

4 DEMANDA, USO Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS

A continuación se describen los recursos naturales que demandará el proyecto de Puerto Bahía en sus etapas de construcción y operación y que serán utilizados, aprovechados o afectados, incluyendo aquellos que requieren permisos, concesiones o autorizaciones.

4.1 Aguas superficiales

El desarrollo de las obras civiles correspondientes a la construcción del proyecto de Puerto Bahía y la operación de dicho Terminal, demandan el recurso agua para uso doméstico e industrial.

Tal como se ha descrito en el capítulo 2-Descripción del Proyecto, el suministro de agua potable a las instalaciones de Puerto Bahía se realizará en todas las etapas del proyecto con base en agua tratada que será comprada en bloque directamente a ACUACAR y transportada en carrotanques a las instalaciones del terminal portuario, lo que implica que no se obtendrá directamente de la captación de ninguna fuente de agua superficial o subterránea del área de influencia del proyecto. Para la fase de construcción, considerando un pico máximo de 350 personas en los frentes de obra y las necesidades propias de la construcción, se ha estimado un volumen requerido diario de 20 m³. Este volumen puede ser transportado diariamente a la zona del proyecto en dos o tres carro tanques, que se dispondrán en sitios de distribución cercanos a los campamentos y a los diferentes frentes de obra.

Para la fase de operación se ha considerado por cada Terminal una población de 75 personas, incluyendo visitantes y 3 hidrantes contra incendios. Para este efecto se ha previsto el suministro con carro tanques, desde los cuales se bombeará el agua hasta un tanque elevado de 500 m³ de capacidad en un sitio central que sirva a los dos terminales. Contará con redes externas para llevar el agua hasta las edificaciones principales y de una red interna para distribución dentro de los edificios. Adicionalmente, en cada edificio se construirán tanques elevados de reserva con capacidades entre 1,2 y 2,0 m³.

La capacidad del tanque se ha estimado considerando el volumen requerido por la población durante 6 días continuos de consumo más el volumen requerido por 2 hidrantes operando simultáneamente para controlar un incendio de 6 horas.

Por lo anterior se determina que el Proyecto de Puerto Bahía no requiere de permisos ni concesiones para fuentes de agua superficiales.

4.2 Requerimiento de aguas subterráneas

No se prevé utilizar fuentes subterráneas de agua en ninguna de las fases (construcción y operación) del proyecto Puerto Bahía. Por lo tanto, no se anexa información correspondiente a ubicación de pozos, perforaciones, estudios hidrogeológicos o volúmenes estimados de uso.

4.3 Vertimientos

4.3.1 Vertimientos en cuerpos de agua

En la fase de construcción las aguas residuales domésticas se manejarán con tanques sépticos prefabricados. En la fase de operación se manejarán con base en trampas de grasas y con una planta de tratamiento. Para su recolección y conducción se utilizará un sistema de alcantarillado para conducir las aguas servidas de las áreas administrativas hasta las plantas de tratamiento de aguas residuales para tratarlas y luego se almacenarán en un tanque para su posterior utilización en el riego de las áreas verdes del proyecto.

La planta de tratamiento de aguas residuales domésticas que se propone es una PTAR CICLON, distribuida en Colombia por la firma Integral Fluids Management (Figura 4.3-1). Es un sistema de tratamiento que combina técnicas físicas químicas y biológicas (lodos activados) para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Estos lodos activados, con sus organismos vivos, tienen la propiedad de absorber o adsorber la materia orgánica coloidal y disuelta, incluyendo el amoníaco con lo que disminuye la cantidad de sólidos suspendidos. Los organismos biológicos utilizan como alimento al material absorbido convirtiéndolo en sólidos insolubles no putrescibles.

Figura 4.3-1 Modelo de la planta de tratamiento propuesta



Fuente: Integral Fluids Management, 2009

Tiene un reactor aerobio que convierte la materia orgánica en gas carbónico (CO_2), energía y biomasa (Lodo). En este sistema se inocula microorganismos que tienen la capacidad de metabolizar la materia orgánica presente en el desecho, con tiempos de retención hidráulica muy bajos que permiten la utilización de reactores con un volumen menor comparado con el tratamiento anaerobio.

Las ventajas de este sistema están representadas por la optimización del espacio, debido a su diseño compacto y modular, que permite realizar múltiples operaciones en una sola unidad y ampliar la capacidad de tratamiento con módulos adicionales. De otra parte, es un sistema hermético que disminuye considerablemente la producción de olores y tiene bajos costos de operación. El sistema de secado de los lodos permite que se puedan disponer luego con los demás residuos sólidos del puerto.

El sistema de manejo de aguas lluvias, dada la extensión de los patios, se hará mediante el uso de canaletas en concreto con rejillas en platinas de acero. Estas canaletas se ubicarán por los separadores de las vías y de los patios de almacenamiento, de tal forma que no afecten de ninguna manera el tránsito por las vías y los patios.

En las vías se utilizarán sumideros con tanque desarenador y cámara de trampa de grasas de longitudes de ventana de 1,5 metros. En los patios se utilizarán canales con rejilla metálica de 0,6 metros de ancho. Se manejarán colectores de diámetros desde 8" hasta 36", pozos de 1.0 m. de diámetro. De igual manera, en la parte Terminal de las canaletas se instalará un sedimentador y separador de grasas. La descarga de estas canaletas se hará directamente al mar, mediante la utilización de caídas escalonadas de tal forma que se evite la erosión en los taludes.

4.3.2 Vertimientos en Suelo

No se proyectan vertimientos significativos ni periódicos en áreas terrestres por lo que no se presenta información asociada de áreas de suelo para su disposición, caracterización fisicoquímica de los aportes, volúmenes proyectados, formas de tratamiento, entre otras.

4.4 Ocupación de Cauces

El Proyecto Terminal Portuario Multipropósito Puerto Bahía proyecta en la margen izquierda del canal del Dique que aledaña al predio donde se ubicará el puerto, la construcción y operación de un muelle fluvial a aproximadamente unos 2,3 km de la desembocadura del canal en la bahía de Cartagena, razón por la cual requiere un permiso de ocupación de cauce.

El frente sobre el canal tiene una longitud de 1.240 metros, de los cuales 570 metros están frente al lote de proyecto. En la actualidad se están realizando los trámites ante CORMAGDALENA para obtener la respectiva concesión de las zonas de uso público. A continuación se presentan las características de la dinámica fluvial del canal del Dique en la zona de proyecto y la descripción de las obras y procedimientos constructivos del muelle fluvial.

4.4.1 Condiciones hidráulicas del canal del Dique en el sitio de proyecto

4.4.1.1 El canal de navegación

El muelle de Puerto Bahía está localizado aproximadamente entre las abscisas K112+100 y K113+300. El ancho de la sección varía entre 100 y 130 metros y en algunos tramos están estacionados algunos planchones y remolcadores que dejan un ancho de canal de hasta 70 metros, especialmente frente a la población de Pasacaballos.

El canal de navegación a lo largo del canal del Dique establecido tiene ancho de base de 65 metros y taludes 1V:2H. La profundidad de diseño es de 2,5 metros, pero generalmente se draga a 3,0 m para dejar espacio sobran te a futuras sedimentaciones. En cuanto a las embarcaciones para el manejo de carga en el canal, se designó el convoy típico bajo el arreglo R-2B-2B-2B, es decir, un remolcador (R) que empuja 6 barcazas o botes (B), o planchones. Cada bote tiene dimensiones típicas de 13 metros de ancho por 60 metros de longitud y calan 6 pies (1,8 metros) en promedio. Con esto, el convoy de diseño tiene, incluyendo el remolcador, una longitud total de 210 metros y 26 metros de ancho. Los 65 metros de base del canal representan dos convoyes circulando en sentido contrario (52 m), más media manga (13 m) entre ellos como medida de seguridad.

4.4.1.2 Niveles

En el tramo inferior del canal del Dique los niveles mínimos están influenciados por el rango de mareas en los estuarios. La variación de los niveles dentro del año presenta aguas bajas entre mediados de enero y finales de abril; entre junio y agosto ocurre un período de aguas medias, con algún descenso a finales de junio conocido como el *veranillo de San Juan*; las aguas altas se presentan entre septiembre y diciembre, con máximos niveles generalmente en noviembre. Este comportamiento intra-anual de los niveles se va atenuando a lo largo del canal hasta que se vuelve casi plano, con ondulaciones no mayores de 1,0 metro de altura, en su desembocadura principal en Pasacaballos. De acuerdo con Universidad Nacional (2007) la pendiente de la superficie del agua varía entre 0,000073 y 0,000017.

La estación representativa del bajo canal del Dique es K107. Universidad Nacional (2007)¹, registra aquí muy poca variación de los niveles durante el año, pero se aprecian diferencias según la época; en el período seco los mínimos varían en promedio entre -0,1 y 0,45 msnm y en el período húmedo entre 0,2 y 0,7 msnm. El nivel medio corresponde a 0,29 msnm.

Las mareas del mar Caribe que hacen sentir su influencia en las desembocaduras del canal del Dique son del tipo semidiurnas, no regulares, con una onda de pleamar seguida de una de bajamar y después otro ciclo igual pero de menor magnitud; en ocasiones este pequeño ciclo secundario no ocurre. La amplitud media multianual de la carrera de mareas, es del orden de los 0,30 m (Uninorte (2003).

4.4.1.3 Caudales

El régimen de caudales actual resulta de las obras de rectificación y dragado del canal que se realizaron entre 1981 y 1984. Con estas obras se amplió la sección de flujo, pasando el ancho de fondo del canal de 45 a 65 metros y se aumentó la profundidad, de 2,4 a 2,5 metros por debajo del nivel de reducción (NR), aumentando los caudales líquidos que transitan por el canal y, por lo tanto, incrementando los caudales sólidos, esto es, sedimento de fondo y en suspensión, que descarga el canal en las desembocaduras, entre ellas, la bahía de Cartagena (Conservación Internacional, 2007)².

Los caudales disminuyen a medida que se llega al mar, por la interacción con los sistemas cenagosos asociados, en donde el canal aporta agua a las ciénagas en aguas medias y altas. Universidad de Cartagena (2002) estima que las pérdidas de caudal del canal entre INCORA K7 y Pasacaballos son importantes; el caudal medio pasa de 491 m³/s en Calamar, a 138 m³/s en Pasacaballos (Tabla 4.4-1).

Para Universidad Nacional (2007) la distribución de caudales a lo largo del canal del Dique es de la siguiente manera: por Calamar se derivan del río Magdalena en promedio 540 m³/s (Tabla 4.4-2), con pérdidas en el sistema cenagoso del orden del 36% (un 24% entre Calamar y la derivación del caño Correa y un 12% entre Correa y la derivación del caño Matunilla), el 14% se deriva por el caño Correa, el 26% se deriva por los caños Matunilla y Lequerica hacia la bahía de Barbacoas y el 24% restante llega a la bahía de Cartagena por Pasacaballos.

En el bajo canal del Dique, Universidad Nacional (2007) determinó caudales medios diarios para porcentajes de tiempo representativos en los caños Correa, Matunilla y Lequerica y en Pasacaballos (Figura 4.4-1). Para este último, los caudales máximos, que son superados el 5% del tiempo, son del orden de los 273 m³/s, mientras que los mínimos, que son superados el 100% del tiempo, son del orden de los 31 m³/s. Los caudales del 50% del tiempo corresponden a 158 m³/s y los caudales medios son de 164 m³/s.

¹ Universidad Nacional. Laboratorio de Ensayos Hidráulicos. *Estudios e investigaciones de las obras de restauración ambiental y de navegación del canal del Dique. Informe Principal.* CORMAGDALENA. 2007.

² Conservación Internacional. *Plan de Ordenación de la cuenca hidrográfica del canal del Dique.* CARDIQUE. 2007.

Tabla 4.4-1 Variación de caudales. Sector Calamar – Pasacaballos

Estación	Promedio anual (m ³ /s)			Máximos y mínimos absolutos (m ³ /s)	
	Q medio	Q max	Q min	Q max	Q min
Incora K7	491	781	294	1205	89
Gambote	459	705	296	1091	75
Santa Helena 2	346	519	217	584	181
K107	138	220	45	220	45

Fuente: Universidad de Cartagena, 2002

Tabla 4.4-2 Caudales medios diarios en el bajo canal del Dique. Período 1984-2000

% tiempo	Caudales (m ³ /s)			
	C. Correa	C. Matunilla	C. Lequerica	Pasacaballos
5	99	228	50	273
25	92	169	37	210
50	81	121	26	158
75	68	77	16	107
95	43	35	7	57
100	22	17	3	31
Medio	80	125	31	164

Fuente: Universidad Nacional, 2007

4.4.1.4 Sedimentos

El tamaño de las partículas que transporta el Dique se clasifican en una fracción fina, constituida por arcillas y limos, y una fracción gruesa constituida por las arenas (muy fina y fina). Su granulometría es la siguiente:

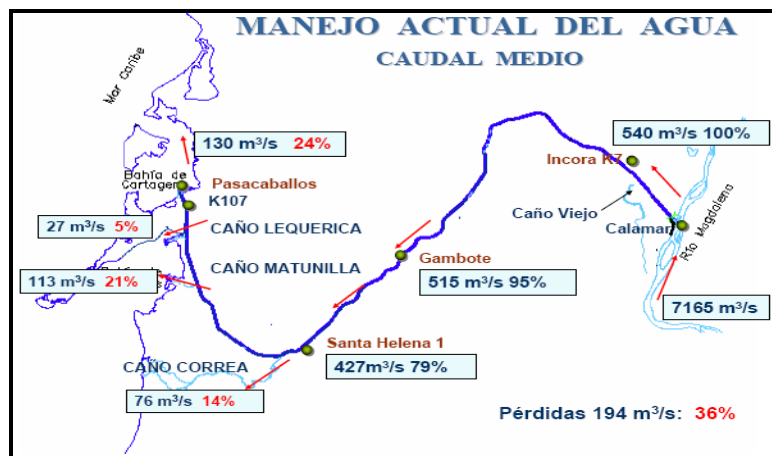
Fracción fina

Arcillas:	0.002 – 0.0040 mm
Limo medio:	0.016 – 0.0320 mm
Limo grueso:	0.032 – 0.0625 mm

Fracción gruesa

Arena muy fina:	0.0625 – 0.125 mm
Arena fina:	0.1250 – 0.250 mm

Figura 4.4-1 Distribución de caudales en el canal Dique



Fuente: Universidad Nacional, 2007

La Universidad Nacional (2007) distingue la carga de arenas del lecho (Q_b arenas), la carga de arenas en suspensión (Q_s arenas) y la carga de finos en suspensión (Q_s finos). Con estos tres valores determina el caudal sólido total (Q_s total) y el volumen depositable de materiales. Para Pasacaballos, el caudal sólido total que llega a la bahía de Cartagena es del orden de los 2 millones de toneladas al año (Tabla 4.4-3) y el volumen depositable alcanza los 1,3 millones de toneladas/año.

Tabla 4.4-3 Volúmenes de sedimento susceptibles de ser depositados en el canal del Dique

Estación	Q_s total (Ton/año)	Q_b arenas (ton/año)	Q_s arenas (Ton/año)	Q_s finos (Ton/año)	Volumen Depositabile (m ³ /año)	Volumen que pasa (m ³ /año)
Río Magdalena Calamar	151,265,526	16,292,220	34,205,683	100,767,623	N.A.	N.A.
Incora k7	11,058,786	2,443,833	3,210,266	5,404,686	7,225,623	2,702,343
Gambote	10,203,258	1,450,000	2,014,771	6,738,487	6,141,060	3,369,244
Santa Helena 1	7,468,394	1,450,000	1,196,850	4,821,544	4,528,252	2,410,772
- Caño Correa	1,403,817	503,700	136,623	763,494	894,006	381,747
Santa Helena 2	4,973,493	480,000	1,014,766	3,478,727	2,935,176	1,739,364
- Caño Matunilla	1,707,777	535,500	427,079	745,198	1,142,663	372,599
- Caño Lequerica	1,019,816	359,500	107,368	552,948	649,968	276,474
Pasacaballos	2,014,394	420,000	679,932	914,461	1,337,176	457,231

Fuente: Universidad Nacional, 2007

Según Uninorte (2003) la concentración promedio de los sedimentos en suspensión en la estación Gambote es del orden de los 370 mg/l, de 460 mg/l en derivación del caño Correa, de 260 mg/l en la bifurcación del caño Matunilla y de 435 mg/l en Pasacaballos. El caudal sólido total registrado en Pasacaballos varía entre las 370 y las 18.000 toneladas/día. Para controlar los sedimentos, que se manifiestan en la prolongación del delta dentro de la bahía en cerca de 2 km en los últimos 20 años, el Ministerio de Transporte está desarrollando un proyecto de ingeniería con la intención de frenar este avance del delta.

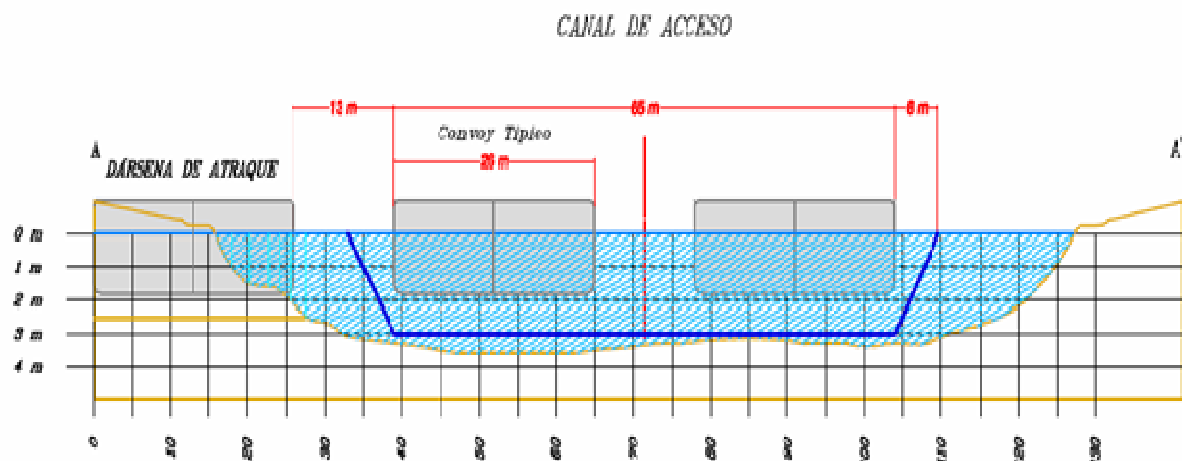
4.4.2 Obras del muelle fluvial

4.4.2.1 Descripción

Como ya se señaló, el muelle fluvial tendrá en la primera etapa una longitud de 570 metros y contará con dos posiciones de atraque para el cargue y descargue de mercancías. Para la segunda etapa el muelle se extenderá a 1240 metros de longitud, lo que permitirá contar con otras dos posiciones de atraque de convoyes y zonas para el atraque de planchones en espera. Al muelle llegarán embarcaciones fluviales del tipo gabarras para el manejo de contenedores, de carga general y de hidrocarburos. Las embarcaciones vienen, generalmente, en convoyes de 6 gabarras empujadas por un remolcador de río.

El sitio de atraque tendrá una profundidad de 2,5 metros y será construido en una dársena que se excavará sobre la orilla izquierda del canal del Dique frente a la población de Pasacaballos, con un ancho variable entre 20 y 30 metros. Esta es una medida de seguridad para la operación del terminal fluvial; de esta manera, las embarcaciones podrán atracar en el muelle por fuera del canal de navegación del Dique sin obstaculizar el libre tránsito de los convoyes. (Figura 4.4-2 y Figura 4.4-3).

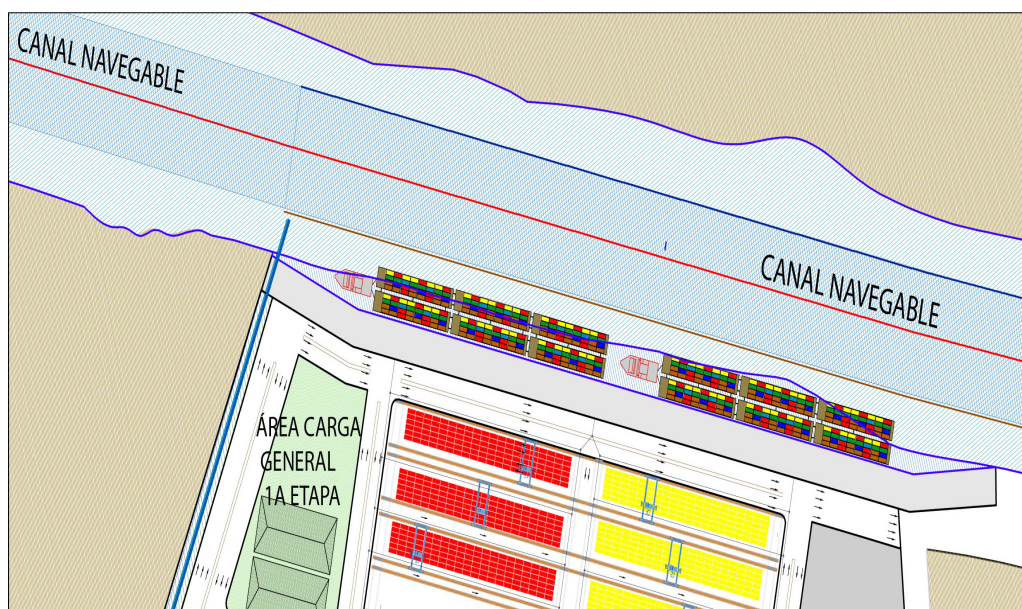
Figura 4.4-2. Sección de la dársena de atraque en el muelle fluvial



Fuente: INCOPLAN, 2009

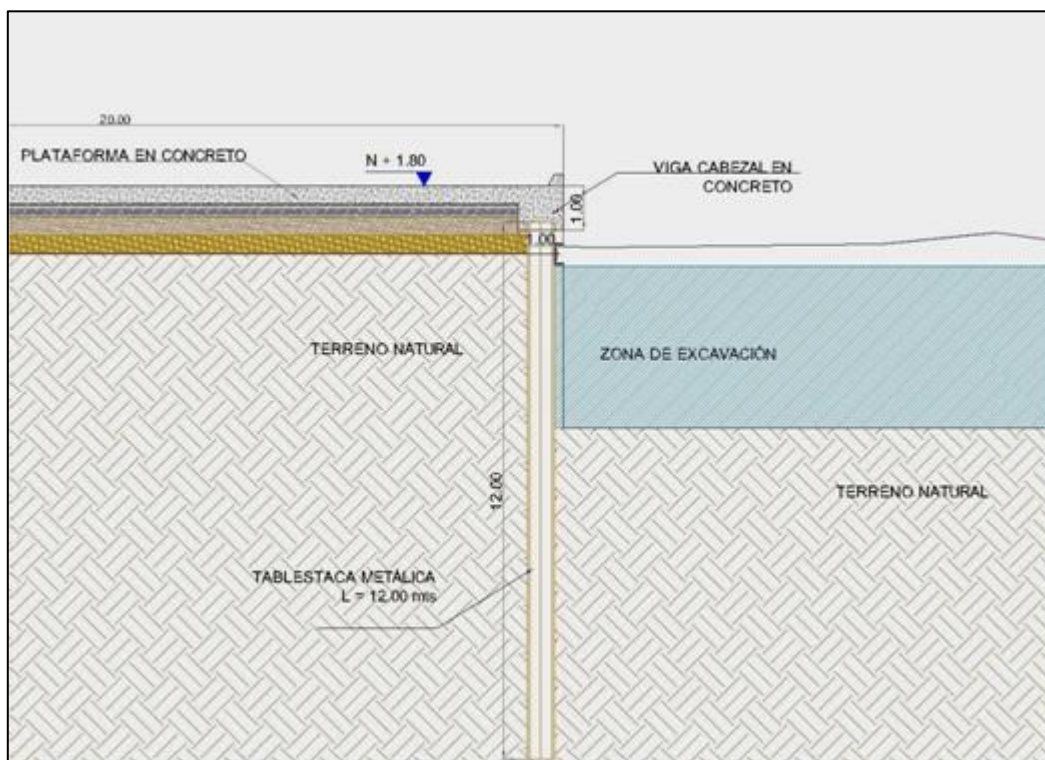
Sobre el frente de atraque del muelle fluvial se construirá un sistema de tablestacado metálico, adecuadamente empotrado en el fondo fluvial y con tirantes amarrados a un sistema de anclaje posterior. La plataforma superior del muelle será construida en placas de concreto reforzado de 0,40 metros de alto por 20 metros de ancho (Figura 4.4-4).

Figura 4.4-3. Planta general de la dársena de atraque en el muelle fluvial



Fuente: INCOPLAN, 2009

Figura 4.4-4. Configuración de la tablestaca en el muelle fluvial



Fuente: INCOPLAN, 2009

4.4.2.2 Condiciones del muelle fluvial proyectado

La construcción del muelle fluvial para esta sección típica del canal implica la excavación de la orilla del canal con una profundidad de 2,5 metros y darle un sobreancho de unos 16 metros en promedio; el área de excavación en la sección es de 78 m², que se considera como área promedio si se tienen en cuenta los anchos variables del canal en el frente del muelle proyectado. El muelle tendrá una longitud de 1.170 metros sobre la margen izquierda del canal.

4.4.2.3 Evaluación hidráulica de la obras del muelle

La excavación del sobreancho en la sección del canal para la construcción de una especie de dársena para el muelle tiene como consecuencia el cambio en las condiciones hidráulicas de flujo de la corriente del Dique, entre las cuales, la velocidad es el factor clave porque está directamente relacionada con el transporte de sedimentos y la formación de barras que interfieren la navegación. Con el fin de verificar estas modificaciones se hizo un análisis de las condiciones hidráulicas de flujo actuales y las que tendría con el sobreancho proyectado.

Por la cercanía con la estación K107, se tomaron algunos factores y parámetros propios como representativos de la sección típica de diseño para el muelle en la abscisa K112+450. Se consideraron situaciones climáticas de aguas medias, máximas y mínimas, tomando como referencia la información reseñada en los numerales anteriores, con el objeto de establecer los cambios de velocidad en la corriente con estas situaciones climáticas y con la sección ampliada de diseño.

Los resultados indican que se presentan variaciones de velocidad en la corriente con el cambio de la estación climática. Para aguas medias la velocidad de flujo es de 0,467 m/s; con situación climática de aguas altas esta velocidad se incrementa hasta en un 157% frente a la situación de aguas medias; con situación climática de aguas bajas la velocidad disminuye al 25% de la velocidad de aguas medias.

El chequeo del cambio de la velocidad de la corriente para la sección ampliada en condiciones de aguas medias refleja una disminución de la velocidad al 86%, la cual se encuentra dentro del rango de variación de la velocidad de flujo en el canal.

4.4.2.4 Relación con las obras proyectadas por el Ministerio de Transporte

El Ministerio de Transporte está proyectando obras para controlar el transporte de sedimentos por el canal del Dique, con el objeto de controlar el acelerado avance del delta del canal dentro de la bahía de Cartagena. Dentro de las alternativas contempladas y evaluadas por Universidad Nacional por contrato con CORMAGDALENA, se ha seleccionado un conjunto de obras que se pueden resumir de la siguiente manera, de acuerdo con la presentación del proyecto que se hizo el año pasado ante las autoridades y fuerzas vivas de Cartagena:

- Estrechamientos en sitios seleccionados del alto y medio canal del Dique.
- Exclusa sobre el canal, ubicada entre los caños Matunilla y Lequerica, en el corte del Paricuica.

Los estrechamientos tienen por objeto reducir la cantidad de agua que entra al canal del Dique desde el río Magdalena. Al reducir el caudal sólido se espera una reducción del caudal sólido, dada la alta correlación que existe entre ambos valores.

La exclusa del Paricuica tiene por objeto desviar la totalidad del flujo del canal que llega hasta la derivación del Matunilla por este caño, en dirección hacia la bahía de Barbacoas. La exclusa se abrirá solamente para permitir el paso de las embarcaciones; el resto del tiempo permanecerá cerrada. Esto dará como resultado que habrá libre intercambio de aguas entre las bahías de Cartagena y Barbacoas a través del caño Lequerica y el agua tendrá un carácter salino similar al de las dos bahías.

En estas condiciones, que desde luego debe entrar ahora a una fase de estudios más detallados y de diseño, el libre intercambio dará lugar a unas corrientes de mínimas velocidades entre las dos bahías que dependerán de las diferencias locales entre los tiempos de ocurrencia de los picos de marea, que son también mínimas.

En este orden de ideas, la ampliación de la sección del canal del Dique para la construcción y operación del muelle fluvial de Puerto Bahía tendrá consecuencias irrelevantes en la nueva condición de velocidades que tendrá el canal del Dique entre las dos bahías.

4.5 Materiales de construcción

Para efectos de la nivelación de los terrenos a las cotas definidas en el proyecto, esto es, 2,0 msnm en los dos terminales y en el área de expansión portuaria, se examinó la disponibilidad de materiales dentro del predio. De acuerdo con las recomendaciones de geotecnia, los rellenos se deben hacer hasta la cota 1,5 msnm, habida cuenta de que los 0,5 metros restantes corresponden al espesor de la placa de concreto se debe colocar para soportar el peso de las cargas y equipos del puerto.

También es necesario considerar que dentro del predio existen algunas elevaciones del terreno que deben ser niveladas a la cota de los patios. Por lo anterior, para cuantificar las necesidades de material de relleno se tiene que efectuar un balance de masas entre los volúmenes requeridos y la disponibilidad de material en el predio.

4.5.1 Requerimientos de material de relleno

Las necesidades de material están dadas por el relleno que se tiene que hacer en las zonas bajas del predio. Conviene recordar que más del 60% del área del proyecto fue utilizada en la actividad de la camaronicultura con la construcción de piscinas a bajo nivel, apenas por encima de la cota de mareas máximas, para favorecer el manejo del agua. Por esta razón las necesidades de materiales son considerables.

Para estimar las necesidades de material se dividió el área del predio con base en los componentes principales: el terminal marítimo, el terminal fluvial, la vía entre los terminales, el corredor de tuberías y la zona de expansión portuaria. Tomando como base el plano del levantamiento topográfico del predio se determinaron las áreas y las cotas medias de base de cada uno de los componentes. Con las cotas medias se estableció la altura correspondiente del lleno bajo la placa de concreto. Con esta altura y las áreas se determinó el volumen requerido en cada uno de ellos (Tabla 4.5-1). El volumen necesario para el relleno es 1.072.600 m³ en todo el predio del puerto.

Tabla 4.5-1 Requerimientos de material de relleno

Componente del puerto	Volumen (m3)
Terminal marítimo	55.000
Terminal fluvial	182.400
Vía entre terminales	12.000
Corredor de tuberías	4.800
Area de expansión	818.400
Total requerimientos	1.072.600

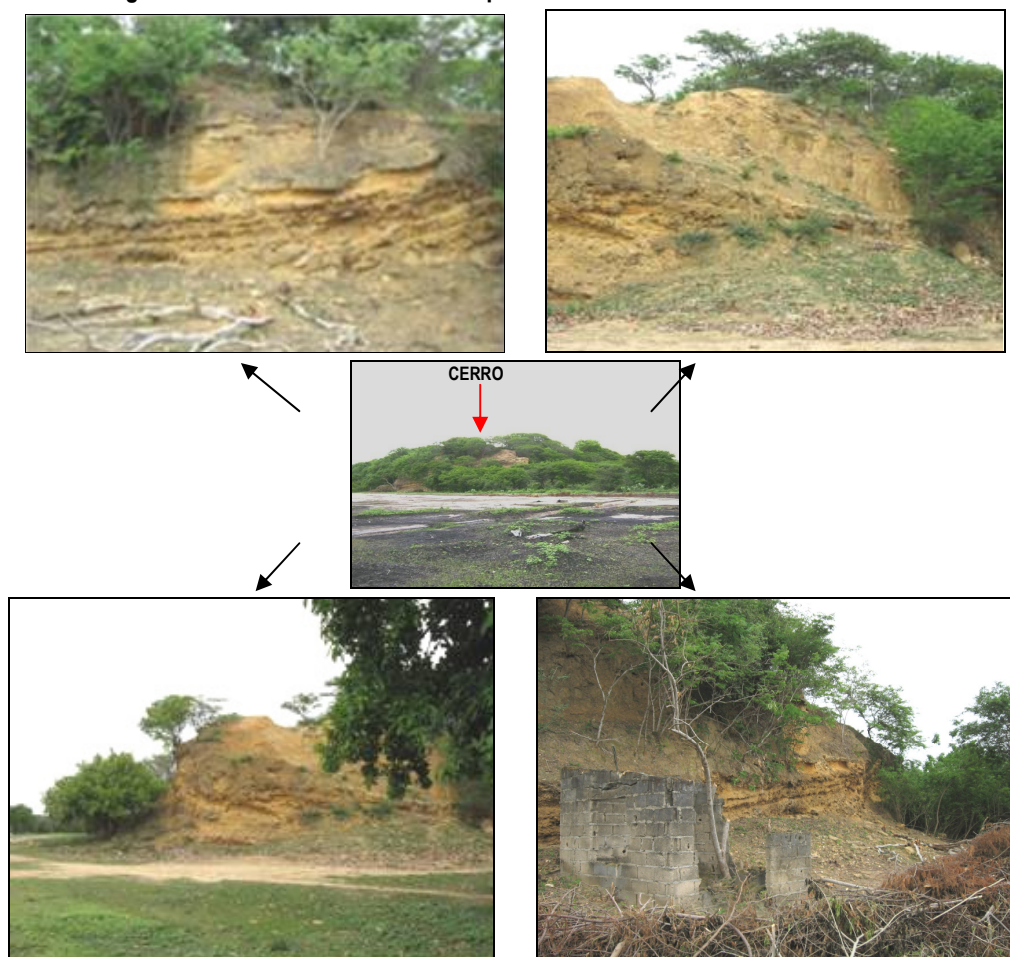
Fuente: INCOPLAN, 2009

4.5.2 Disponibilidad de materiales en el predio

Dentro del predio se pueden considerar tres fuentes principales para los materiales del lleno:

- Un cerro pequeño que existe en la zona de patios del terminal marítimo, cuya mayor altura llega a los 16 msnm (Figura 4.5-1); los materiales son bancos de calizas arrecifales de color amarillo crema, localmente muy compactas y areniscas calcáreas pardo amarillentas con delgadas capas de arcillolitas calcáreas de colores grises y amarillos; estas características son muy apropiadas para el relleno.
- Los materiales excavados en la margen izquierda del canal del Dique para construir la dársena de atraque de las embarcaciones fluviales; son materiales constituidos por arcillosas limosas de consistencia blanda a media hasta los 6 metros de profundidad; serán colocados a manera de sobrecarga en las piscinas de la parte posterior del terminal fluvial.
- Una pequeña loma ubicada sobre el costado sur del predio, junto a la actual vía a Barú y cuyo mayor elevación está a la cota 8,0 msnm; está constituida por una secuencia de lodolitas gris oscuras, claras y negras, con niveles de oxidación de color amarillo, en capas delgadas y medias, laminación interna ondulosa discontinua, que la hace apropiada para el lleno.

Figura 4.5-1. Cerro a remover como parte de la adecuación del medio terrestre



Se presenta una vista general (centro) y fotografías de detalle del material granular y cobertura actual.
Fotos. Armando Sarmiento. Mayo de 2007.

Con base en el plano del levantamiento topográfico se cuantificaron los volúmenes disponibles a partir de la cota 1,5 msnm para el cerro localizado en el terminal marítimo y para la loma sobre la vía a Barú. Para el volumen de excavación en el canal del Dique se consideró un ancho promedio de corte de 16 metros, una profundidad de excavación a la cota -2,5 msnm y una longitud media de 1180 metros, debido a que en los extremos del muelle el corte debe ir alineándose paulatinamente con la orilla del canal. El volumen ofrecido por estas fuentes de materiales es del orden de los 639.200 m³. Los resultados se presentan en la Tabla 4.5-2.

Tabla 4.5-2 Fuentes de materiales en el predio

Fuente de material	Volumen (m3)
Remoción del cerro	251.200
Excavación de la dársena	86.000
Remoción loma en vía a Barú	302.000
Total disponibilidad	639.200

Fuente: INCOPLAN, 2009

4.5.3 Volumen de material que se debe importar

El balance de masas entre los requerimientos de material para los llenos y la disponibilidad en las fuentes del predio, indica que se debe importar un total de 433.400 m³ (Tabla 4.5-3). Las operaciones de relleno para los patios de los terminales, la vía entre los terminales y el corredor de tuberías se puede realizar con el material disponible en las fuentes ubicadas dentro del predio. Con el material restante se pueden acondicionar los niveles en por lo menos 4 hectáreas del área de expansión portuaria.

Tabla 4.5-3 Volumen de material a importar para el relleno

Ítem	Volumen (m ³)
Total requerimientos	1.072.600
Total disponibilidad	639.200
Volumen por importar	433.400

Fuente: INCOPLAN, 2009

4.6 Aprovechamiento forestal

Para desarrollar las obras de construcción y adecuación del terminal de Puerto Bahía se estima necesario remover un total de 1109,9 m³ de material vegetal de acuerdo con el inventario forestal y la estimación del volumen promedio esperado. Este valor corresponde en primer lugar a la remoción de un área total de 3,48 ha de bosque de manglar ubicada en la parte norte y este del predio. La segunda aportación será hecha por la remoción de 18,7 ha de vegetación xerofítica conformada por trupillales y matorrales ubicados principalmente en la zona suroeste del predio. Adicionalmente, se va a remover una vegetación de pantano de 2,45 ha.

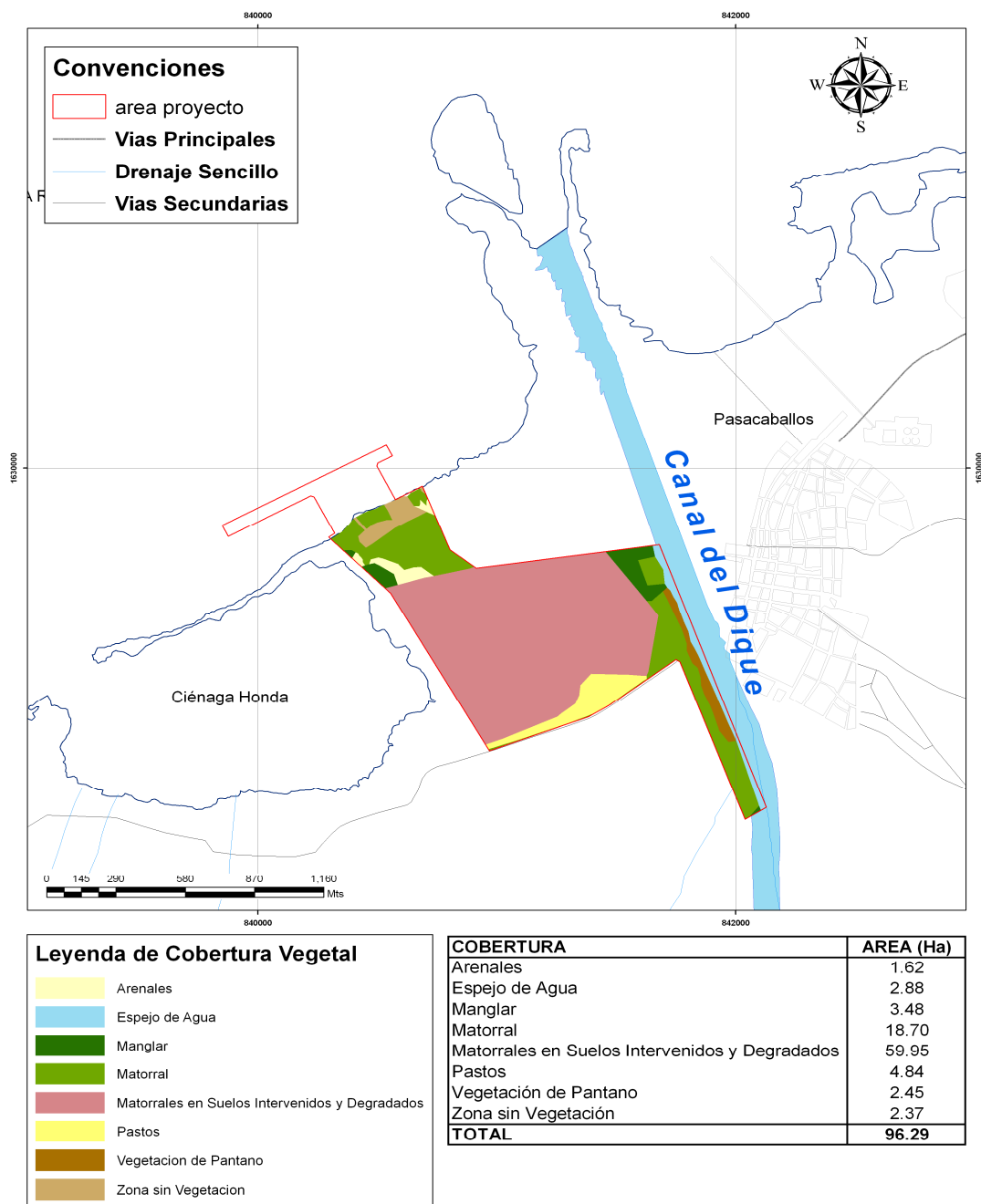
Los estimativos de volumen a remover en cada caso se basaron en la caracterización de 5 transectos con 5 parcelas de evaluación que cubrieron ambos tipos de coberturas y en los que se establecieron parámetros promedio de categoría diamétrica, número de individuos, especie, altura total, altura de fuste, altura de la raíz (en el caso del *Rhizophora mangle*), circunferencia a la altura del pecho (CAP), y diámetro mayor y menor de la copa (ver capítulo 3). Con base en tal información se logra inferir que en el caso de los manglares serán removidos cerca de 345.4 m³ de material vegetal, de los cuales 110,7 corresponden a madera y en el caso de los xerofíticos cerca de 722,55 m³ de material vegetal total, de los cuales 236 m³ son de madera; de la vegetación de pantano se removerán 42,2 m³, de los cuales 13,8 m³ serán de madera.

El aprovechamiento forestal se realizará según los cálculos y estimativos presentados en la Tabla 4.6-1 y la Figura 4.6-1 (ver Anexo Cartográfico, Plano Plano 4-1. Zonas de Vegetación a intervenir en el Proyecto).

Tabla 4.6-1. Volúmenes de material vegetal que se estima serán removidos en zonas de manglar y bosques xerofíticos ubicadas en el área del Terminal propuesto

COBERTURA	AREA A REMOVER (ha)	VOL. TOTAL A REMOVER (m ³)	VOL. MADERA (m ³)
Manglar	3,48	345,2381	110,7524
Bosque xerofítico	18,7	722,5552	236,4726
Veg. de Pantano	2,45	42,19236	13,80841
TOTAL	24.6	1109,986	361,0334

Figura 4.6-1. Zonas de Vegetación a intervenir en el Proyecto



Fuente: INCOPLAN S.A., 2009

Durante la construcción y operación del Terminal de Puerto Bahía, no se proyectan remociones ni aprovechamientos de coberturas asociados a sistemas agroforestales, agrosilvopastoriles y/o silvopastoriles. Tampoco la remoción de coberturas asociadas a cultivos o a pastizales y sabanas naturales.

4.7 Emisiones atmosféricas

El recurso aire va a ser afectado principalmente por la generación de material particulado y de ruido ambiental debido al trabajo continuo de maquinarias tanto en la construcción como en la operación. A continuación se presenta un panorama de los impactos previsible, la extensión proyectada así como modelos que presentan potenciales escenarios de afectación bajo variadas condiciones.

4.7.1 Material particulado

Se pueden considerar al menos dos fuentes principales de material particulado durante ambas fases de construcción y operación del Terminal:

- **Emisiones producidas por la operación de maquinarias**, vehículos de transporte entre otros, que usan combustibles fósiles para su operación.
- **Emisiones de polvo generadas por las obras de remoción**, descapote y adecuación del terreno durante la fase de construcción.

4.7.2 Ruido Ambiental

Se pueden considerar un número variable de potenciales fuentes de ruido ambiental durante las fases de construcción y operación del Terminal portuario. Entre ellas podemos mencionar:

- *Trasporte de material y personal*
- *Operación de maquinarias durante la adecuación del terreno y la construcción del Terminal portuario*
- *Operación y maniobras de cargue, descargue, movilización y almacenaje de diferentes tipos y volúmenes de carga durante la operación del Terminal.*

Se estima que el aporte del Terminal en términos de contaminación auditiva pueda generar molestias tanto en la etapa de construcción debido al uso de maquinaria de varios tipos, así como durante la operación del Terminal debido al cargue y descargue en el muelle fluvial y marítimo y a la operación de los vehículos de transporte. Para minimizar esto, la Sociedad Portuaria Puerto Bahía contempla medidas para el control de ruido, especificados en las fichas de manejo ambiental.

Se hace necesario establecer el grado potencial de afectación que se puede presentar durante ambas fases en los puntos ambientalmente más sensibles, particularmente en el muelle fluvial de descargue sobre el canal del Dique, ubicado a menos de 0.3Km de Pasacaballos.

Para cumplir tal objetivo, el primer paso es conocer la línea base actual de ruido que persiste en la zona adyacente al puerto y particularmente la asociada a la población de Pasacaballos, así como su dinámica espacio-temporal. Esto de manera particular en los puntos ambientalmente más sensibles que pudieran ser afectados por el proyecto.

Al respecto se puede tomar como base la información presentada en el capítulo 3 en la que se muestran los resultados del conjunto de muestreos realizados durante el mes de julio de 2007 como parte fundamental del el EIA para esta Terminal portuaria.

Dentro de los resultados más relevantes cabe mencionar que el promedio de las mediciones realizadas en todas las estaciones cumple el requisito para zonas industriales (< 80 dBA). Sin embargo la zona de estudio alrededor del proyecto está catalogada como suburbana por lo que se debe considerar este hecho al evaluar respecto a otros usos potenciales.

Igualmente es importante tener en cuenta la variabilidad de esta tendencia donde las mediciones por ejemplo de la estación ubicada en cercanías de otros puertos similares, presentan picos que no cumplen la misma norma (75 dB) particularmente en algunos momentos de la mañana. De igual forma la estación ubicada en el Colegio José María Córdoba en Pasacaballos, no cumple la norma de ruido para el periodo diurno en instituciones educativas (<65dBA). Caso contrario a las estaciones ubicadas en Barú y la Ciénaga Honda donde los registros son bajos (< 60dBA) pues no hay registrada actividad generadora de ruido en la zona.

4.8 Residuos Sólidos

Los residuos sólidos que se proyectan se desprenderán durante las fases de construcción y operación del Terminal Multipropósito de Puerto Bahía, corresponden con dos grupos principales:

- *Residuos sólidos de carácter doméstico*
- *Residuos sólidos de carácter industrial*

Debido a la permanencia de los trabajadores en el área del proyecto durante las fases de construcción y operación, así como la necesidad de realizar adecuaciones que permitan instalar la infraestructura necesaria para la operación del puerto, se estarán generando continuamente este tipo de residuos sólidos asociados principalmente con desechos comunes, material vegetal sobrante y escombros a los cuales se les debe dar un tratamiento adecuado para prevenir el deterioro de la salud de la población y de la calidad ambiental de la zona.

Dentro de las actividades de construcción y operación que potencialmente generaran en mayor proporción este tipo de materiales se encuentran: *la nivelación del terreno, la remoción del cerro y de la vegetación, la excavaciones en el medio terrestre, fluvial y marítimo, la instalación de maquinaria y equipos y las actividades de mantenimiento y en general los servicios que utilizan los trabajadores como cafetería, sanitarios, entre otros.*

Teniendo en cuenta que la normatividad establece que quienes produzcan basuras con características como las ya mencionadas, serán responsables de su recolección, transporte y disposición final (artículo 31 de la Ley 9 de 1979) y teniendo como punto de mira que los efectos del manejo de estos residuos, su volumen y su transporte generan riesgos para el ambiente, se consideró necesario adoptar unas medidas de manejo de tales residuos.

Entre estas se encuentran la programación y capacitación de todo el personal que labore en cada una de las fases (operación y construcción) en actividades de clasificación, manejo, reutilización, reciclaje y disposición final de residuos comunes, material vegetal sobrante, especiales y escombros que puedan ser tratados en el área del proyecto. No incluye el manejo de residuos peligrosos o tóxicos, ni su disposición final, dada que por las características técnicas del proyecto, tanto en su construcción como en la operación, se considera que estos residuos no serán generados. De igual forma se proyecta la construcción de un microrrelleno sanitario local, bajo los requerimientos ambientales óptimos para su disposición segura y correcta, lo cual mitiga los efectos anteriormente descritos y previene afectaciones a la salud de trabajadores y la población local.

Todas estas medidas están consignadas en el plan de manejo que se desprende de este EIA y que delimita los alcances del manejo de residuos, las medidas necesarias para prevenir, mitigar y controlar el impacto así como medidas de monitoreo de la efectividad de tales programas.

Tabla de Contenido

4	DEMANDA, USO Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS	4.1-1
4.1	Aguas superficiales	4.1-1
4.2	Requerimiento de aguas subterráneas	4.2-1
4.3	Vertimientos	4.3-2
4.3.1	Vertimientos en cuerpos de agua	4.3-2
4.3.2	Vertimientos en Suelo	4.3-3
4.4	Ocupación de Cauces.....	4.4-3
4.4.1	Condiciones hidráulicas del canal del Dique en el sitio de proyecto	4.4-3
4.4.2	Obras del muelle fluvial.....	4.4-6
4.5	Materiales de construcción.....	4.5-9
4.5.1	Requerimientos de material de relleno	4.5-10
4.5.2	Disponibilidad de materiales en el predio	4.5-10
4.5.3	Volumen de material que se debe importar	4.5-12
4.6	Aprovechamiento forestal.....	4.6-12
4.7	Emisiones atmosféricas	4.7-14
4.7.1	Material particulado.....	4.7-14
4.7.2	Ruido Ambiental.....	4.7-14
4.8	Residuos Sólidos.....	4.8-15