

2. Descripción general del proyecto

CAPÍTULO 2

2.1 Localización	3
2.2 Características técnicas de las actividades de dragado	5
2.3 Organización del proyecto	23

2. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en el Dragado del canal de acceso al Puerto de Buenaventura a una profundidad de 12,5 m en Bahía Interna, similar a la del Canal de Panamá y 13,5m en Bahía Externa. El proyecto ha venido realizándose por etapas dependiendo de la disponibilidad presupuestal.

2.1 Localización

El dragado por ejecutar se realizará en el canal de acceso al Puerto de Buenaventura, localizado en el municipio de Buenaventura al suroccidente de Colombia, al occidente del departamento del Valle del Cauca, a 3°50' de latitud norte y 77° de longitud oeste, con respecto al meridiano de Greenwich. El área urbana del municipio se encuentra a una altura de 7 msnm.

El municipio de Buenaventura limita por el Norte con el departamento del Chocó, por el Oriente con los municipios de Jamundí y Cali, Dagua, Calima y Darién; por el Sur con el departamento del Cauca y por el occidente con el Océano Pacífico.

Tanto el municipio como la bahía de Buenaventura se localizan en las estribaciones de la cordillera occidental y en un área de la zona del litoral pacífico la cual se caracteriza por un paisaje complejo de manglares, esteros, playas y colinas acantiladas, sujetos a los efectos de la marea y el oleaje del océano Pacífico. Los procesos dinámicos tales como deltas fluviales, corrientes marinas, vientos y deriva litoral determinan cambios periódicos en la zona costera, todo esto dentro del marco tectónico más activo del occidente del país, la zona de subducción del Pacífico.¹

En el **Plano 1**, se muestra la localización del canal con su respectiva área de estudio y el área donde se desarrollará el proyecto, incluyendo: batimetría, caladeros, infraestructura, entre otros.

El puerto de Buenaventura es el principal puerto de comercio exterior colombiano. Su “hinterland” o zona de influencia económica, cubre todos los departamentos de la región andina central, donde se encuentran las ciudades más industrializadas y con mayor demanda de productos importados así como las ciudades de producción industrial y zonas agrícolas, cafetera y azucarera, productoras del volumen mas alto de carga de exportación, como: Cali, Pereira, Manizales y Bogotá.

¹ **Fuente:** ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA, ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, HIDROESTUDIOS, MOFFATT & NICHOL, CAPITULO 2, Numeral 2.1.1,1998.

Es un puerto multipropósito, para manejo de carga en contenedores, gráneles sólidos y líquidos, carga general y carga refrigerada, que moviliza en la actualidad más de 10 millones de ton por año (MTA).

Las proyecciones de carga, indican que para el año 2020, se estarán movilizand por este puerto cerca de 25 MTA.

El canal de acceso marítimo tiene una longitud total aproximada de 30 km. Los primeros 14 km están en la Bahía Interior, desde el frente del muelle del Terminal Marítimo (km 0) hasta La Bocana entre Punta Bazán y Punta Soldado (km 14 aprox.); en este sector las corrientes siguen el alineamiento del canal y los oleajes son de pequeña amplitud. Los siguientes 16 km están en mar abierto, o Bahía Exterior, desde La Bocana (km 14) hasta la Boya No. 1 (km 30) donde se presentan oleajes de mayor amplitud, hay corrientes cruzadas y vientos de costado que dificultan la navegación.²

En su parte más interna de la bahía se encuentra la Isla de Cascajal, sobre la cual están edificados el puerto y la ciudad de Buenaventura, con una longitud aproximada de 3 km por 1,5 km de ancho. Las orillas del costado sur son aluviales, bajas en su mayor parte y cubiertas de manglares³.

La profundidad del canal actual es de 10 m bajo el nivel de referencia, pero existen algunos puntos y sectores, principalmente en la Bahía interior, que presentan picos por encima de los 9 m, los cuales dificultan la navegación y obligan a entrar los buques de mayor calado solamente en horas de marea alta. Esta restricción ha afectado el 70% de los buques. Por otro lado, el 40% de los buques recalados tienen un calado superior a 10m y el 14% superior a 11m. Incluso se registran embarcaciones de calado mayor a 13m. Por lo anterior la profundización hasta los 12,50 m resulta indispensable para ampliar la disponibilidad permanente a buques Panamax.

El canal está adecuadamente señalizado con normas de navegación marítima internacional. Tiene faros de aproximación y 28 boyas luminosas.

El ancho en la base del canal es de 160 m en la Bahía Interior y 200 m en la Bahía Exterior. La profundidad en la Bahía Exterior debe ser como mínimo de un metro mayor que en la Bahía Interior, debido a las necesidades de profundidad adicional por oleajes, corrientes y vientos que son más notorios en ese sector que en la Bahía Interior.

² **Fuente:** Descripción Técnica del Proyecto. Instituto Nacional de Vías.

³ PAREDES CRUZ, JOAQUÍN. "Buenaventura La Ciudad del Pacífico", Tercera Edición 1987, Pgs 78-79.

2.2 Características técnicas de las actividades de dragado

2.2.1 Alcance de los trabajos

Dragado de mantenimiento del sector interno (K0+000 a K15+000) a 12,5 mts de profundidad, marea cero (MLWS).

Volumen estimado a remover en este sector: **950.000 M3.**

Dragado de Profundización del sector externo (K15+000 a K30+500) a 13,5 mts de profundidad, marea cero (MLWS).

Volumen estimado a remover en este sector: **10.050.000 M3.**

Depósito de los sedimentos removidos en el proyecto en el sitio de disposición final autorizado por las autoridades competentes para el desarrollo de la anterior campaña de dragado ejecutada en el canal de acceso por parte del estado a través del INVIAS, en el año 2007.

El sitio de disposición final se encuentra localizado mar afuera, a una distancia aproximada de 3,2 kilómetros de la boya de mar. Tiene un área disponible de 10,4 millones de M2 aproxim. La localización y el cálculo del área se determinan con base en la información contenida en la resolución de MINAMBIENTE No. 2682 del 22-diciembre-2006. (Ver esquema adjunto).

De acuerdo con el análisis de la información contenida en los pliegos de condiciones SMF-328-2006 de INVIAS y la información técnica adicional de INVIAS suministrada por el INCO, la SPRBUN S.A. ha estimado que el dragado del canal de acceso al puerto de Buenaventura para el mantenimiento y profundización requerida en la próxima campaña se podrá desarrollar con draga de arrastre o draga de succión en marcha (TSHD).

De acuerdo a la interpretación de los estudios técnicos utilizados para el desarrollo del dragado del 2007, los sedimentos a remover hasta 12,5 metros en el sector interno y hasta 13,5 metros en el sector externo del canal, son extraíbles mediante la utilización de una draga de succión en marcha (TSHD).

2.2.2 Metodología de dragado

Los sedimentos serán removidos, extraídos y transportados hasta el sitio de disposición final autorizado por medio de la utilización de una draga de succión en marcha (TSHD)

Una draga de succión en marcha (TSHD), es un buque o motonave que tiene la capacidad de almacenar en su interior el material dragado. Los sedimentos son depositados en una bodega semi-hermetica denominada tolva o cantarás.

El proceso de dragado mediante la utilización de este tipo de draga consiste básicamente en la ejecución de ciclos de dragado. Un ciclo de dragado corresponde al proceso de:

- Carga (dragado)
- Transporte de la carga (sedimentos)
- Vaciado o disposición final de los sedimentos removidos.

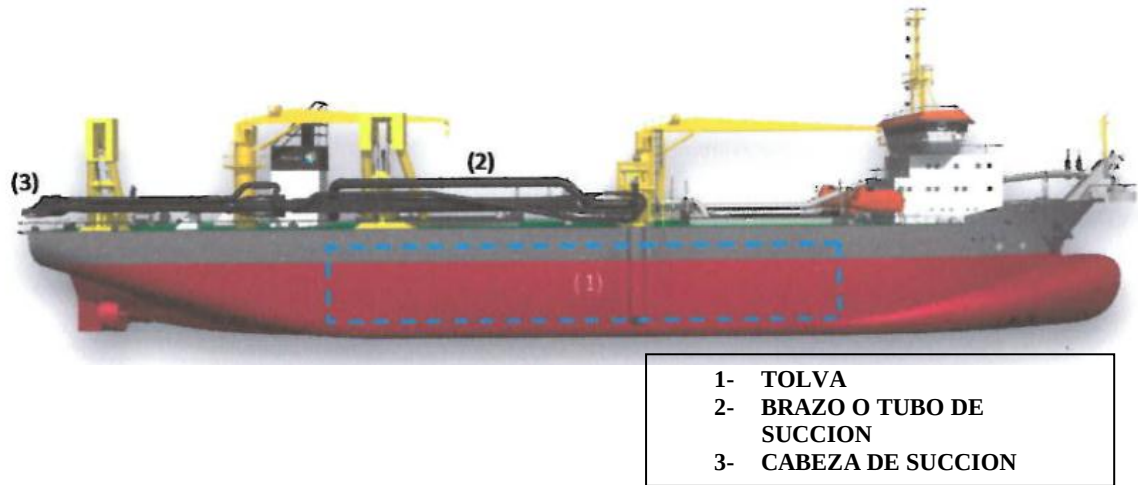
En este tipo de draga el proceso de carga de los sedimentos se realiza a través de la tubería o brazos de succión, estas dragas pueden estar equipadas con uno o dos brazos de succión con diámetros variables dependiendo de las características técnicas generales del equipo.

El material del fondo es removido (se afloja, se desprende) y se bombea por medio de la cabeza de succión, que se encuentra localizada en el extremo inferior del tubo o brazo de succión. La bomba de dragado levanta -desde el suelo o fondo- la mezcla de sedimentos y agua y la transporta hasta la tolva.

Una vez alcanzada la capacidad máxima de depósito en la tolva el dragado se suspende con la desactivación de las bombas, inmediatamente se iza y se coloca sobre la cubierta el brazo de succión e inmediatamente la draga inicia su traslado hasta el sitio de disposición final de los sedimentos. La velocidad de navegación para este tipo de draga –cargada- oscila en promedio entre 10 y 15 nudos.

Mediante la ayuda de los equipos de navegación propios instalados a bordo, la draga tiene la capacidad de trazar sus recorridos de navegación y posicionarse en tiempo real en la zona de depósito, una vez allí las compuertas inferiores de la tolva se abren y se deja caer el material.

Ejemplo de una Dragadora de succión en Marcha – TSHD (Trailing Suction Hopper Dredger)

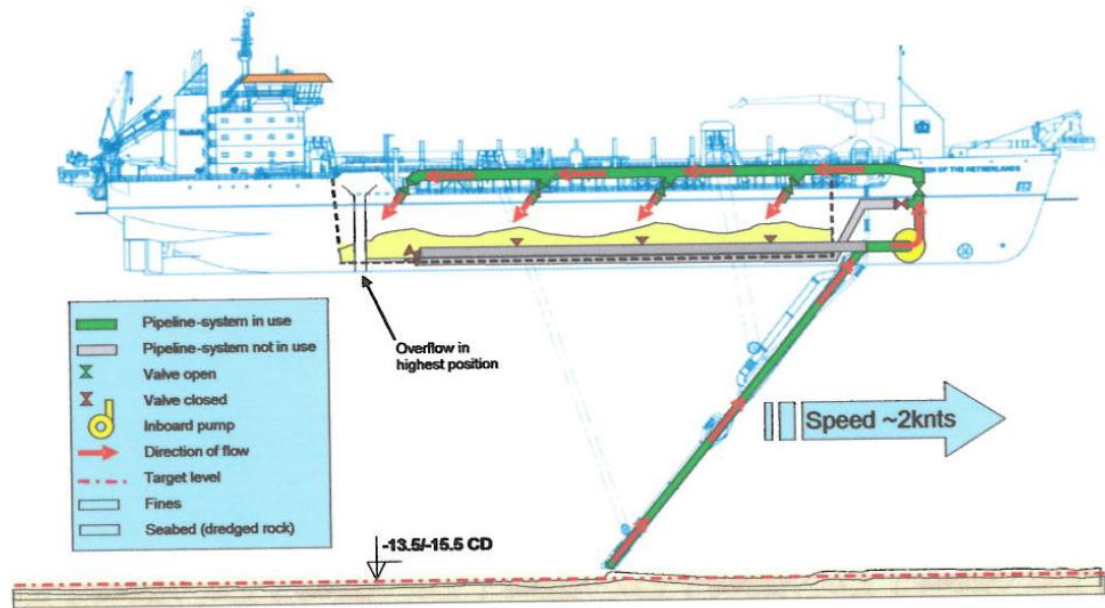


Los principales componentes de una dragadora de succión en marcha son los siguientes:

- Las instalaciones estándar de un buque, por ejemplo: Sala de máquinas, facilidades de acomodación para la tripulación, puente de mando en donde se hallan ubicados los controles para la navegación y para la ejecución del dragado, etc.
- El tubo o brazo de succión y las tuberías de cubierta a través de las cuales se transporta la mezcla de sedimentos y agua hasta la tolva.
- El cabezal de dragado o cabeza de succión, conectado a la parte inferior de la tubería o brazo. Este cabezal es el que “atrapa” los sedimentos removidos o desprendidos mediante el uso de “dientes” especiales y/o el bombeo de chorros de agua a presión. Dependiendo del tipo de suelo a remover se selecciona el cabezal más apropiado.
- La bomba de dragado que bombea la mezcla de sedimentos y agua desde el suelo o fondo marino hasta la tolva.
- La tolva, que es la bodega de carga de la embarcación. La mezcla de sedimentos y agua es introducida en la tolva, con la posibilidad de que buena parte del agua sea bombeada de retorno al mar mediante la utilización del mecanismo “Overflow”. Este sistema en la medida y autorización de su uso permite optimizar la capacidad de almacenamiento de sedimentos sólidos por cada ciclo de dragado.

El proceso de carga de la draga TSHD implica la navegación hasta la zona de trabajo. Una vez posicionada allí baja los brazos de succión hasta alcanzar el nivel del fondo. En ese momento la bomba de dragado comienza a funcionar y el material es llevado a la tolva. Durante la operación de dragado la draga TSHD se mueve a muy baja velocidad.

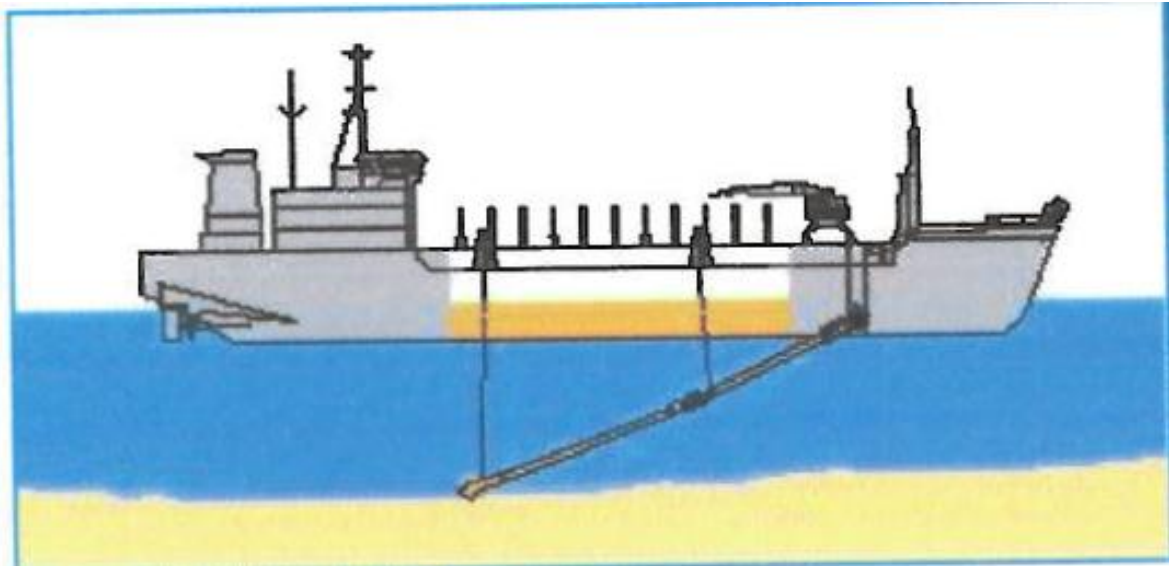
Esquema de Operación de una draga de succión en marcha – TSHD (Proceso de carga)



Esquema de Operación de una draga de succión en marcha – TSHD (Proceso de carga)



Ejemplo de Cabezal de dragado con sistema “Water Jet”, chorros de agua a presión para la remoción de sedimentos.



El material dragado permanece en la tolva mientras que el agua sobrante de la mezcla sedimentos-agua, puede ser evacuada mediante la utilización autorizada del “overflow” con el fin de optimizar la densidad de la mezcla en la tolva y la capacidad de almacenamiento de la misma.

La draga navega cargada de material extraído del fondo marino hasta el sitio de disposición final autorizado. Este esquema de trabajo se repite en los ciclos modificando solo la zona de dragado autorizada hasta completar el objetivo del proyecto, lo que en su momento se corrobora mediante la realización de levantamientos batimétricos periódicos.

2.2.3 Control del dragado

Antes de iniciar la campaña de dragado se realiza un levantamiento batimétrico de Pre-Dragado de conformidad a los lineamientos y especificaciones técnicas de diseño del proyecto. Esta información batimétrica permite establecer con mayor precisión las áreas de trabajo y los volúmenes de sedimentos a remover. Los resultados batimétricos son además electrónicamente introducidos en el software de dragado y sistema de navegación propio de la draga, este programa proporciona a la draga y al personal de mando responsable del proyecto la información necesaria para una operación óptima.

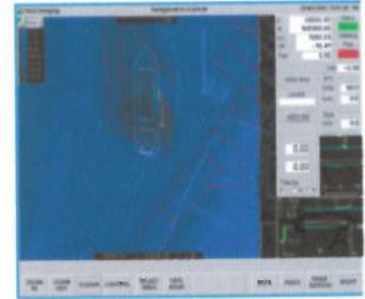
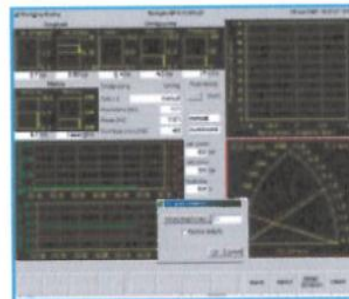
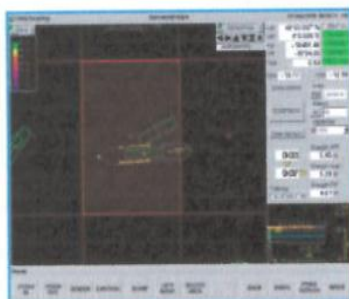
Una draga de succión en marcha tiene muchos mecanismos de control, toda la información proveniente de los sensores y controles se concentran en un software de dragado con desarrollo y adaptaciones propias para la optimización de las operaciones de dragado. Algunos de los sensores y controles más representativos son por ejemplo:

- Posicionamiento DGPS.
- Posición y nivel de los brazos de succión.
- Funcionamiento de las bombas de dragado
- Controles de potencia
- Indicadores de carga
- Medidores de densidad
- Control de apertura y cierre de las compuertas de la tolva
- Información en tiempo real de la fluctuación de la marea
- Información batimétrica de seguimiento permanentemente actualizada
- Posicionamiento de las ayudas a la navegación (Boyas, Faros, obstrucciones, etc.).

Los sistemas y ayudas electrónicas de posicionamiento definen la ubicación real de la draga, del cabezal de dragado respecto al lecho marino y del terreno en la zona a dragar. Dichas posiciones así como toda la información necesaria para el trabajo se puede ver en las pantallas ubicadas en el puente de mando.

Las pantallas de mando muestran, entre otros datos, el nivel del terreno en las zonas a dragar y en toda el área adyacente sobre la cual se disponga de datos batimétricos, con escala de colores diferentes o nubes de punto ajustables según los rangos de las profundidades.

Ejemplo de control del dragado a bordo de una draga de succión en marcha por medio de las pantallas de seguimiento.

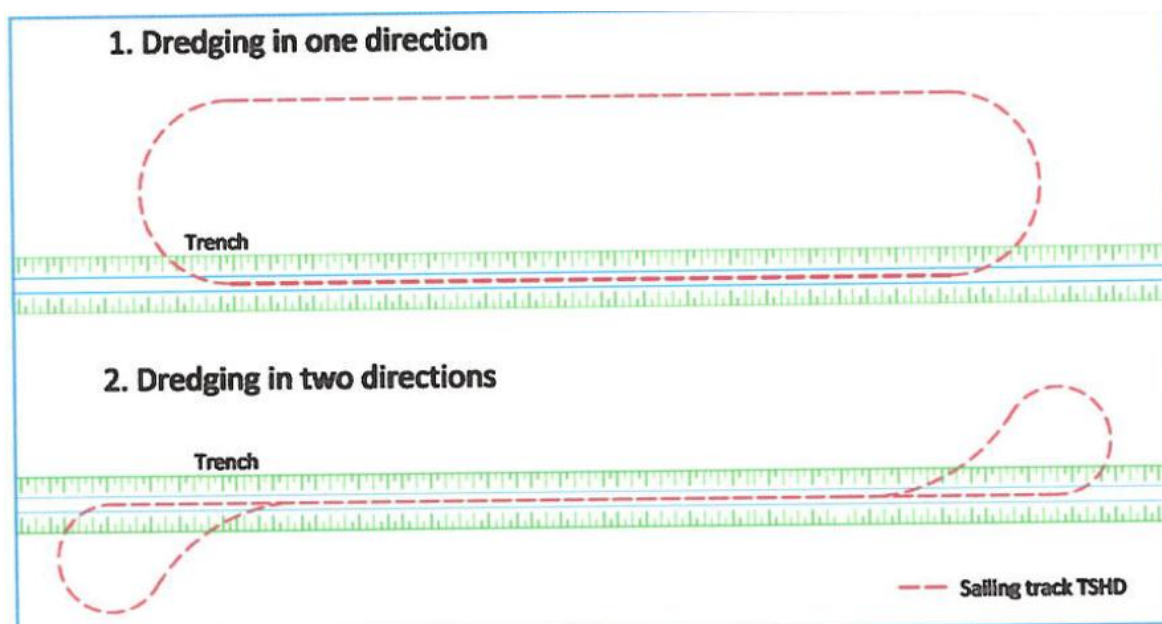


Dragado del Canal de Acceso al Puerto de Buenaventura

El dragado en un canal puede realizarse en una o ambas direcciones, dependiendo de la profundidad y ancho del canal a intervenir, y de las condiciones ambientales en la zona de influencia del proyecto, como por ejemplo: vientos, corrientes, oleaje, etc.

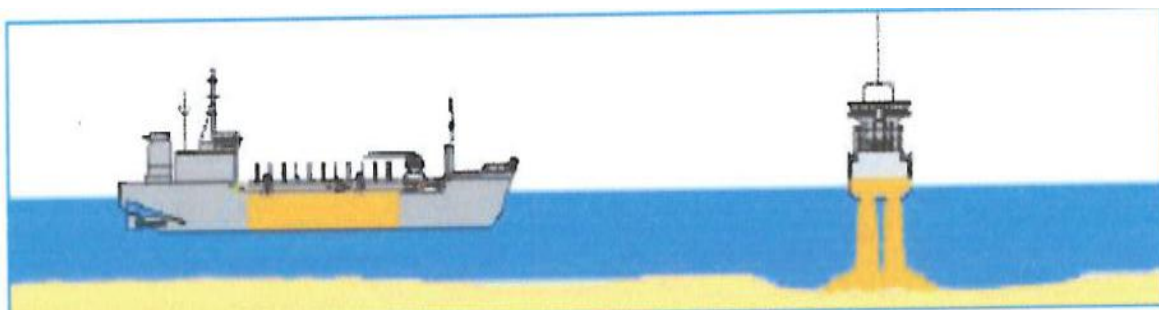
Casi siempre se planifican las líneas o ruta de recorrido (tracks) de tal manera que se eviten giros innecesarios que incrementen en un momento dado los tiempos de dragado y de navegación.

Esquema operativo supuesto para el Dragado de un Canal de Acceso



Por lo general los dragados en un canal de acceso se realizan mediante trincheras horizontales cubriendo la totalidad del área involucrada (ancho del canal). Es común además que por la influencia de la sedimentación se suele realizar un sobredragado en el proceso constructivo del dragado con el propósito de garantizar una determinada profundidad mínima según los requerimientos del diseño.

Para la descarga de los sedimentos dragados desde la tolva existen variadas alternativas, pero la más común y práctica consiste en depositarlo en la zona de depósito autorizada mediante la apertura de las compuertas de la tolva en el fondo del casco, este fue el método que se utilizó en el proyecto de dragado del canal de acceso al puerto de Buenaventura del 2007 y que se utilizará también en la próxima campaña de dragado.

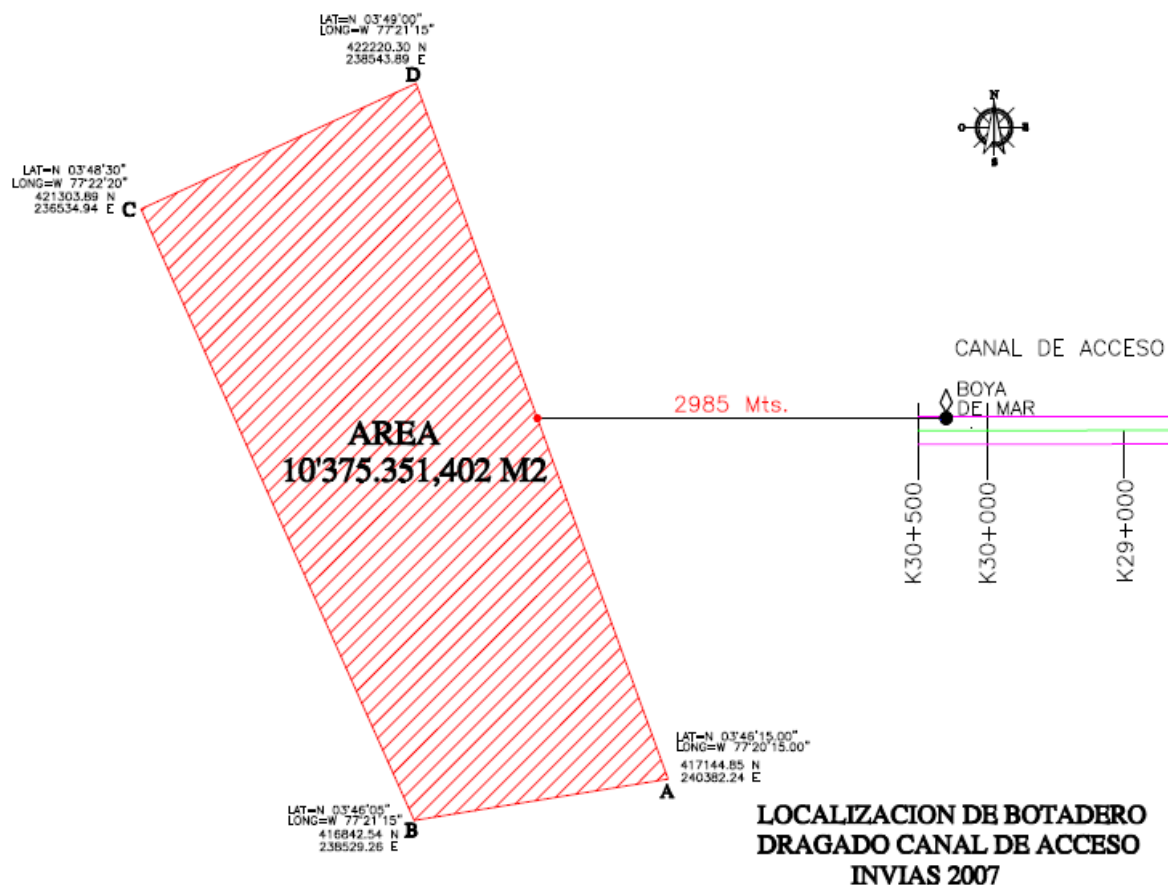


2.2.4 Zona de botadero

La zona de botadero se determinó desde el dragado de 1995-97, a una distancia aproximada de 4 Km de la boya No. 1 de entrada al canal, al occidente del veril de los 20 m de profundidad y con área de 10 km², delimitada por los vértices (LPHP, 1995) descritos en la Resolución No. 1412 del 28 de noviembre de 1995, expedida por el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDI). (Ver Tabla 2-1).

Tabla 2-1
Coordenadas de los vértices del botadero (Res. 1412/95)

PUNTO	PLANAS GAUSS ORIGEN QUIBDO		GEOGRÁFICAS WGS 84 (DIMAR)	
	ESTE	NORTE		
	METROS	METROS	Longitud Oeste	Latitud Norte
A	971.131,40	908.733,41	77° 20' 15"	3° 46' 15"
B	969.279,94	908.426,81	77° 21' 15"	3° 46' 05"
C	967.275,80	912.881,40	77° 22' 20"	3° 48' 30"
D	969.281,64	913.802,24	77° 21' 15"	3° 49' 00"



Con Resolución No. 009-CP1 de octubre 30 de 2001, DIMAR estableció otro botadero, para disponer los materiales de dragado de la relimpia de 2003-04 y los dragados de limpieza en la zona de aproches del Terminal Marítimo, realizados por la Sociedad Portuaria Regional de Buenaventura. Este botadero fue confirmado por el Ministerio de Medio Ambiente con Resolución No. 0580 de 26 de junio de 2002, con las coordenadas descritas en la **Tabla 2-2**.

Tabla 2-2. Coordenadas de los vértices del botadero actual (Res. 0580/02)

Punto	Longitud Oeste	Latitud Norte
1	77° 21' 00"	3° 46' 00"
2	77° 21' 41"	3° 47' 35"
3	77° 21' 35"	3° 48' 18"
4	77° 21' 24"	3° 48' 19"
5	77° 21' 22"	3° 46' 00"

Los dos sitios de botadero se localizan en la misma región, han sido utilizados exitosamente y no se han registrado diferencias en su comportamiento ambiental.

Para el presente proyecto se solicita al Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, permitir nuevamente la utilización del botadero que fue originalmente aprobado por Resolución 1412 de 1995 y que se utilizó con éxito en el primer dragado de profundización. (Ver **Tabla 2-1**).

Las razones técnicas para esta solicitud son las siguientes:

- El botadero propuesto tiene el declive hacia el mar abierto y está situado fuera de la prolongación del eje del canal, por lo cual no se espera la devolución del material de sedimentos hacia el canal interior.
- El botadero es óptimo desde un punto de vista de equilibrio técnico económico; elimina prácticamente los riesgos de reactivación del sedimento hacia zonas de interés.
- El material de fondo predominante corresponde a limos y arcillas limosas de baja plasticidad.
- Las profundidades son suficientes para almacenar todo el volumen de dragado, con un relleno de espesor final inferior a 40 cm.
- La velocidad máxima del agua es de 0.78 m/s, con dirección general este - oeste para el flujo mareal, y oeste - este para el reflujo.

2.2.5 Materiales por dragar

La información geotécnica se basa en la experiencia de los dragados efectuados en el canal durante los últimos ochenta años, más de 25 perforaciones en el fondo en diversos sitios del canal, realizadas entre 1961 y 1990; investigaciones geofísicas realizadas por Alpine Ocean Seismic Survey, Inc. en 1997 (tres líneas paralelas, por el eje del canal de acceso y dos laterales a una distancia de 100 m del eje; 25 secciones transversales de 1.000 m de longitud y 2 de 1.800 m, repartidas a lo largo del canal de acceso); el dragado de ocho (8) trincheras con la draga de tolva “Bocas de Ceniza” en junio de 1997; más 7 perforaciones en puntos diversos del canal, en 1997, por Hidroestudios Moffatt & Nichol.

El Contratista debe prever la presencia de material duro con base en el juicio que se forme del análisis de la información existente y de aquellas investigaciones que realice por su cuenta. Los resultados de las investigaciones geotécnicas están a disposición del Contratista para su examen. Estos informes se designan como se indica a continuación:

1. Hidroestudios, Moffatt & Nichol. Octubre 6 de 1997. Estudio de factibilidad y diseños para la profundización del canal de acceso al puerto de Buenaventura. FASE 2 – ANEXOS:

Anexo A, Investigación Geotécnica del Canal de Acceso, versión 01.

Anexo B, Informe de Dragado de Trincheras de Prueba, versión 01.

Anexo C, Informe de Perforaciones, Versión 01.

2. H-MV Ingenieros, Moffatt & Nichol, Mayo de 2006. Revisión y actualización del estudio y diseño de la profundización del canal de navegación del puerto de Buenaventura. Informe Final.

Con base en los anteriores estudios, se han identificado en el fondo del canal cuatro estratos de materiales, de los cuales tres corresponden a sedimentos cuaternarios de fácil dragabilidad (arenas y limos) y uno a materiales terciarios de mayor edad geológica y mayor dureza respecto a los anteriores, identificado como limolita. De acuerdo con el tipo y características de los materiales que afloran en el fondo del mar, la zona del canal se ha dividido en tres sectores principales y en subsectores, como se muestra en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3. Sectorización geotécnica del Canal de Acceso

Sector	Localización (Nota 1)	Características del material
1. Exterior	Boya de mar hasta el K15 del canal	Sedimentos recientes de arenas y limos suprayaciendo materiales terciarios, los cuales se encuentran por debajo de los 14 -15 m de profundidad.
2. La Bocana	Límite anterior hasta el K12	Material terciario por encima de los 14 m de profundidad en varios tramos a lo largo del canal actual
3. Bahía Interior	K12 a K0	Estratificación del terciario evidente. En algunos tramos emergen en el fondo estuarino, mientras que en otros están recubiertos por sedimentos recientes.
3.1 Subsector A	K12 a K8	Presencia superficial de sedimentos recientes, de poco espesor, suprayaciendo los materiales terciarios, que afloran ocasionalmente.
3.2 Subsector B	K8 a K2	Afloran en la superficie del fondo actual los materiales terciarios. Esta zona se puede dividir de acuerdo con los materiales encontrados, en dos sectores cuyo límite está aproximadamente en el K7. Al Oeste de este límite, se han encontrado concreciones de diferentes formas, embebidas en una matriz predominantemente areno – limosa, bastante homogénea y en un estado medianamente densa a muy densa, mientras que al Este del límite indicado se encontraron menos concreciones sobre el material subyacente, el cual corresponde a un material de limolita duro bastante laminado.
3.3 Subsector C	K2 a K0	Se encuentra un espesor grueso, en general superior a 9 m, de material suelto suprayaciendo los materiales terciarios.

Las características y dimensiones de la sección transversal del canal se muestran en la Figura 1 y la Tabla 3-4..

Figura N° ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.-1. Características del canal navegable

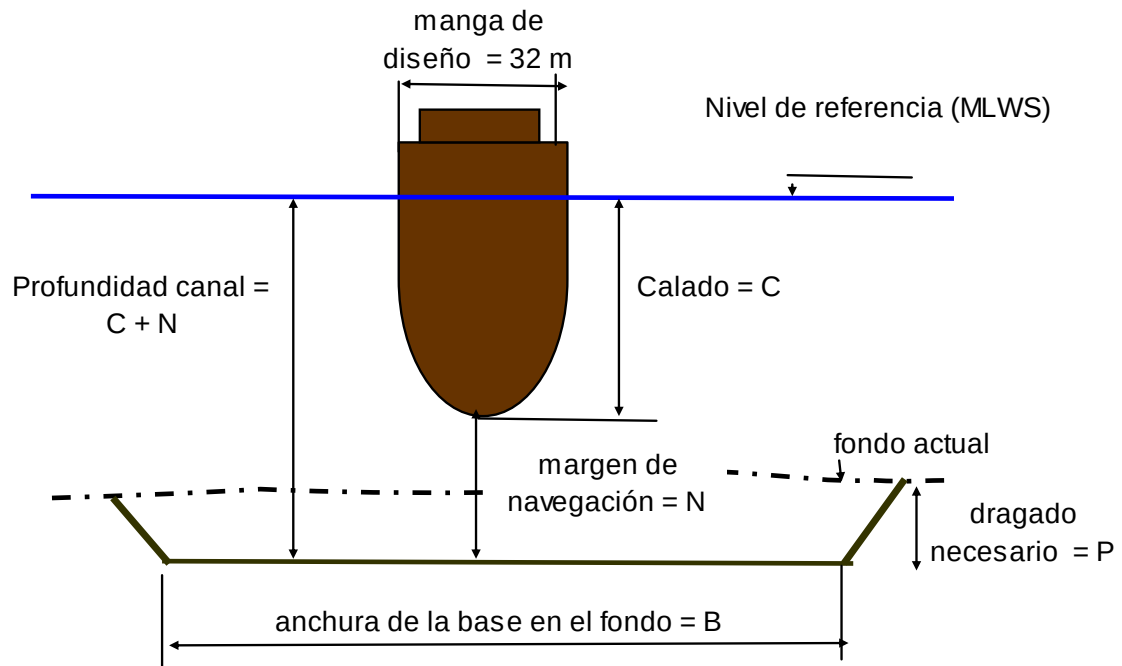


Tabla 3-4. Dimensiones del canal navegable

Características	Símbolo	Unidad	Bahía interior	Bahía exterior
Anchura en la base del canal	B	m	160,00	200,00
Cota de fondo actual	F	m	9,00m a 10,00m, con puntos menores a 9,00 m.	<10,00
Margen de navegación	N	m	1,00	2,00
Taludes laterales	s	m:m	1V:3H	1V: 3H
Profundidad del canal	C + N	m	12,50	12,00 a 13,50
Barco tipo			Subpanamax/ Panamax	Subpanamax/ Panamax
Calado admisible en marea baja	C	m	11,50	12,50

En mayo de 2006 se practicó un nuevo examen al material de limolita, por parte de las firmas H-MV y Moffatt & Nichol International. La conclusión es que el material duro es muy similar al encontrado en la bahía de Los Angeles (USA), conocido allí como “Malaga Mudstone”. Es un limo duro y seco que incluye estratos, lentes y concreciones rocosas. Los lentes y las concreciones rocosas aparecen distribuidas al azar dentro de una matriz dura y seca.

En los años 2010 y 2011 la SPRBun S.A. ha llevado a cabo monitoreos en faenas de dragado, tomando muestras de lodos. A continuación se presenta la caracterización obtenida en estos muestreos.

Tabla 3-4. Resultados caracterización de lodos SPRBun S.A.

Parámetro	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4
pH (und)	6.92	7.00	6.88	6.90
Hg (mg/Kg)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Cr +6 (mg/Kg)	7.01	4.33	5.12	4.99
Cu (mg/Kg)	35.8	31.44	41.8	61.2
Cd (mg/Kg)	0.19	0.08	0.04	<0.01
Pb (mg/Kg)	0.094	0.068	<0.066	<0.066
Zn (mg/Kg)	46.0	54.9	49.6	42.8
Hidrocarburos %	0.04	0.01	0.02	0.02
Carbono Orgánico Total %	2.98	4.75	5.04	2.60
Sulfuro Acido Volátil	3.01	2.96	3.17	2.88
Calcio (mg/Kg)	4.58	8.97	9.15	5.44

Tomados de los monitoreos de la SPRBun S.A. en 2010.

2.2.6 Batimetría reciente

La SPRBun S.A. posee una batimetría realizada por BATIESTUDIOS S.A.S., en febrero de 2011.

Se realizaron líneas longitudinales por el eje del canal y secciones transversales cada 500 metros.

2.2.7 Monitoreos a realizarse

Durante las faenas de dragado se realizarán monitoreos de la siguiente manera:

Monitoreo de calidad de agua y sedimento

Monitoreo de calidad de agua y sedimento

Las estaciones de monitoreo del medio físico se localizaran en once (11) sitios de interés ambiental al dragado de profundización. En estos sitios se identificarán posibles deterioros de la calidad del agua y los sedimentos a través de diferentes parámetros físicoquímicos y bacteriológicos definidos en este plan de monitoreo.

Igualmente con los datos obtenidos, se alimentará el modelo matemático para calibrarlo y predecir con mayor exactitud el impacto generado, para tomar correctivos inmediatos y/o para futuros trabajos.

La localización de los sitios de muestreo será como se referencia a continuación.

ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD	SITIO
E1 DP	03°52'52.9"	77°05'26.0"	Casa Faro
E2 DP	03°52'51.0"	77°06'30.8"	Isla Cangrejo
E3 DP	03°48'26.6"	77°08'26.7"	<i>Desembocadura Río Potedó</i>
E4 DP	03°48'22.8"	77°10'27.5"	<i>Isla Soldado</i>
E5 DP	03°49'52.3"	77°11'38.8"	<i>Punta Bazán</i>
E6 DP	03°47'35.3"	77°16'23"	Boya 6
E7 DP	03°48'15.4"	77°21'34.4"	<i>Botadero 1</i>
E8 DP	03°45'55.0"	77°20'40.0"	<i>Botadero 2</i>
E9 DP	03°47'53.5"	77°19'42.0"	<i>Botadero 3</i>
E10 DP	03°46'55.0"	77°22'48.5"	<i>Botadero 4</i>
E11 DP	03°49'40.0"	77°22'13.4"	<i>Botadero 5</i>

Parámetros a medir

Se deben medir las concentraciones de los siguientes parámetros en el agua y/o sedimentos

Calidad de agua	Calidad de Sedimentos
-----------------	-----------------------

pH Temperatura Oxígeno Disuelto Demanda Biológica de Oxígeno Demanda Química de Oxígeno Sólidos Suspendidos Total Sólidos Sedimentables Turbiedad Hidrocarburos Totales Nitratos Fosforo Total Mercurio Plomo Cobre Cadmio Cromo Hexavalente Zinc Coliformes Totales Coliformes Fecales	pH Nitrógeno Fosforo Granulometría Hidrocarburos Totales Mercurio Plomo Cobre Cadmio Cromo Hexavalente Zinc Sulfuro Acido Volátil
--	--

Periodicidad de monitoreos

Se debe realizar un monitoreo previo al dragado, durante la duración del dragado cada trimestre y un monitoreo posterior a la finalización de actividades.

Los resultados se aplican para la toma de medidas como se describe a continuación:

PARÁMETRO	CONDICIONES DE ALERTA	ACCIONES DE RESPUESTA A CONDICIONES DE ALERTA
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	SST > 500 mg/l (***)	Repetir ensayo y toma de muestra. Si las condiciones de alerta continúan en las áreas de dragado, se debe estudiar el efecto y de acuerdo a ello se puede ordenar suspender las actividades mientras se toman las acciones correctivas.
Mercurio (Hg)	Hg > 2xREF mg/l (**)	Repetir el ensayo en los sitios determinados. Si las condiciones de alerta continúan se debe estudiar el efecto y de acuerdo a ello se puede ordenar suspender las actividades mientras se toman las acciones correctivas.
Plomo (Pb)	Pb > 2xREF mg/l (**)	Repetir el ensayo en los sitios determinados. Si las condiciones de alerta continúan se debe estudiar el efecto y de acuerdo a ello se puede ordenar suspender las actividades mientras se toman las acciones correctivas.
Cadmio (Cd)	Cd > 2xREF mg/l (**)	Repetir el ensayo en los sitios determinados. Si las condiciones de alerta continúan se debe estudiar el efecto y de acuerdo a ello se puede ordenar suspender las actividades mientras se toman las acciones correctivas.
Cromo Hexavalente (Cr+6)	Cr > 2xREF mg/l (**)	Repetir el ensayo en los sitios determinados. Si las condiciones de alerta continúan se debe estudiar el efecto y de acuerdo a ello se puede ordenar suspender las actividades mientras se toman las acciones correctivas.
Cobre (Cu)	Cu > 2xREF mg/l (**)	Repetir el ensayo en los sitios determinados. Si las condiciones de alerta continúan se debe estudiar el efecto y de acuerdo a ello se puede ordenar suspender las actividades mientras se toman las acciones correctivas.
Zinc (Zn)	Zn > 2xREF mg/l (**)	Repetir el ensayo en los sitios determinados. Si las condiciones de alerta continúan se debe estudiar el efecto y de acuerdo a ello se puede ordenar suspender las actividades mientras se toman las acciones correctivas.
Temperatura	T < 24°C ó T >	Identificar las causas del cambio en la temperatura, a través de los ensayos de

(°T)	32°C	calidad del agua y controlar el compuesto causante.
Oxígeno Disuelto	OD < 4 mg/l (*)	Realizar una segunda prueba de verificación, si las concentraciones se mantienen bajas, tomar decisiones con base en las concentraciones de DBO.
pH (Unidades)	pH < 6.5, ó pH > 8.5 (*)	Identificar las causas del cambio en el pH, a través de los ensayos de calidad del agua y controlar el compuesto causante de la acidificación ó alcalinización del agua.

(*) Según criterios de calidad admisibles para preservación de flora y fauna, Decreto No.1594/84

(**) De acuerdo a los valores iniciales de referencia (REF) medidos en el monitoreo previo al dragado.

(***) Puede tomarse 500 mg/l ya que es superior al máximo reportado para los valores naturales (2 – 300 mg/l).

Monitoreos del medio biótico

Monitoreo de componentes Bentónico y Pelágico

Las estaciones de monitoreo del medio Biótico se localizaran en tres áreas de interés ambiental al dragado de profundización: Bahía Interna, Bahía externa y Botadero. En estos sitios se identificarán posibles afectaciones al hábitat Bentónico y Pelágico (donde habitan el Fito y el Zooplancton).

Correlacionar la información de las comunidades con los parámetros de la calidad del agua medidos.

Se deben realizar muestreos antes, durante y después del dragado de comunidades Bentónicas, Fitoplancton y Zooplancton. La localización del área de muestreo son las siguientes:

Bahía Interna
Bahía Externa
Botadero

Los resultados se consignaron en una matriz para observar el aporte en términos de número de especies e individuos a la estructura de la comunidad evaluada y procesados teniendo en cuenta las especies presentes, el número de individuos por especie y la densidad total con la que se estableció la estructura comunitaria de acuerdo a los índices ecológicos establecidos para este tipo de monitoreos

- 1). Abundancia relativa = Ab. Número de individuos por especie
- 2). Dominancia
- 3). Índice de diversidad de (Shannon, 1948)
- 4). Índice de equitabilidad (Pielou, 1963)

Monitoreo de productividad sobre el recurso íctico e invertebrados

Objetivo

Determinar los valores de productividad biológica de las especies ícticas e invertebrados

Sitios de muestreo

Zona estuarina y mareal de Punta Soldado
Zona de caladero “El Yermal”

Zona de anadaras en el sector de Shangay en Bazán-Bocana

Parámetros y frecuencia de muestreo

Tasas de captura de especies ícticas e invertebrados de interés comercial
Niveles de desarrollo de las comunidades de especies

Metodología del muestreo

En cada sitio de muestreo, utilizando el arte de pesca particular (trasmayo, espinel, red electrónica y captura manual), se realizarán faenas de captura de acuerdo con los tiempos e intensidades de la labor de pesca.

2.3 Organización del proyecto

2.3.1 Cronograma de actividades

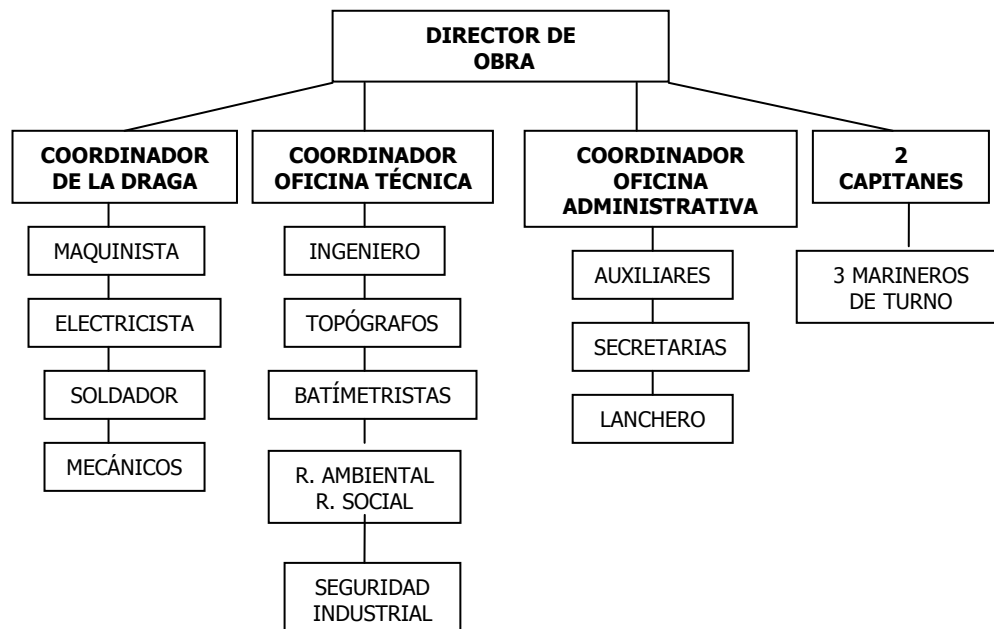
Durante el período de ejecución del dragado se deberán adelantar como mínimo, las siguientes actividades:

- Señalización del frente de obra, de acuerdo con los estándares internacionales.
- Control del tráfico en el canal, con el fin de prevenir y atender accidentes.
- Dragados de profundización y mantenimiento del canal, para preservar sus especificaciones.
- Ejecución de los planes de monitoreo y seguimiento ambiental y la interventoría ambiental de los dragados que se ejecuten.

Cronograma de actividades

Etapas	Actividades	Tiempo en meses														Tiempo en años					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A _N
PREOPERATIVA	Divulgación del proyecto																				
	Batimetría de referencia																				
	Señalización del frente de obra																				
DRAGADO DE PROFUNDIZACION	Movilización de la draga																				
	Dragado de bahía interna y externa																				
	Transporte al botadero																				
	Disposición del material dragado al botadero																				
	Abastecimiento y mantenimiento de equipos																				
	Servicios a la draga																				
	Desmovilización de la draga																				
DRAGADO DE MANTENIMIENTO	Actividades iguales a las de dragado																				

2.3.1 Personal requerido



2.3.2 Medio de transporte y rutas de movilización

Los medios de transporte a utilizar serán vía marítima, todo el tiempo y la ruta es internacional dependiendo de dónde se traiga la draga.

La disposición de material dragado se realizará por medio de la draga de tolva que se encargará de llevar el material dragado al botadero, con una distancia promedio de transporte de 8Km, cuando esté en la bahía externa y de 25 Km cuando el dragado sea en la bahía interna.

Es importante tener en cuenta que el proyecto no involucra directamente comunidades, como quedó expresado en la resolución 2682 del 22 de diciembre de 2006 del MAVDT, cuyo apartado se presenta a continuación.