capacidad para el vaciado de estos tanques.

2.5.3.5 Servicio agua potable

El sistema de agua potable será suministrado al complejo por carro tanques y será almacenada en un tanque de concreto subterráneo desde donde será distribuida por un sistema hidroneumático a la red de agua potable de las oficinas y edificaciones en general del terminal portuario.

El Sistema Hidroneumático incluirá los siguientes componentes:

- Un (1) Recipiente Acumulador (Pulmón)
- Dos (2) Bombas Centrífugas accionadas por motores eléctricos
- Un (1) Compresor de Aire accionado por motor eléctrico
- Tuberías de interconexión entre los componentes, incluyendo válvulas, filtros, etc.
- Toda la Instrumentación requerida.
- Un (1) Panel de control incluyendo botoneras, selectores y alarmas indicadoras
- Un (1) Panel eléctrico incluyendo los arrancadores de los motores, contactores, relés, transformadores, etc.
- Cableado entre componentes por tubería conduit incluyendo las cajas de conexiones
- Base estructural de soporte (skid).
- Plataformas, escaleras y barandas requeridas

2.5.3.6 Servicio de agua industrial

Para el suministro de agua cruda a las instalaciones de Puerto bahía en todas las etapas del proyecto, se cuenta con la factibilidad por parte de ACUACAR de 300 m³/mes comercial y 4500 m³/mes industrial de agua (Ver Anexo 4.1). Para el abastecimiento se conectará la acometida de acuerdo con el diámetro exigido

por el diseño del proyecto, en la abscisa km 20+455 de la línea de aducción Piedrecitas-Albornoz aclarando que el punto de medición quedará ubicado en el inicio de la derivación, a un lado de la vía.

El agua industrial servirá para los propósitos de agua contra incendios y agua de servicios para limpieza, mantenimiento y riego del área de planta y paisajismo y áreas verdes. Será almacenada en el tanque de almacenamiento de agua contra incendios, el cual tiene capacidad para manejar tanto el volumen de agua industrial requerido como el volumen necesario para el sistema agua contra incendios. Posteriormente, el agua de servicio será distribuida dentro del centro operativo por medio de un sistema de bombeo y distribución por tuberías.

El sistema de protección de agua contra incendios para la terminal Puerto Bahía será del tipo presurizado mediante bombas adecuadas para este tipo de aplicación, para disminuir el tiempo de respuesta en la actuación del sistema. El agua será conducida a través de una red de tuberías con ramales dirigidos a las áreas con potencial riesgo de incendio. El agua a presión será dirigida a los equipos a través de monitores de operación automática y/o manual y mangueras conectadas a hidrantes, o hidrantes-monitores.

En los demás casos como son las bombas, trampas de envío y recibo de herramientas y unidades paquete serán cubiertos con monitores o hidrantes.

El sistema de agua contra incendios tendrá un respaldo de agua de mar en caso de un siniestro mayor (caso muy esporádico) que agote la fuente principal (tanque) de agua contra incendios. Este respaldo consistirá en un sistema de bombeo portátil, de emergencia, que presurice el agua de mar vía succión hacia la red de agua contra incendios.

2.5.3.7 Sistema de aguas residuales

El sistema de aguas residuales consiste del sistema que manejará aguas oscuras y de alcantarillado. Este tipo de agua será recolectada y tratada en la planta de tratamiento de agua diseñada para realizar tratamientos físicos, químicos y biológicos, a fin de evitar la polución del medio ambiente. El objetivo del tratamiento es eliminar la contaminación química y bacteriológica en las aguas residuales que pueda ser dañino a los humanos, la flora y/o la fauna.

El tratamiento de agua de alcantarillado debe remover por lo menos 90% de la materia orgánica y organismos patógenos presentes. El tratamiento será tal que se eviten olores molestos en la zona de la Terminal.

El agua de alcantarillado del edificio de administración y los edificios de mantenimiento/almacén será llevada a un tanque séptico que estará bajo tierra. El tanque séptico tendrá una capacidad suficiente para almacenar las aguas residuales generadas en una semana, como mínimo. Como referencia para la capacidad mínima se toman a 30 personas promedio por día en la Terminal, considerándose 120 litros de agua por día por persona. Es decir, se requiere un tanque de aproximadamente 26 m³ de capacidad. De este tanque séptico se transferirá el agua residual a la planta de tratamiento de agua (PTAR). O si esta planta no estuviera disponible, previo tratamiento químico en el tanque séptico, las aguas residuales se cargarán a un carro-tanque para su disposición final en un lugar autorizado a recibir este tipo de líquidos. Para esto se tendrá una bomba de un caudal de 3 m³/h adecuada para operar con este tipo de líquidos.

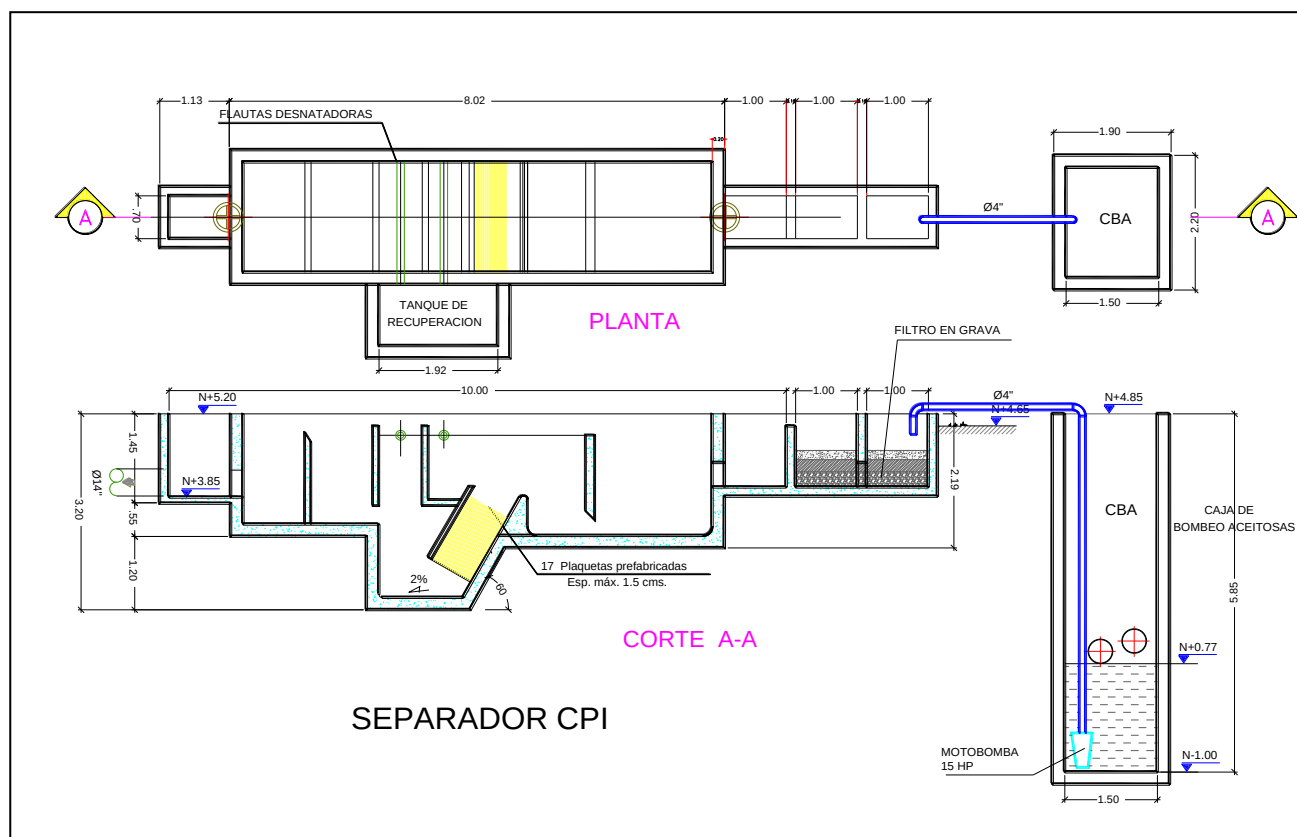
El agua tratada por la planta podrá verterse al medio ambiente si cumple con los requisitos de calidad exigidos por las normas colombianas, caso contrario será llevada a un carro-tanque para su disposición final en un lugar autorizado por las autoridades locales para el manejo de este tipo de aguas.

2.5.3.8 Sistema de tratamiento de agua con aceite

El sistema de drenaje industrial y tratamiento de agua con aceite tiene por objetivo separar las partículas de aceite que hayan contaminado agua en la zona de tanques, bombas, etc. Este sistema incluye un separador de agua-aceite de tipo CPI (Separador de Placas Corrugadas) y un sistema de sumideros, válvulas y tuberías para transportar el agua con aceite al CPI (Figura 2.5.5), una bomba para verter el agua tratada al medio ambiente, sistemas de control de calidad de agua.

El separador CPI recibirá los efluentes industriales o potenciales derrames que puedan ocurran en los diques de contención de los tanques de almacenamiento, además de agua de las siguientes áreas: área de mantenimiento, zona de UPS, MCC, área de transformadores, subestación eléctrica y de generadores.

Figura 2.5.5 Modelo de cajas separadora CPI



Fuente: INCOPLAN (2010)

El agua de cada área intermedia de tanques y del área de tanques se drenará en sumideros intermedios, aislados por medio de una válvula manual. Estos sumideros intermedios se conectarán a un sumidero mayor de recolección para el Tank Pit. Este sumidero mayor también estará aislado mediante una válvula. El sumidero mayor tendrá un indicador para detectar la presencia de aceites. Si no se detecta aceites o contaminantes, se podrá abrir la válvula y verter el contenido en el sistema de recolección de agua de lluvia. Caso

contrario se permitirá el paso del agua contaminada al sistema de separación de agua y aceites. Esto se controlará mediante una válvula de by-pass para el flujo de efluentes.

Las aguas del drenaje industrial serán llevadas al separador CPI de agua-aceite para su tratamiento. La capacidad del separador estará basada en el promedio máximo de lluvias en Cartagena y el área total de los pits y zonas adyacentes. Se estima también un tiempo total de 6 horas para tratar el volumen total de agua recolectada. El agua que salga del CPI será analizada y vertida al medio exterior en caso de cumplir con los parámetros mínimos exigidos por la legislación Colombiana. Caso contrario volverá a pasar por el separador.

El sistema de drenajes deberá ser limpiado y mantenido periódicamente para asegurar su correcta operación. El sistema así descrito se aplica tanto en las instalaciones del terminal en la margen izquierda del canal del Dique como en la Estación de Transferencia ET-2, en la margen derecha. Cada locación tendrá un sistema independiente de manejo de agua con aceite aunque con capacidades distintas.

El separador CPI en Barú tendrá una capacidad de separar $300 \text{ m}^3/\text{hr}$ de agua con aceite; y el de Pasacaballo $150 \text{ m}^3/\text{h}$ de agua con aceite. Su diseño detallado y flujos se definirán en la ingeniería básica y de detalle. El agua tratada será vertida en el canal de efluentes pluviales de donde será bombeada con salida al mar o al Canal de Dique. Para esto se tendrán dos (2) bombas, una en Barú con una capacidad de $300 \text{ m}^3/\text{h}$ y otra en Pasacaballo con una capacidad de $150 \text{ m}^3/\text{h}$.

El agua vertida deberá cumplir con las características requeridas por las normas y regulaciones emitidas por el Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, así como los procedimientos y normas emitidos por el ICONTEC donde fueran necesarias su aplicación y seguimiento. El aceite/petróleo que se separe en el sistema será bombeado a los tanques de *slop* (2 tanques de 200 m^3) y seguirán el proceso que se explica posteriormente para manejar *slop*.

2.5.3.9 Sistema de nitrógeno

Siguiendo normas de seguridad para la industria petrolera, se utilizará Nitrógeno gaseoso para desplazar los raspatubos (pigs) en caso de tener que vaciar las líneas de producto (crudo y/o nafta) que conectan el muelle con la zona de bombas/tanques. Así mismo, siendo que se tendrá una provisión de nitrógeno para el fin anterior, también se utilizará nitrógeno para la instrumentación de la terminal. De esta manera se evita tener un sistema paralelo de aire comprimido a través de la Terminal. Por esto se contará con toda una red de distribución de Nitrógeno a los instrumentos y a los lanzadores de raspatubos.

La demanda de nitrógeno se calcula basada en las siguientes premisas:

- Se realizará una operación de vaciado de líneas con raspatubos una vez cada 15 días por cada línea.
- Se estima una velocidad de recorrido de raspatubos de 1 m/s
- Se utilizará nitrógeno para la Instrumentación de la terminal que lo requiera.
- El Sistema de Topping podría requerir 20 SCFM de Nitrógeno para instrumentación (Aprox. $0,945 \text{ m}^3/\text{mes}$ de Nitrógeno Líquido)

En base a estas premisas, se encuentra que se requiere una provisión quincenal de aproximadamente 35 m^3 de Nitrógeno líquido. Dado que el volumen requerido no es alto y además se caracteriza por picos de uso poco frecuentes, cuando se hacen las operaciones de vaciado de líneas, la mejor alternativa parece ser tener un tanque de almacenamiento de Nitrógeno y no generarlo en la Terminal. Con base en consultas con una empresa local proveedora de Nitrógeno, se llega al siguiente diseño del sistema de Nitrógeno:

- **Base de Diseño**

- Consumo Mensual Estimado = 140,000 litros Nitrógeno Líquido
- Pico Consumo: 16 000 m³ gas/h
- Presión de Inyección: 150 psi
- Aplicación: Pigging e instrumentación

- **Almacenamiento**

El proveedor LINDE suministrará un tanque criogénico para almacenar Nitrógeno Líquido. El proveedor propone un tanque de 40,000 litros de capacidad considerando el consumo estimado y la cercanía de la Terminal de Puerto Bahía con la planta de LINDE en la zona de Mamonal.

- **Vaporización**

Para cubrir los picos de consumo de 16,000 m³/h se tienen dos alternativas:

- a) Un sistema de vaporizadores ambientales con un principio de intercambio de calor con el medio ambiente. El sistema constaría de una serie de vaporizadores interconectados paralelamente de tal manera que se cumpla con los requerimientos de nitrógeno gaseoso
- b) Sistema por conexión forzado con base en un intercambiador de calor con agua caliente o vapor.

Ambos sistemas de vaporización son factibles y se elegirá el más conveniente en la ingeniería básica en coordinación con LINDE, la empresa encargada del diseño final e instalación del sistema de vaporización.

- **Unidad de control**

A la salida del sistema de vaporización se instalará una unidad de control para regular el flujo de Nitrógeno al terminal. Este sistema contará mínimamente con un regulador de presión, válvula de seguridad, válvulas de corte y filtros. Esta unidad operará y regulará la presión aún con los altos picos de consumo esperados durante las operaciones con raspatubos (piggin).

- **Sistema de incremento de presión**

Debido a los picos altos de consumo de nitrógeno, LINDE recomienda analizar la instalación de un vaporizador lateral al tanque de almacenamiento de nitrógeno líquido a fin de asegurar que se mantenga la presión de suministro durante los picos. Este sistema se incluye en esta etapa de diseño pero su necesidad será evaluada con más detalle en la etapa de ingeniería de detalle en coordinación con LINDE.

Los sistemas de tanque de almacenamiento, el sistema de control, los sistemas de vaporizadores y de incremento de presión serán provistos por LINDE bajo un sistema de arriendo y SPPB proveerá las obras civiles necesarias para la instalación de estos equipos así como las alimentaciones eléctricas, puestas a tierra y otros servicios que se requieran. Se firmaría con LINDE un contrato de provisión de nitrógeno con costos en base a transporte por carrotanque y costo por m³ de nitrógeno gaseoso provisto.

2.5.3.10 Análisis de laboratorio

El laboratorio para análisis de muestras tiene como objetivo realizar el control de calidad continuamente al Crudo y Nafta que ingrese al terminal. El mismo estará basado en el Decreto 0283 de 1990 "Por el cual se reglamenta el almacenamiento, manejo, transporte, distribución de combustibles líquidos derivados del

petróleo y el transporte por carrotanques de petróleo crudo". Artículo 17 en su Parágrafo. "Cada planta de abastecimiento deberá tener un laboratorio para el análisis de los productos dotado, como mínimo, con equipos para la determinación de punto de chispa, ensayo de destilación y densidad."

El procedimiento luego de recibir el producto consiste en la toma de muestras para revisar si las características indicadas en el Assay o ficha técnica coinciden con los resultados del análisis de laboratorio. Las pruebas de verificación de calidad consiste en medir las características fundamentales que definen al producto: Densidad y Gravedad API, contenido de agua, sedimentación y otros, cuyo equipo requerido y norma aplicable se presenta en la Tabla 2.5.2.

Tabla 2.5.2 Equipos de laboratorio y normas para pruebas de calidad a hidrocarburos

Método	Norma	Equipo
Agua y sedimentos por centrifugación	ASTM D-86	Centrífuga
Densidad y API	ASTM D-369	Densímetro digital
Densidad (aerómetro)	ASTM D-1298	Aerómetros
Viscosidad (Manual o automático)	ASTM D-445	Viscosímetros manuales o automáticos
Azufre (FRX)	ASTM D -7183	FRX (Fluorescencia de energía dispersiva de rayos x)
Color	ASTM D - 1500	Colorímetro

Fuente: Oil Tanking (2011)

2.5.3.11 Manejo de desechos solidos

Se entiende por Desechos Sólidos al Material o conjunto de materiales resultantes de cualquier proceso u operación que esté destinado al desuso, que no vaya a ser utilizado, recuperado o reciclado.

Los residuos básicamente estarán conformados por basura de tipo institucional proveniente de las oficinas y baños, se estima estaría en el orden de 10 kgs/día aproximadamente. Estos residuos serán dispuestos transitoriamente en canecas ubicadas en sitios estratégicos de las instalaciones para su posterior transporte al relleno sanitario municipal por la empresa local encargada del tratamiento de los mismos. Las instalaciones, equipos y metodologías de recolección y manejo están señaladas en la Ficha de manejo MAO-MRSH-3 del Capítulo 7. Plan de Manejo Ambiental de este informe.

2.5.3.12 Telecomunicaciones

La comunicación en las instalaciones de SPPB será a través de un sistema de conmutador IP que permitirá el control de llamadas a todas las dependencias. Se realizará la instalación, conexión, pruebas y puesta en operación de equipos y accesorios necesarios para realizar llamadas telefónicas a través de una red de datos IP, ya sea en Internet o red interna propia.

En las zonas de almacenamiento de productos y demás áreas aledañas donde no se permita por temas de seguridad el uso de celulares y/u otros equipos electrónicos; la comunicación será a través de radios.

2.5.3.13 Combustibles

- **Diesel**

Necesario para el funcionamiento de bombas del sistema contra incendios y para el uso de vehículos internos de operación como montacargas entre otros. Este combustible se almacenará en un tanque para aproximadamente de 100 m³ que será abastecido periódicamente a través de carro-tanques.

- **Gas**

El combustible que se va a utilizar en los generadores de electricidad es gas natural, que será suministrado por Pacific Stratus Energy, otra empresa del holding empresarial Pacific, mediante un gasoducto que lo traerá desde los campos de producción en el Departamento de Sucre. Para este proyecto del gasoducto está en trámite otro proceso de licenciamiento ambiental.

El gas natural es reconocido como un combustible limpio, con muy bajo nivel de generación de emisiones contaminantes, por ser en su mayoría metano (>90% volumen). Por esta razón, no se requerirán de sistemas de control ambiental especiales a ser instalados para asegurar el cumplimiento de la Resolución 909 de 2008 del MAVDT, relativa a los límites permisibles de emisión para fuentes fijas, salvo los relativos al ajuste mecánico y funcional de las unidades, dentro del programa de mantenimiento preventivo de la planta.

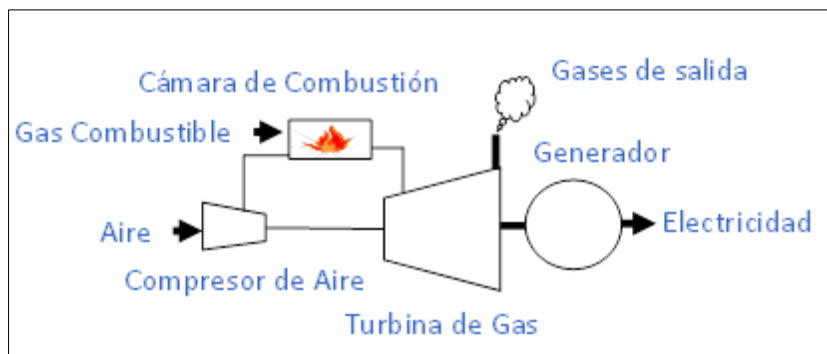
- **Energía eléctrica**

Condiciones generales

El sistema de generación de electricidad en SPPB estará formado por dos (2) conjuntos de turbina y generador (llamados comúnmente turbogeneradores), de 4,6 Megavatios de potencia cada uno y con capacidad individual suficiente para suministrar las cargas eléctricas de todo el complejo. Los turbogeneradores trabajarán en forma alterna, uno en operación normal y el otro de respaldo para casos de falla. Así, se puede garantizar una confiabilidad absoluta de suministro eléctrico a todo el puerto.

El proceso consta de una turbina de gas a la cual se le suministra aire y gas natural como combustible (Figura 2.5.6). El aire, después de comprimirse, pasa a la cámara de combustión donde se mezcla con el gas natural. Los productos de la combustión pasan a la sección de expansión de la turbina para producir la potencia necesaria para hacer funcionar tanto al compresor como al generador eléctrico.

Figura 2.5.6 Esquema del proceso de co-generación con gas natural



Fuente. SPPB, (2011)

Montaje

El tren turbina – generador eléctrico está ensamblado dentro de un contenedor de acero totalmente cerrado, a prueba de agua, polvo y viento, aislado para la atenuación del ruido. Los paneles laterales del contenedor son removibles para el acceso al mantenimiento del tren turbina – generador. El contenedor está diseñado para soportar una carga del techo de 50 lb/pulg² y resistir vientos de una velocidad de 190 Km/hr. El contenedor tiene como dimensiones 9,83 metros de largo, 3,16 metros de altura y 2,59 metros de ancho (Figura 2.5.7) lo cual le permite ser transportado por cualquier vía de circulación normal de acuerdo con los reglamentos de vialidad. Este contenedor es autoportante y sirve de armazón para transportar el tren de turbina –generador desde la fábrica en su lugar de origen hasta su instalación en los predios de SPPB donde se hará el ensamblaje con los filtros de entrada de aire y chimenea de escape de los gases e instalación y operación del tren turbogenerador. El contenedor será puesto y anclado a una losa de concreto debidamente cimentada y fundada de acuerdo a las características del terreno.

Figura 2.5.7 Modelo del generador eléctrico a gas natural



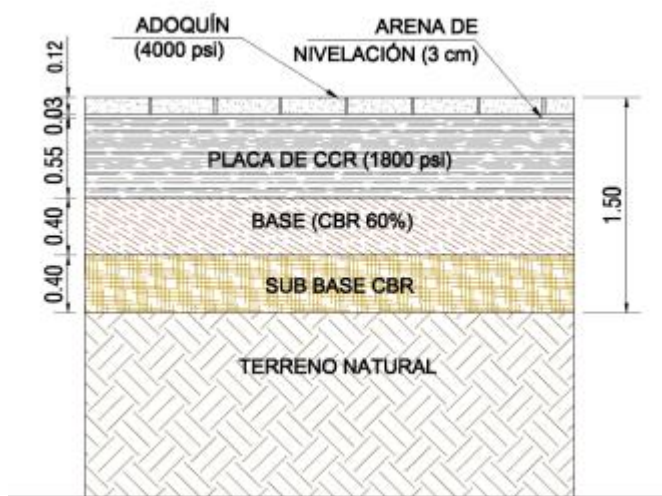
Fuente: SPPB, 2011

2.5.4 Pavimentación de patios

De acuerdo con las recomendaciones de geotecnia para el tráfico y actividades que se van a desarrollar en los patios, se requiere una estructura de pavimento bastante sólida (Figura 2.5.8), cuyo perfil consiste en una superficie adoquinada de 0,12 metros de espesor, colocada sobre una capa de nivelación de arena de 0,03 metros de espesor, que a su vez estaría soportada por una placa de concreto CCR (concreto compactado con rodillo) de 0,55 metros de espesor como mínimo.

Recomiendan igualmente que la capa de concreto esté soportada por una capa de base de 0,4 metros de espesor, con un 3% de cemento añadido como mínimo. Esta capa, a su vez, estaría soportada en una subbase de 0,4 metros de espesor. La resistencia última a la compresión de los adoquines debe ser de 4.000 libras por pulgada cuadrada como mínimo.

Figura 2.5.8 Estructura del pavimento en adoquín



Fuente: INCOPLAN, 2009

2.5.5 Cerramiento

Habrá un cerramiento Tipo 1 para los linderos externos limitando el acceso al puerto por cualquier parte diferente a los muelles fluvial y marítimo y un cerramiento Tipo 2 para las divisiones internas del terminal y para las áreas que separan las zonas administrativas de las zonas operativas del puerto, o entre los patios de contenedores y de graneles líquidos.

2.5.5.1 Cerramiento Tipo 1

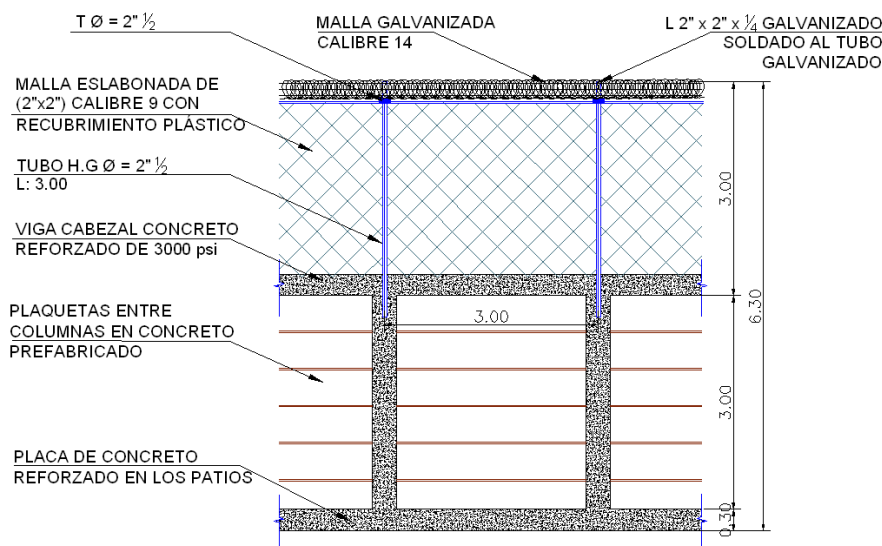
Este cerramiento tiene 6,30 m de altura y está conformado por un muro de 3,30 m de alto y una malla eslabonada superior de 3,00 m de alto (Figura 2.5.9). Consiste en columnas en concreto de 0,30 x 0,50 separadas cada 3,00 m, vigas de amarre superior con sección de 0.30x0.30 m. y prefabricados intermedios. Este pórtico sostiene una malla eslabonada que está soportada por tubos galvanizados de $\varnothing 2 \frac{1}{2}$ que van en cada columna.

Como se aprecia en la figura, el cerramiento consta de columnas de concreto en forma de H, la cual permite la conexión con una losa prefabricada de 0.09 m de espesor y 0.5 m de ancho, que forman el muro entre las dos columnas. Las columnas se van amarrar con una viga de sección de 0,3x0,3 m, que va a lo largo del cerramiento. En la parte superior del muro se coloca una malla eslabonada de 2"x2" calibre 9 con recubrimiento plástico, de 2,4 m de alto, soportada por tubos galvanizados de $\varnothing 2 \frac{1}{2}$ cada 3,0 m, que en su parte superior van a tener soldado un ángulo de 2"x2"x1/4" que van a sustentar 8 líneas de alambre de p as galvanizado calibre 14.

2.5.5.1 Cerramiento Tipo 2

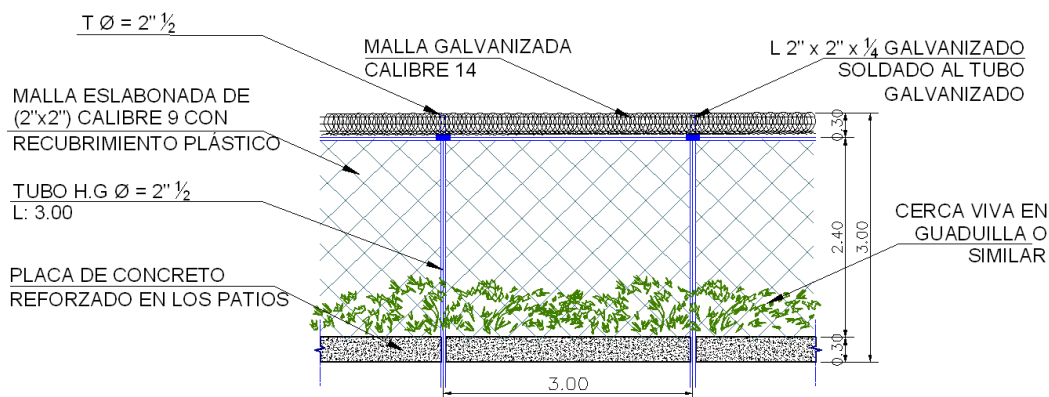
Este cerramiento (Figura 2.5.10), tiene 3,0 m de altura y permite visibilidad hacia el interior de la zona enmallada. Consiste de tubos galvanizados de 2 ½" de diámetro y 3,00 m de longitud, separados cada 3,00 m, malla eslabonada intermedia y concertina en la parte superior. Se colocará en contacto con la malla y sobre el piso, una cerca viva en guadilla o similar.

Figura 2.5.9 Cerramiento Tipo 1



Fuente: SPPB, 2009

Figura 2.5.10 Cerramiento Tipo 2



Fuente: SPPB, 2009

2.6 Etapa de Operación

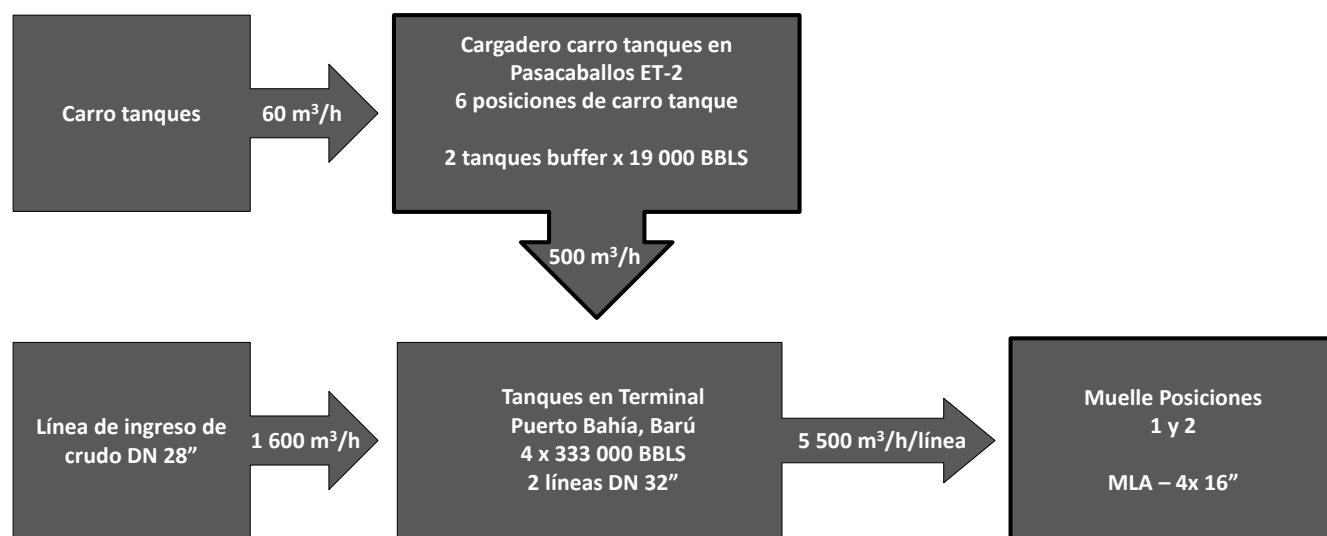
2.6.1 Carga de Crudo

Como se indicó en la descripción de productos, se manejarán dos grados diferentes de Crudo: Rubiales Blend (similar a Castilla Blend) y Grado 2. Estos distintos grados de crudo se almacenarán en tanques separados, pero compartirán los sistemas de despacho y recepción de crudo. Todo el Diagrama del Proceso se presenta en el Plano 2.8. En la Figura 2.6.1 se presenta un esquema básico del proceso.

2.6.1.1 Recepción/Llegada de Crudo a Terminal Puerto Bahía

El crudo será recibido principalmente por una derivación de un oleoducto (en etapa de diseño y construcción) que conecta la Estación de Transferencia ET-2 con el terminal de SPPB. La presión de la línea de ingreso de producto a la Terminal Puerto Bahía será reducida a cinco (5) bar, presión suficiente para que se puedan llenar los tanques de almacenamiento previstos. La línea de Ingreso se conectará a cada uno de los tanques de Crudo para su llenado simultáneo o individual, según sea requerido. Se calcula que esta línea de ingreso a los tanques será de 28" (650 mm) de diámetro con el fin de asegurar que se pueda manejar un caudal de 10 000 bbls/hr.

Figura 2.6.1 Esquema básico del proceso de crudos



Fuente: Oil Tanking, 2011; adaptación de Hidrocaribe(2011)

En el terminal se tiene prevista una zona de unas 2 ha para recibir la línea de crudo. En esta área están previstos diferentes equipos y facilidades como:

- Facilidades para la recepción de raspa tubos (Pigs) que sean enviados a través de la línea de crudo.
- Una válvula de paso mediante la cual se controlará/permitirá el ingreso o no-ingreso de producto transportado por la tubería hacia el terminal.
- Un sistema de medición de flujo para confirmar la cantidad de producto ingresando al terminal

El crudo también llegará al terminal mediante carro tanques descargados en las estaciones de llenado/descarga de ET-2, o de Pasacaballos, en la margen derecha del canal del Dique. Del vehículo se pasará el crudo a dos tanques “buffer” (TPC-300-1 y TPC-300-2). Cada tanque almacenará un grado distinto de crudo.

Una vez por día como mínimo (y con mayor frecuencia si fuese necesario) se transferirá el crudo en lotes desde los tanques buffer de Pasacaballos a los tanques principales de almacenamiento de Crudo (Tanques TA-5300-1, TA-5300-2, TA-5300-3, y T-A5300-4). Los tanques buffer tendrán una capacidad de 19 000 BBL cada uno, que representa aproximadamente el volumen de crudo a recibir en 24 horas en la estación de llenado/descarga.

En la estación de llenado, y para fines de la transferencia de crudo a los tanques del Terminal, se tienen 2 bombas de crudo de desplazamiento positivo con una capacidad de 500 m³/h y un diferencial de presión de 7 bares. Estas bombas contarán con un arreglo de tubería tal que incluya:

- Una válvula automática de purga para “expulsar” aire y cuya descarga será recogida en el sistema de *slop*.
- Un medidor de presión conectado a la descarga de la bomba y con un lazo de control al panel de control del Terminal donde se podrá detener la bomba en caso de sobrepresiones en el sistema.
- Un sistema de recirculación/alivio de producto, a fin de evitar calentamiento de las bombas y/o presiones excesivamente altas en la descarga de las bombas.
- Un filtro ubicado antes de la succión de la bomba, con una válvula ubicada aguas arriba del filtro, a fin de facilitar la extracción del mismo para labores de mantenimiento.
- Válvulas de operación manual para permitir el paso o no de producto a la succión de las bombas a partir de la línea de succión que conectará cada tanque buffer con las bombas de crudo.

2.6.1.2 Almacenamiento de crudo

El crudo se almacenará en cualquiera de los 4 tanques de crudo del terminal en Barú; son de 333 000 BBL de capacidad, con 23,7 m de altura por 53,4 m de diámetro; serán de acero al carbón y tendrán techos flotantes internos a presión atmosférica y su diseño es para productos Clase I. Se opta por un techo flotante interno debido al tipo de crudo y a las intensas lluvias que se pueden presentar en la zona y que podrían tener como consecuencia operaciones de desagüe de los tanques o cargas excesivas sobre los techos flotantes.

Cada tanque de crudo tendrá los siguientes ingresos independientes de producto al tanque: crudo de la Línea de ingreso, conexión a la línea de transferencia de productos, y conexión a la transferencia de producto desde Pasacaballo. Así mismo, cada tanque de crudo tendrá la salida de producto mediante una línea de succión con dos conexiones al tanque: succión normal y succión baja. Cada uno de estos ingresos al tanque estará regulado y controlado mediante una válvula motorizada que podrá ser activada localmente (switch manual) o desde el panel de control en la sala de control del Terminal.

Cada tanque de almacenamiento (tanto en Barú como en ET-2) tendrá los siguientes controles de nivel:

- **Nivel Normal:** un sistema de medición de radar integrado al panel de control permitirá, en todo momento, monitorear desde la sala de control el nivel de producto en cada tanque.
- **Nivel Bajo:** el sistema dará señal de alarma cuando el nivel en el tanque alcance un nivel mínimo predeterminado.

- **Nivel Alto:** también estará programado para dar una alarma cuando el llenado del tanque llegue a un nivel alto pre-establecido. Si el tanque se sigue llenando (superando el nivel de alarma) automáticamente se iniciará el cierre de las válvulas de llenado.
- **Nivel Alto-Alto:** además contará con un sistema de control de nivel alto-alto independiente, que solo controlará que el nivel de producto no exceda cierta altura predeterminada en el tanque, enviando una señal de alarma al panel de control e iniciará el cerrado automático de todas las válvulas de ingreso de producto al tanque que estuviesen abiertas, y otras operaciones pertinentes (apagado de las bombas en Pasacaballo, o cierre de las válvulas de los brazos de cargas en el muelle, etc.).

2.6.1.3 Despacho de crudo

Cada tanque tendrá una línea independiente de succión al patio de bombas para optimizar y flexibilizar las operaciones de exportación, transferencia y recirculación de producto del terminal. En la fase 1, cada tanque estará conectado a cada una de las tres (3) bombas de exportación de crudo a fin de mantener la flexibilidad operativa. 2 líneas conectarán las descargas de las bombas con el muelle (Líneas: Jetty Crudo 1 y Jetty Crudo 2 en el Plano 2.8), así se garantizará poder tener la flexibilidad de llenar dos barcos al mismo tiempo y con crudos de grados distinto en caso de ser necesario. El crudo será exportado a buques en el Muelle 1 mediante 4 brazos de carga (*Marine Loading Arms*) de 16" cada uno. Con las ratas de exportación previstas los buques estarán amarrados en el muelle 24 hrs, estimándose un tiempo efectivo de bombeo de producto de 17 hrs (tiempo óptimo de llenado). El régimen de bombeo será con 15 horas a caudal pleno, y se tendrá una hora al inicio para llegar al régimen óptimo y una hora al final del llenado para disminuir el caudal hasta detener el bombeo.

A fin de cumplir con los requisitos indicados en el párrafo anterior, se tiene calculada una capacidad de bombeo instalada para la Fase 1 de tres (3) bombas con capacidad de bombeo de 2.750 m³/h (aprox. 17.300 BBL/h) cada una y con un diferencial de presión de 7 bar y con variador de frecuencia para el motor eléctrico. Con estos flujos se podrá llenar 1 barco Panamax (de hasta 500.000 barriles), en el plazo previamente establecido. Esta configuración de bombas considera la opción de operación temprana teniendo un muelle de una sola posición.

Para la fase 2 se tiene prevista la instalación de 2 bombas adicionales de las mismas características y una línea adicional de crudo (Jetty Crudo 3), con lo que se podrá llenar en el tiempo requerido 2 buques Panamax de manera simultánea o un buque Suezmax. La probabilidad de tener simultáneamente un buque Panamax y un Suezmax es muy baja durante esa etapa del proyecto; si se da el caso se podrá llenar el buque Suezmax a 75% de la velocidad óptima de llenado y el Panamax al 100%. Hay espacio libre para ampliar la cantidad de bombas y, así mismo, la capacidad del terminal.

Estas bombas de exportación de crudo contarán con un arreglo de tubería tal que incluya:

- Una válvula automática de purga para "expulsar" aire cuya descarga se recogerá en el sistema *slop*.
- Un medidor de presión conectado a la descarga de la bomba y al panel de control del terminal donde se podrá detener la bomba en caso de sobrepresiones en el sistema.
- Un sistema de recirculación/alivio de producto a fin de evitar calentamiento de la bomba y/o presiones excesivamente altas en la descarga de la bomba.

- Un filtro ubicado antes de la succión de la bomba, con una válvula ubicada aguas arriba del filtro a fin de facilitar la extracción del mismo para labores de mantenimiento.
- Válvulas de operación manual para permitir el paso o no de producto a la succión de cada bomba a partir de las líneas de succión provenientes de cada tanque de almacenamiento en Barú.

Adicionalmente cabe mencionar que se recolectarán los vapores generados en las operaciones de despacho de crudo. Estos vapores serán quemados en un incinerador que estará ubicado en una zona donde su funcionamiento no cause problemas o genere riesgos, ni a la operación normal del Terminal, ni a terceros.

2.6.2 Carga de Nafta

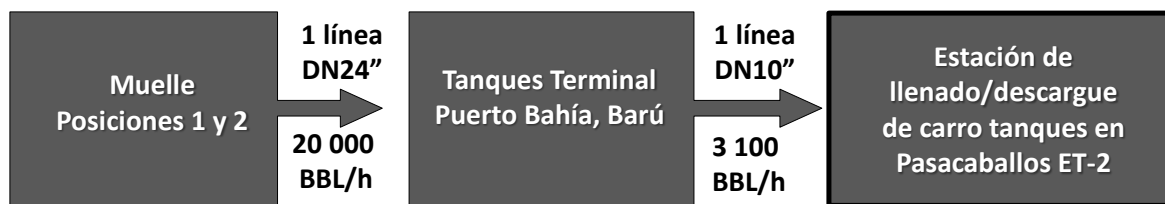
El sistema de Nafta tiene características operativas diferentes al sistema de crudo en cuanto a la modalidad de llegada y salida de producto del Terminal. Este proceso se presenta también en el Plano 2.8. En la Figura 2.6.2 se presenta un esquema básico del proceso.

2.6.2.1 Recepción de Nafta

La nafta llegará al Terminal mediante buques que descargarán su producto en los brazos de carga del muelle. Se estima un caudal de llegada de hasta 20 000 BBL/h para el llenado del tanque de nafta, con velocidad máxima en tubería de 7 m/s recomendada para hidrocarburos. Con estas consideraciones se diseña una línea de recepción de nafta de 24" de diámetro.

El Terminal tendrá una línea de nafta desde el muelle hasta la zona de tanques y se conectará con el tanque de nafta. Esta línea puede tener derivaciones para futuros tanques de nafta en las expansiones del Terminal.

Figura 2.6.2 Esquema básico del proceso de nafta



Fuente: Oil Tanking, 2011; adaptación de Hidrocaribe (2011)

2.6.2.2 Almacenamiento de Nafta

La Nafta recibida desde el muelle se almacenará en un tanque de 250,000 BBL (Tanque TA4000-1). Este tanque es de techo flotante interno a presión atmosférica, para producto Clase I. Las dimensiones del tanque de Nafta serán de 23,7 m de altura y 46,3 metros de diámetro. Se opta por un techo flotante interno debido a las características del producto a almacenar y las precipitaciones pluviales en la zona.

El tanque tendrá las siguientes líneas: nafta de muelle, y nafta de *topping*. El producto saldrá por una línea de succión conectada al tanque con una succión normal y una succión baja (con línea al centro del sumidero del tanque). Cada conexión al tanque estará regulada y controlada mediante una válvula motorizada que podrá ser activada localmente o desde el panel de control en la sala de control del Terminal.

Este tanque tendrá una baranda circunferencial en el techo fijo así como una pasarela central (antideslizante) para llegar al centro del techo fijo. También tendrán una escalera en espiral desde el nivel del suelo hasta el techo del tanque y los mismos controles de nivel que el crudo, es decir:

- Nivel Normal Operativo y Control de Inventario.
- Nivel Bajo.
- Nivel Alto.
- Nivel Alto-Alto.

2.6.2.3 Despacho de Nafta

La exportación/salida de nafta desde el Terminal se hará mediante la estación de llenado de carro-tanques de Pasacaballo (estación de transferencia ET-2). Se estima un caudal de bombeo del Terminal a la zona del cargadero de carro-tanques de hasta 3,100 BBL/h (500 m³/h). Suficiente para llenar 6 carro-tanques simultáneamente con un caudal de 60 m³/h por carro-tanque, y con capacidad para ampliar a 8 posiciones.

Se tiene una línea de succión única desde el tanque de nafta, línea de 12", hasta las 2 bombas para realizar operaciones de despacho a la estación de carro-tanques. Las bombas serán tipo centrífuga, con un caudal de 500 m³/h, diferencial de presión de 7 bares y motor eléctrico con variador de frecuencia. El sistema de Nafta podrá realizar operaciones de recepción de producto y despacho del mismo de manera simultánea.

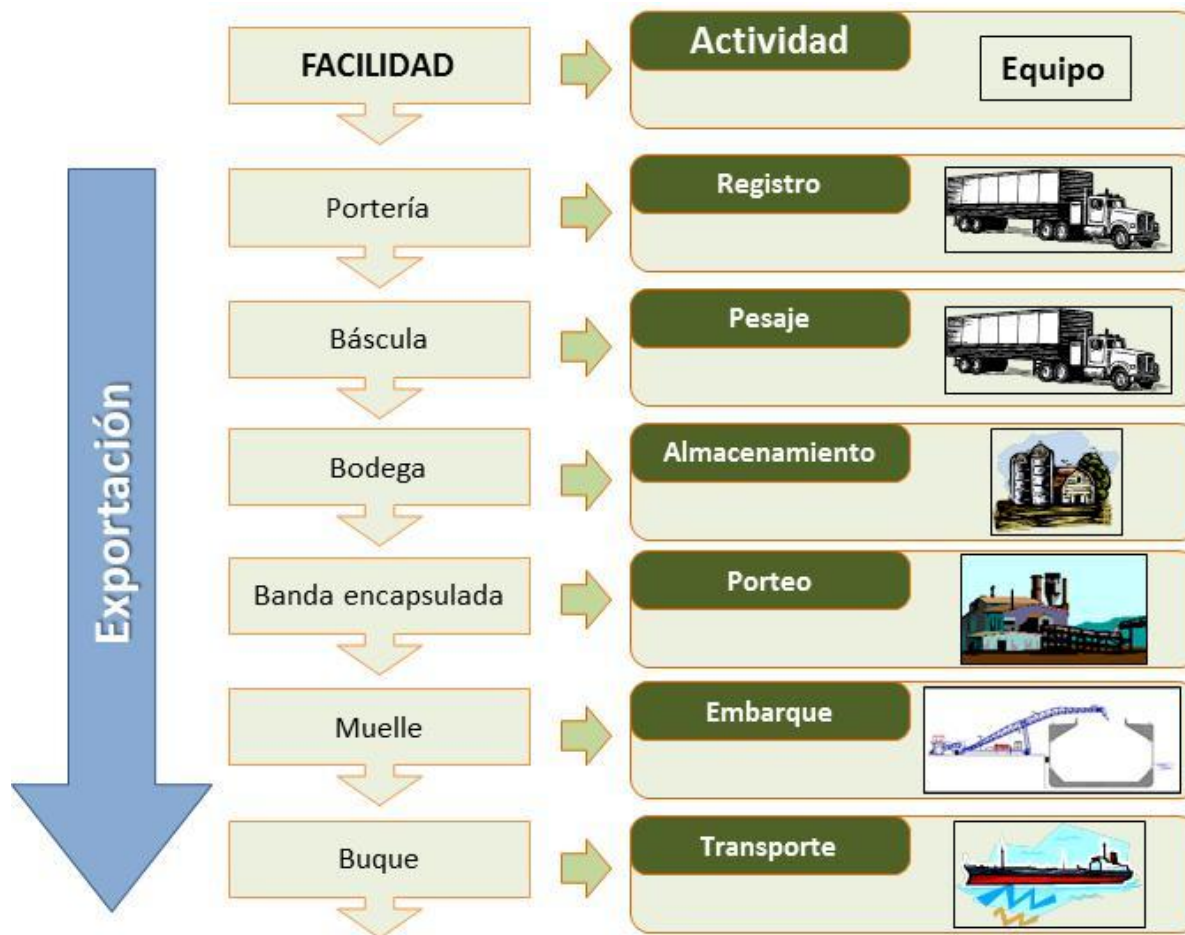
Se recolectarán los vapores generados en las operaciones de despacho hacia la estación de carro-tanques. Estos vapores serán quemados en un incinerador independiente en Pasacaballos, ubicado en una zona donde su funcionamiento no cause problemas o genere riesgos a la operación normal y tampoco a terceros.

2.6.3 Carga multipropósito

2.6.3.1 Carga de granel sólido

Se espera que la carga llegue a las instalaciones del puerto por vía terrestre utilizando la Transversal de Barú. Para este nivel de desarrollo del terminal solamente se cumplirá con la actividad portuaria de exportación de graneles; no habrá importación de graneles secos a menos que dicha importación se realice en envases cerrados. El proceso que cumple la carga es relativamente sencillo (Figura 2.6.3). En portería se toman los registros pertinentes al ingreso de la carga al terminal portuario y el vehículo se pasa a la báscula. Una vez cumplido este requisito el vehículo pasa a la bodega cubierta que la haya sido asignada para su descargue. Las bodegas se han diseñado para su desarrollo y manejo de manera modular hasta con 7 compartimentos, de tal forma que se puedan manejar en puerto diversos tipos de graneles simultáneamente. Cuando se disponga el embarque se activa y se carga la banda encapsulada para el traslado de la carga a muelle, en donde el brazo de carga móvil y el *shute* la depositarán directamente en la bodega del buque.

Figura 2.6.3 Diagrama de proceso para el embarque de graneles sólidos



Fuente: Hidrocaribe, 2011

2.6.3.2 Carga general suelta y contenedorizada

Estos dos tipos de carga tienen el mismo diagrama de procesos en el terminal, pero varían los equipos requeridos para su manipulación. En esta sección se presenta el diagrama de procesos para la carga contenedorizada y luego se explican esas diferencias en la manipulación. La carga llegará a las instalaciones del puerto por vía terrestre utilizando la Transversal de Barú. Para estos tipos de carga se cumplirán procesos de exportación e importación. El de importación es, con algunas leves variantes, prácticamente el inverso del proceso que se cumple para la exportación (Figura 2.6.4).

Las principales diferencias en la manipulación están relacionadas con los equipos: para el movimiento de contenedores se usarán grúas pórticos en los muelles y grúas RTG en los patios. Para la carga general suelta, se contará con una grúa móvil en el muelle y con montacargas para su manipulación en patios. Para el proceso de inspección se contará con la bodega especializada para estas operaciones y con equipos de última generación para realizar inspecciones no intrusivas.

Figura 2.6.4 Diagrama de proceso para el embarque/desembarque de carga en contenedores



Fuente: Hidrocaribe, 2011

2.7 ETAPA DE DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO

En este EIA se han considerado dos instancias de abandono y desmantelamiento:

- De las instalaciones temporales al término de la construcción
- De las instalaciones portuarias al término del plazo de concesión

2.7.1.1 Desmantelamiento y abandono de instalaciones temporales

Al término de las actividades de construcción del emplazamiento portuario serán retirados del área todas las obras de infraestructura o redes de servicio utilizadas, a excepción del suelo cemento y pisos de las áreas que hayan sido recubiertas, para su utilización posterior como base o subbase de la estructura del pavimento que se ha diseñado para los patios de los terminales. Para las áreas no previstas para patios se realizarán procedimientos de revegetalización y empedrado establecidos en la Ficha AB-1 del Capítulo 10. Abandono y Restauración Final. Los contenedores de campamentos y los sitios de acopio temporal serán desmontados como se indica en la ficha enunciada. Las unidades sanitarias portátiles serán retiradas y transportadas según los procedimientos establecidos por el proveedor del Contratista.

2.7.1.2 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones portuarias

Esta situación no aplica por varias razones. En primer lugar porque el plazo del contrato de la concesión es de 20 años, aunque puede suceder un proceso de reversión iniciado por alguna de las partes, Estado o Concesionario, antes de ese plazo. Lo que habitualmente sucede es que el Estado prorroga el plazo de la concesión condicionando al Concesionario a efectuar inversiones en mejoramiento de equipos e instalaciones, de manera que se fortalezca la actividad portuaria del país.

En segundo lugar, de acuerdo con la normatividad vigente, las obras que sean construidas por el Concesionario en las zonas de espacio público terrestre (franja de los 50 metros de ancho a partir de la línea de máxima marea) y en la zona marina (en este caso los viaductos, el muelle de servicios y el muelle principal) pasan a ser propiedad de la Nación mediante el proceso de reversión de la concesión.

En este orden de ideas, no tiene sentido un proceso de desmantelamiento y abandono de las instalaciones portuarias, ya que el Concesionario no puede actuar sobre los elementos construidos en la zona concesionada porque son propiedad de la Nación; los demás elementos construidos de las instalaciones portuarias seguirían en propiedad privada y su propietario puede desmantelar o no, siempre que no resulten afectadas las condiciones ambientales del área. También se debe considerar que para el horizonte de la concesión, las inversiones en infraestructura portuaria ubicada en la parte terrestre privada de los predios pueden haber superado los US\$100 millones. La sola estructura del pavimento en concreto tiene cerca de 1,0 metro de espesor; y levantarla para reconfigurar el terreno y el modelado natural de la superficie en más de 30 hectáreas de patios, y luego disponer ese material de escombros, puede acarrear problemas ambientales probablemente más serios que los que se puedan estar solucionando con la medida de desmantelamiento.

También podría ocurrir que el Gobierno, para conseguir un nuevo concesionario, saque a oferta oficiosa (licitación pública) las instalaciones portuarias de la zona marina y de espacio público terrestre obtenidas mediante la reversión; en este caso, para que el nuevo concesionario pueda disponer de las instalaciones portuarias de la zona terrestre adyacente podría negociar su tenencia con los propietarios, o solicitar al Gobierno la expropiación administrativa.

2.8 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

2.8.1 Organización administrativa

2.8.1.1 En la construcción

SPPB montará una organización que responda a las necesidades del proyecto para la correcta administración de la construcción de las obras del terminal.

- **Necesidades de personal**

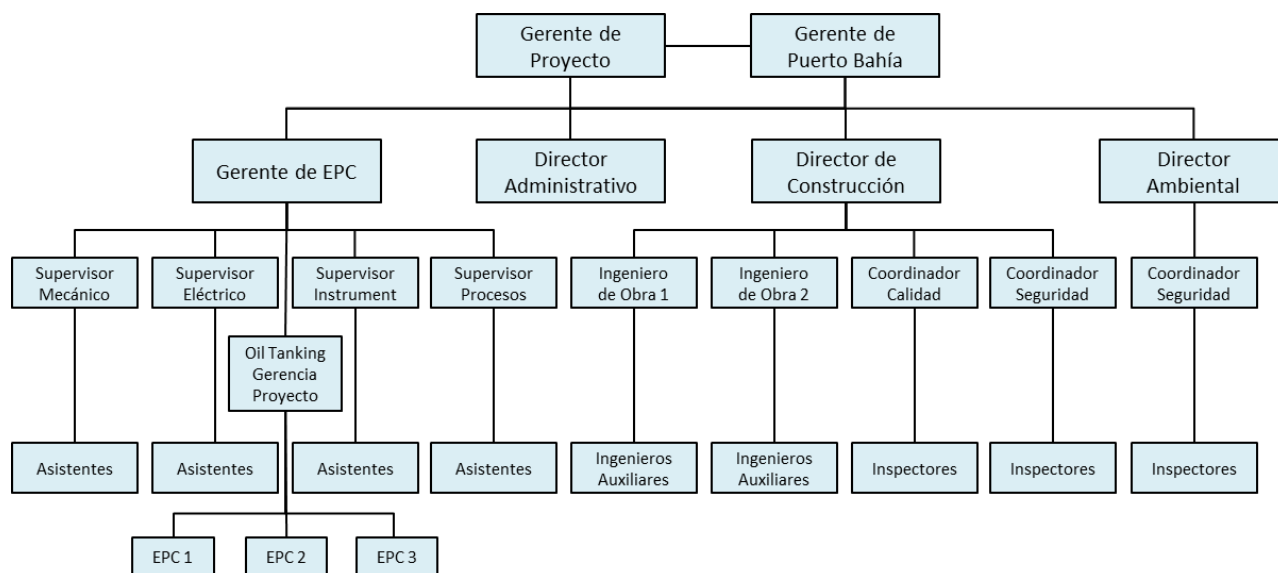
Las necesidades de personal en el puerto en su etapa de construcción son las siguientes, considerando que por cada empleo directo se generen entre 4 y 5 empleos indirectos:

Empleos directos: 200
Empleos indirectos: 1 000

- **Organigrama para la construcción**

El cuadro directivo de SPPB hará énfasis en las áreas técnicas y administrativas para la gestión de la construcción con un Gerente para cada una de las áreas (Figura 2.8.1). Habrá un grupo de ejecutivos de segundo nivel que estarán apoyados por profesionales, asistentes e inspectores.

Figura 2.8.1 Organización administrativa para la construcción



Fuente: SPPB, 2011

2.8.1.2 En la operación

SPPB montará una organización que responda a las necesidades del proyecto para la gestión administrativa de la operación del puerto.

- **Necesidades de personal**

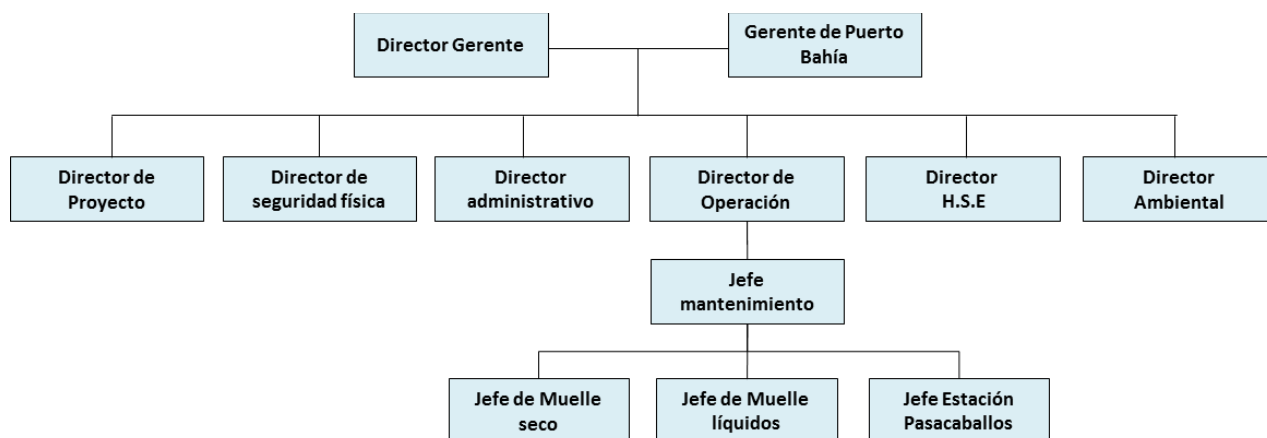
Las necesidades de personal en el puerto en su etapa de operación son las siguientes, considerando que por cada empleo directo se generen entre 4 y 5 empleos indirectos:

Empleos directos: 50
Empleos indirectos: 200

- **Organigrama para la operación**

El cuadro directivo de SPPB hará énfasis en las áreas técnicas y administrativas para la gestión de la construcción con un Gerente para cada una de las áreas (Figura 2.8.2). Habrá un grupo de ejecutivos de segundo nivel que estarán apoyados por profesionales, asistentes e inspectores.

Figura 2.8.2 Organización administrativa para la operación



Fuente: SPPB, 2011

2.8.2 Cronograma

Se ha previsto un tiempo de 36 meses para la construcción de las obras correspondientes a la primera etapa (Figura 2.8.3). Se han incluido los tiempos previstos para el diseño definitivo de las obras, para la preparación de pliegos licitatorios de la construcción de las obras y para la licitación misma. También se incluyeron los tiempos para la compra e instalación de los equipos de control de operaciones, así como la selección y contratación de los operadores portuarios.

Figura 2.8.3 Cronograma de actividades

DESCRIPCIÓN	AÑO - 1												AÑO - 2												AÑO - 3													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Obras preliminares																																						
Construcción piñas de atraque 80 kDWT																																						
Construcción piñas de amarre 80 kDWT																																						
Construcción piñas de atraque 150 kDWT																																						
Construcción piñas de amarre 150 kDWT																																						
Plataforma de operaciones																																						
Viaducto y tuberías soportadas																																						
Pasarelas metálicas																																						
Pilotaje plataforma muelle multipropósito																																						
Construcción plataforma muelle multipropósito																																						
Construcción viaducto muelle multipropósito																																						
Construcción patios para carga general suelta																																						
Construcción bodegas para granel sólido																																						
Construcción vías de acceso y circulación interna																																						
Construcción obras de infraestructura urbana																																						
Consgrucción Edif. Administración y apoyo																																						
Construcción tanques de almacenamiento																																						
Suministro y montaje de tuberías de conducción																																						
Montaje equipos eléctricos, fuerza y control																																						
Ayudas a la navegación																																						

Fuente: SPPB, 2011

2.8.3 Presupuesto

En el presupuesto se ha incluido solamente el costo de las obras civiles de las instalaciones. El costo de los equipos para el manejo de la carga buque a muelle, de muelle a patios, de patios a zonas de inspección y para el transporte de la carga entre los patios será asumido por los operadores portuarios que se designen para estos propósitos. En la Tabla 2.8.1 se presenta el presupuesto de construcción.

Tabla 2.8.1 Presupuesto de la primera etapa

DESCRIPCIÓN		VALORES (US\$)	
		PARCIAL	TOTAL
I - MUELLES ESPECIALIZADOS EN GRANELES LÍQUIDOS			\$ 35.264.024
1	SEÑALIZACIÓN CANAL DE ACCESO/ZONA DE MANIOBRAS	\$ 539.474	
2	PLATAFORMA DE OPERACIONES	\$ 9.458.684	
3	PIÑAS DE ATRAQUE BUQUES DE 150.000 DWT.	\$ 2.732.973	
4	PIÑAS DE AMARRE BUQUES DE 150.000 DWT.	\$ 1.324.588	
5	PIÑAS DE ATRAQUE BUQUES DE 80.000 DWT.	\$ 1.186.577	
6	PIÑAS DE AMARRE BUQUES DE 80.000 DWT.	\$ 1.129.588	
7	VIADUCTO AL MUELLE Y SOPORTE PARA TUBERÍAS	\$ 8.372.140	
8	PASARELAS Y APOYOS INTERMEDIOS	\$ 2.522.895	
9	SISTEMAS DE TUBERÍAS HASTA LOS MUELLES	\$ 5.573.684	
10	SISTEMA DE ATRAQUE Y OPERACIÓN DE BARCAZAS	\$ 1.411.579	
11	SISTEMAS DE SEGURIDAD Y CONTRAINCENDIO	\$ 1.011.842	
II - MUELLE MULTIPROPÓSITO PARA CARGAS SECAS (L=284 m)			\$ 23.902.161
1	CANAL DE ACCESO/ZONA DE MANIOBRAS	\$ 157.895	
2	PLATAFORMA MUELLE MULTIPROPÓSITO	\$ 14.673.459	
3	VIADUCTO HASTA PLATAFORMA DEL MUELLE	\$ 2.551.070	
4	SISTEMAS DE BANDAS TRANSPORTADORAS	\$ 6.519.737	
III - AMPLIACIÓN MUELLE PARA PORTACONTENEDORES (L=235 m)			\$ 14.679.346
1	CANAL DE ACCESO/ZONA DE MANIOBRAS	\$ 105.263	
2	PLATAFORMA MUELLE PORTACONTENEDORES	\$ 12.173.826	
3	VIADUCTO HASTA PLATAFORMA DEL MUELLE	\$ 2.400.257	
IV - INFRAESTRUCTURA PARA ADMINISTRACIÓN Y OPERACIÓN			\$ 42.190.563
1	OBRAS PRELIMINARES	\$ 59.211	
2	VÍAS VEHICULARES DE INTERCONEXIÓN	\$ 7.704.214	
3	VÍAS VEHICULARES DE CIRCULACIÓN INTERNA	\$ 1.819.244	
4	PATIOS PARA CARGA SUELTA Y DE PROYECTO	\$ 8.510.526	
5	PATIOS PARA ALMACENAMIENTO CONTENEDORES	\$ 6.721.579	
6	COBERTIZOS PARA INSPECCIÓN - CONSOLIDACIÓN	\$ 2.148.026	
7	BODEGAS PARA ALMACENAMIENTO DE GRANELES	\$ 4.938.947	
8	EDIFICACIONES EN ÁREAS ADMINISTRATIVAS	\$ 2.263.158	
9	SISTEMAS ELÉCTRICOS	\$ 3.572.368	
10	SISTEMAS HIDRÁULICOS, ALCANTARILLADO Y DRENAJES	\$ 1.375.000	
11	SISTEMA DE COMUNICACIÓN	\$ 1.358.553	
12	SEÑALIZACIÓN, URBANISMO Y AMOBLAMIENTO	\$ 1.719.737	
V - PLANTA ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDOS			\$ 80.084.878
1	OBRAS DE ESTRUCTURAS PARA EQUIPOS	\$ 415.625	
2	CIMENTACION, FABRICACIÓN Y MONTAJE DE TANQUES	\$ 60.121.003	
3	SUMINISTRO Y MONTEJE DE EQUIPOS MANEJO LIQUIDOS	\$ 6.087.750	
4	SISTEMAS ELÉCTRICOS, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL	\$ 2.263.750	
5	TUBERÍAS Y ACCESORIOS PARA MANEJO DE LIQUIDOS	\$ 5.415.500	
6	SUMINISTRO Y MONTAJE SISTEMA CONTRAINCENDIO	\$ 4.180.000	
7	SUMINISTRO AGUA INDUSTRIAL Y TRATAMIENTO RESIDUALES	\$ 1.601.250	
PRESUPUESTO TOTAL			\$ 196.120.973

Fuente: SPPB, 2011