

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 1 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

B	16/10/2015	Descripción del proyecto	Carlos Rey Julio Mesa	Carlos Rey	Carlos Rey
B	26/10/2015	Descripción del proyecto	Carlos Rey Sebastián Piedrahíta	Carlos Rey	Carlos Rey
			[firma]	[firma]	[firma]
<b>REVISIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>ELABORO</b>	<b>REVISO</b>	<b>APROBO</b>

**Revisión A:** Emitido para Comentarios del Cliente



**Revisión B:** Emitido para Aprobación del Cliente

**Revisión 0:** Aprobado para Ingeniería Básica

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 2 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	8
3.1 Localización .....	8
3.2 Características del proyecto .....	10
3.2.1 Condiciones existentes .....	10
3.2.2 Fases y actividades del proyecto .....	16
3.2.2.1 Fase 1 .....	16
3.2.2.2 Fase 2 .....	18
3.2.3 Diseño del proyecto .....	21
3.2.3.1 Trazado y características geométricas de las obras a construir objeto del proyecto .....	22
3.2.3.2 Proceso constructivo .....	40
3.2.4 Facilidades portuarias .....	61
3.2.4.1 Descripción de las Facilidades del Terminal en Tierra .....	61
3.2.4.2 Infraestructura asociada al proyecto .....	73
3.2.4.3 Infraestructura y servicios interceptados por el proyecto .....	78
3.2.5 Insumos del proyecto .....	78
3.2.5.1 Volúmenes de Materiales de construcción .....	78
3.2.5.2 Materiales sobrantes .....	79
3.2.6 Fase de operación .....	80
3.2.6.1 Descripción Operaciones Portuarias .....	80
3.2.6.2 Maquinaria .....	93
3.3 Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y escombros .....	96
3.3.1 Manejo y disposición de materiales de dragado .....	97
3.3.2 Modelación de dragado y dispersión de sedimentos .....	97
3.3.2.1 Halo de Dispersión .....	118

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 3 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

3.3.3 Modelación de las descargas de metales pesados de acuerdo con el tipo de dragado .....	135
3.3.3.1 Calidad de sedimentos marinos de profundidad .....	135
3.3.3.2 Resultados obtenidos de los muestreos de sedimentos de profundidad.....	137
3.3.3.3 Análisis y comparación con la normatividad .....	139
3.4 Residuos peligrosos y no peligrosos .....	151
3.5 Costos del proyecto.....	153
3.6 Cronograma del proyecto.....	154
3.7 Organización del proyecto.....	158

### LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura No. 3.1 Localización del proyecto.....	9
Figura No. 3.2. Fotografías de infraestructura existente. a) Bodega, b) Quiosco, c) vía y d) embarcadero.....	11
Figura No. 3.3. Reserva Forestal Protectora de los Humedales León-Suriquí.....	13
Figura No. 3.4. Ruta de protección Colectiva .....	14
Figura No. 3.5. Presencia de títulos mineros en el área de influencia del proyecto.....	15
Figura No. 3.6. Registro de bloque exploratorio .....	16
Figura No. 3.7. Fases del muelle marítimo.....	19
Figura No. 3.8 Ejemplo de ajuste de la geometría de las Fases .....	20
Figura No. 3.9. Fases y numero de muelles en la plataforma Offshore .....	24
Figura No. 3.10. Corte transversal del muelle marítimo. ....	25
Figura No. 3.11. Plataforma de empalme.....	26
Figura No. 3.12. Sección del viaducto .....	28
Figura No. 3.13. Puente sobre el río León.....	29


	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 4 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Figura No. 3.14. Embarcadero sobre la orilla norte del Canal artificial de Nueva Colonia.....	30
Figura No. 3.15. Terminal en tierra.....	31
Figura No. 3.16. Áreas de dragado.....	32
Figura No. 3.17. Perforaciones geotécnicas y perfil estratigráfico.....	35
Figura No. 3.18. Localización del botadero.....	36
Figura No. 3.19. El método de descarga del material dragado en botadero.....	38
Figura No. 3.20. Estabilización por columnas de grava.....	44
Figura No. 3.21. Estabilización por vibrocompactación.....	45
Figura No. 3.22. Estabilización con jet-grouting.....	46
Figura No. 3.23. Anclaje de barcazas y ubicación y transporte de pilotes.....	47
Figura No. 3.24. Proceso constructivo muelle marítimo y viaducto.....	50
Figura No. 3.25. Martillo DELMAG y grúa.....	55
Figura No. 3.26. Instalación del Refuerzo dentro del pilote.....	56
Figura No. 3.27. Alzado formaleta para fundida.....	57
Figura No. 3.28. Alzado longitudinal estructura de apoyo y de arranque de arco.....	58
Figura No. 3.29. Alzado longitudinal montaje de elementos que componen el arco.....	59
Figura No. 3.30. Alzado longitudinal montaje de pendolones y tablero inferior.....	60
Figura No. 3.31. Silos y Bodegas de almacenamiento de granos Puerto Bahía Colombia de Urabá.....	66
Figura No. 3.32. Silos de graneles líquidos.....	67
Figura No. 3.33. Ubicación de válvulas para sectorización de la red contra incendios, flecha roja con azul.....	71
Figura No. 3.34. Sección típica de estructura de vía de Nueva Colonia a Puerto Bahía Colombia de Urabá.....	77
Figura No. 3.35. Sección típica de box culvert Puerto Bahía Colombia de Urabá.....	78


	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 5 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Figura No. 3.36. Flujograma de operación de contenedores. ....	84
Figura No. 3.37. Vehículos especializados para el transporte de granel, tolva de alta velocidad de descarga y tándem acoplado. ....	86
Figura No. 3.38. Flujograma de operación de graneles sólidos. ....	87
Figura No. 3.39. Sistema de descarga tipo Laiding.....	88
Figura No. 3.40. Flujograma de operación de carga general. ....	89
Figura No. 3.41. Flujograma de operación Ro-Ro.....	90
Figura No. 3.42. Flujograma de operación de graneles líquidos. ....	92
Figura No. 3.43. Localización de botadero y límite de dispersión. ....	96
Figura No. 3.44. Carta náutica 625.....	98
Figura No. 3.45. Batimetría de detalle de la zona de botadero. ....	99
Figura No. 3.46. Batimetría del golfo de Urabá.....	100
Figura No. 3.47. Evaluación de la trayectoria de dragado para la draga de succión.....	102
Figura No. 3.48. Trayectoria de vertido de material en el botadero.....	103
Figura No. 3.49. Esquema de funcionamiento de la metodología IH-Dredge (modificada por Aqua & Terra Consultores S.A.S) para la simulación de un proceso de dragado en tiempo real con una draga de succión.....	104
Figura No. 3.50. Localización del punto donde se obtuvieron las componentes armónicas del TPXO.....	112
Figura No. 3.51. Series de marea astronómica para el punto a las afueras del golfo. a) Serie para el primer semestre del año y b) serie para el segundo semestre del año. ....	113
Figura No. 3.52. Ciclo anual de los vientos de la estación Turbo.....	116
Figura No. 3.53. Localización de estaciones REDCAM.....	119
Figura No. 3.54. Concentración de sólidos suspendidos para una celda de descarga en el botadero.....	120
Figura No. 3.55. Localización de área de dragado y botadero.....	121


	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 6 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Figura No. 3.56. Secuencia de mayor dispersión sobre el perímetro del botadero.....	128
Figura No. 3.57. Dispersión de sólidos suspendidos totales para una descarga .....	131
Figura No. 3.58. Concentración SST de la primera descarga primer semestre (N 1.374.755,75 m; E 697.097,53 m). .....	132
Figura No. 3.59. Secuencia de mayor dispersión sobre el perímetro del botadero, para el segundo semestre del año. ....	134
Figura No. 3.60 Ubicación de las perforaciones.....	136
Figura No. 3.61. Comportamiento del Mercurio.....	149
Figura No. 3.62. Serie temporal del material vertido en el botadero. ....	150
Figura No. 3.63. Propuesta de organización del proyecto.....	158

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla No. 3.1. Coordenadas que limitan el perímetro del muelle.....	9
Tabla No. 3.2. Coordenadas que limitan el perímetro del terminal en tierra. ....	9
Tabla No. 3.3. Facilidades portuarias y áreas. ....	17
Tabla No. 3.4. Proyección de carga a corto y mediano plazo. ....	21
Tabla No. 3.5. Embarcaciones de diseño.....	21
Tabla No. 3.6. Capacidad de puesto de amarre.....	22
Tabla No. 3.7. Cálculo del volumen sedimentado entre 2001 y 2012 en la zona de fondeo..	33
Tabla No. 3.8. Coordenadas del área de botadero. ....	37
Tabla No. 3.9. Listado de equipos que podrían utilizar dependiendo de la disponibilidad en el mercado .....	38
Tabla No. 3.10. Capacidad de almacenamiento Silos Graneleros .....	64



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 7 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Tabla No. 3.11. Áreas construidas en las instalaciones en tierra que requieren hidrantes....	69
Tabla No. 3.12. Materiales disponibles.....	75
Tabla No. 3.13. Áreas de la subestación.....	76
Tabla No. 3.14. Volúmenes de concreto para terminal en tierra. ....	79
Tabla No. 3.15. Volúmenes de materiales del muelle y viaducto. ....	79
Tabla No. 3.16. Operación de carga de graneles.....	86
Tabla No. 3.17. Caudal sólido introducido por los ríos León y Atrato al golfo de Urabá .....	110
Tabla No. 3.18 Componentes armónicos de marea, obtenidos del TPXO .....	111
Tabla No. 3.19 Selección de casos .....	117
Tabla No. 3.20. Valores históricos de Sólidos Suspendidos Totales en Bahía Colombia (mg/l).....	119
Tabla No. 3.21. Coordenadas de las perforaciones .....	136
Tabla No. 3.22. Resultados de análisis de la calidad físico-química de los sedimentos marinos de profundidad.....	138
Tabla No. 3.23. Valores asociados a los Niveles de Acción 1 y 2 en la norma española	140
Tabla No. 3.24. Categoría CEDEX para material dragado en función de la concentración de contaminantes .....	142
Tabla No. 3.25. Comparación de resultados en PF8 con la norma española y clasificación del resultado.....	142
Tabla No. 3.26. Comparación de resultados en PF9 con la norma española y clasificación del resultado.....	144
Tabla No. 3.27. Comparación de resultados en PF10 con la norma española y clasificación del resultado.....	146

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 8 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

### 3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

#### 3.1 Localización

El proyecto de Puerto Bahía Colombia de Urabá se encuentra localizado al costado sur de Bahía Colombia del Golfo Urabá, mar Caribe de la costa Atlántica de Colombia, en cercanías a la desembocadura del río León y la vereda El Canal del corregimiento de Nueva Colonia, perteneciente al municipio de Turbo, Antioquia.

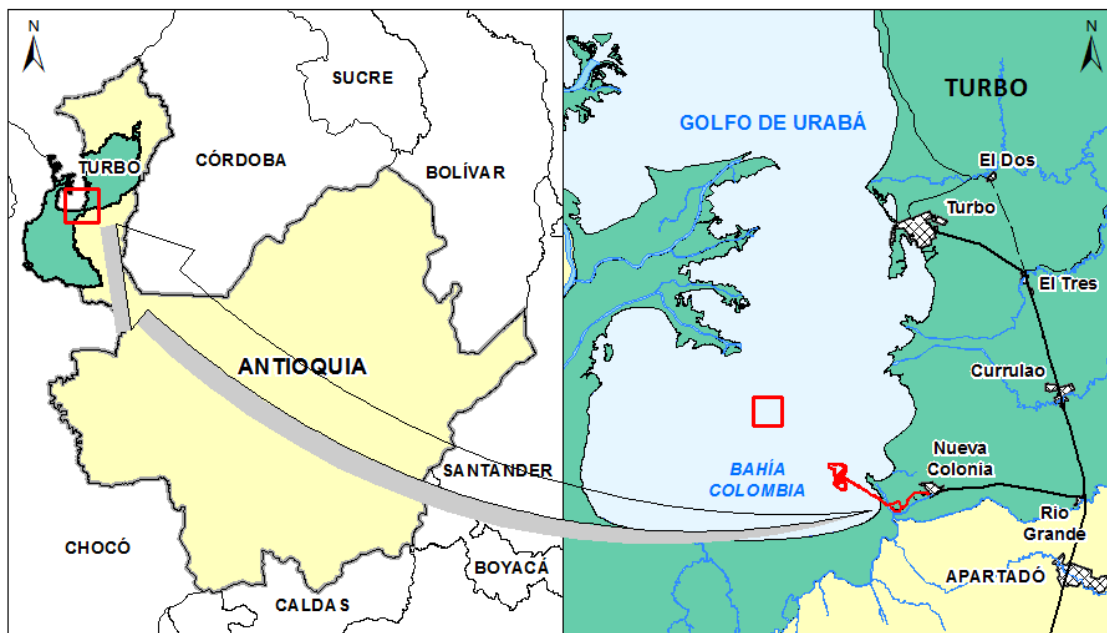
El proyecto se localiza a 2600 m aguas arriba de la desembocadura de río León, en las coordenadas 7°55'28" latitud Norte y 76°44'15" longitud Oeste. La altura media del proyecto es de 1.5 m.s.n.m De acuerdo con su ubicación el proyecto colinda con:

Norte: Bahía Colombia, Golfo Urabá y el Municipio de Turbo

Sur: Canal de Nueva Colonia, Municipio de Apartadó y Carepa, departamento de Antioquia.

Oriente: Corregimientos de Turbo, Nueva Colonia y Río Grande.

Occidente: Río León y Límite fronterizo con Panamá.





	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 9 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

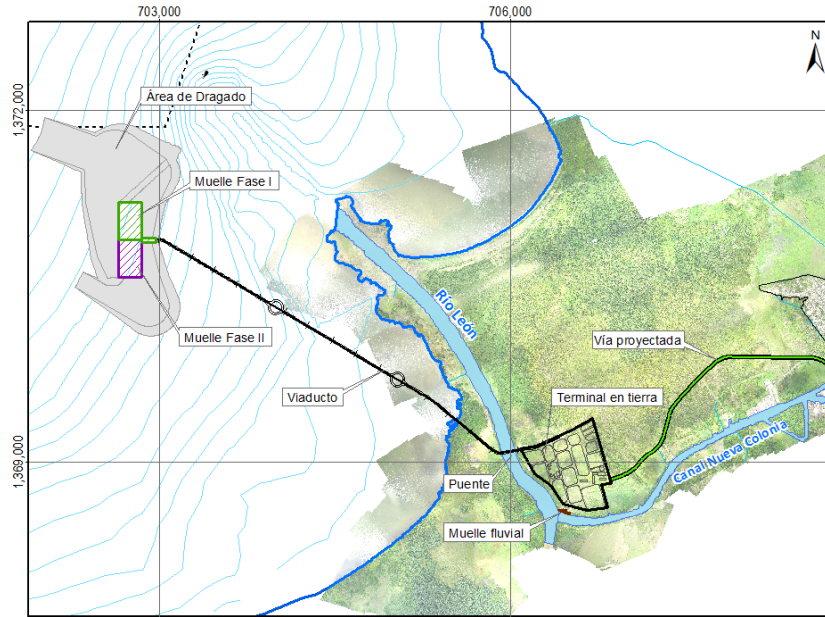


Figura No. 3.1 Localización del proyecto.  
Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados.

El proyecto se encuentra localizado en dos sectores de relevancia y nombrados como, terminal en tierra y muelle. La conexión entre los dos sectores está desarrollada a partir de un viaducto. Las coordenadas de cada uno de los sectores son:

Tabla No. 3.1. Coordenadas que limitan el perímetro del muelle.


Punto	Norte	Este
1	1371214.45	702645.89
2	1371214.45	702845.89
3	1370574.93	702845.89
4	1370574.93	702645.89

Fuente: Aqua & Terra Consultores SAS.

El terminal en tierra se localiza a 50 metros al oriente de la orilla derecha del río León.

Tabla No. 3.2. Coordenadas que limitan el perímetro del terminal en tierra.

Punto	Norte	Este
1	1369113.603	706081.135
2	1369270.235	706.6519.645

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 10 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

Punto	Norte	Este
3	1369371.024	706698.387
4	1368815.985	706857.085
5	1368807.805	706770.907
6	1368607.500	706825.340
7	1368589.745	706647.135
8	1368637.195	706441.995
9	1368800.797	706338.436
10	1368900.580	706201.710

Fuente: Aqua & Terra Consultores SAS.

La conexión entre el terminal en tierra y el muelle se hará por medio de un viaducto que cruzará el río León con un puente de longitud libre entre pilas de 137.91 m y una longitud total del viaducto de 4200 m (incluido el puente y plataforma de empalme). El área del proyecto del terminal en tierra consta de 35 hectáreas (ha) y la del muelle marítimo de 12.8 ha.

### 3.2 Características del proyecto

En este capítulo se hará una breve descripción de las características del proyecto, la cual relacionará las condiciones existentes, fases y procesos constructivos, diseño, insumos, manejo de materiales, costos y organización del proyecto Puerto Bahía Colombia de Urabá.


El objeto principal de esta facilidad portuaria es multipropósito, enfocada principalmente en los siguientes sectores:

- Exportación de Alimentos percederos como banano, plátano y frutos exóticos.
- Exportación e Importación de contenedores.
- Importación de vehículos automotores.
- Importación y Exportación de Graneles tanto solidos como líquidos

#### 3.2.1 Condiciones existentes

La infraestructura existente en el área del proyecto se relaciona a continuación:

- Bodega de almacenamiento con un área aproximada de 1400 m<sup>2</sup>.
- Quiosco de vigilancia

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	 <b>aqua &amp; terra</b>
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 11 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- Vía en afirmado de 870 m de longitud y 4 m de ancho.
- Embarcadero.



a) Bodega



b) Quiosco



c) vía





d) embarcadero

Figura No. 3.2. Fotografías de infraestructura existente. a) Bodega, b) Quiosco, c) vía y d) embarcadero.

**Fuente: Aqua & Terra Consultores SAS.**

La vía existente se clasifica como vía de tercer orden, según los criterios establecidos por el Ministerio de Transporte, definidos a continuación:

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 12 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- Red de Tercer Orden Calzada Sencilla  $\leq$  a 6.00 m
- Red de Tercer Orden  $\geq$  1 Veh/día < 150 Veh/día
- Red de Tercer Orden Permite la comunicación a nivel Vereda
- Red de Tercer Orden Cabeceras municipales con menos de 15.000 habitantes

Con respecto a la infraestructura relacionada con los aspectos contemplados en el artículo 7 de la ley 1682 de 22 de noviembre de 2013, se contempla los siguientes apartes:

- a) El patrimonio urbano, arquitectónico, cultural y arqueológico;



De acuerdo con la información reportada en la caracterización del proyecto, en el área de influencia no se reportan bienes muebles e inmuebles que sean catalogados como patrimonio cultural, arquitectónico.

Con respecto a la información relativa al potencial arqueológico de la zona, el estudio de impacto ambiental, tomo I, II y III. "CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS" señala que no se justifica un estudio arqueológico ya que "La DIMAR no considera la Bahía Colombia como de interés para especies náufragas y menos aún las bocas del río León, al reconocer que esta zona en particular, no fue objeto del ingreso de galeones durante los períodos propios de la conquista" (Araújo Ibarra & Asociados S.A. Página 37).

Por otra parte concluyen que; "El área del Proyecto en tierra corresponde a una zona recientemente emergida derivada de los procesos de sedimentación gestados por la alta carga sedimentaria del río León y de disposición de material dragado del río León y del canal Nueva Colonia. Por esta razón, sobre estos suelos pantanosos o con inundaciones prolongadas (de acuerdo con la clasificación de suelos del IGAC), y dada la intensidad de las inundaciones en la zona, no es dable encontrar vestigios arqueológicos de comunidades prehispánicas en la zona de interés".

No obstante, el 24 de agosto del 2015 se radicó en el Instituto de Colombiano de Antropología e Historia (ICANH) la formulación del Plan de Manejo Arqueológico, para evaluación de dicha entidad (ver Anexo 5.3.7.2).

- b) Los recursos, bienes o áreas objeto de autorización, permiso o licencia ambiental o en proceso de declaratoria de reserva, exclusión o áreas protegidos.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 13 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Se registra la Reserva Forestal Protectora de los Humedales León-Suriquí del municipio de Turbo, la cual fue objeto de sustracción parcial a través del Acuerdo 100-02-02-01-0004-2011 de marzo de 2011 *mediante el cual “se sustrae parcial y temporalmente un área de la reserva y se levanta parcialmente una veda”*.

Con respecto a la anterior sustracción, la Sociedad Portuaria Puerto Bahía Colombia S.A, a través de radicado 200-34-58-3237, solicitó aclaración del acuerdo anteriormente enunciado (acuerdo 100-02-02-01-011-2009) en el sentido de rectificar las coordenadas del área sustraída.

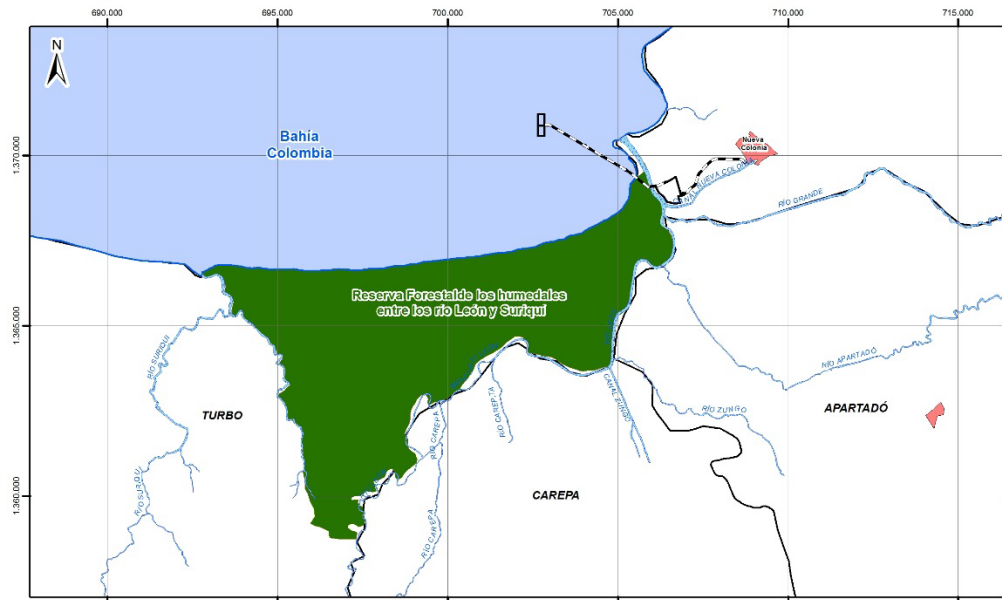



Figura No. 3.3. Reserva Forestal Protectora de los Humedales León-Suriquí

Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

- c) Los inmuebles sobre los cuales recaigan medidas de protección al patrimonio de la población desplazada y/o restitución de tierras, conforme a lo previsto en las Leyes 387 de 1997 y 1448 de 2011 y demás disposiciones que las modifiquen, adicionen o complementen.

Consultando previamente la información registrada en el geovisor de la ANLA para verificar posibles afectaciones o limitaciones en la zona objeto de estudio, se identificó en la actual área de influencia de Puerto Bahía Colombia de Urabá la presencia de una **Declaratoria de ruta de protección Colectiva**. Esta figura de protección colectiva está regulada en la Ley 387 de 1997, el Decreto 2007 de 2001, el Decreto 250 de 2005. Es un mecanismo que permite a los Comités Territoriales (Municipales, Distritales o Departamentales) para la Atención Integral

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 14 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

de la Población Desplazada – CTAIPD, proteger los derechos ejercidos por las personas sobre predios y el derecho fundamental de las comunidades al territorio, cuando se presenten circunstancias que puedan originar o hayan originado el desplazamiento forzado en una zona determinada del territorio de jurisdicción del Comité, éste procederá a identificar las personas que tengan la calidad de propietarios, poseedores, ocupantes o tenedores.

En la Figura No. 3.4 , se observa la zona con declaratoria de ruta de protección colectiva, superponiendo el área de influencia inicial del proyecto.

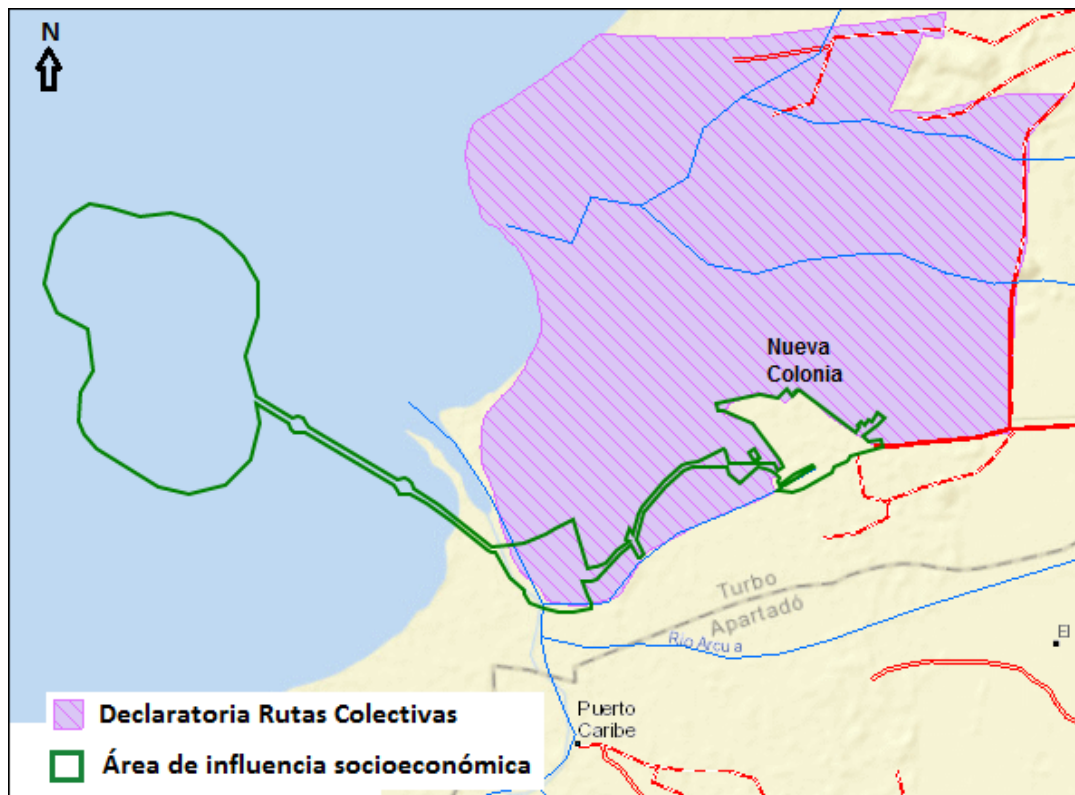




Figura No. 3.4. Ruta de protección Colectiva

Fuente: Geovisor \_Autoridad Nacional de Licencias Ambientales –ANLA.

d) Las comunidades étnicas establecidas.

En el Área de Influencia del proyecto, no se registra la presencia de comunidades étnicas, de acuerdo con la Certificación No. 1099 del 04 de agosto de 2015, emitida por el Ministerio del Interior a través de la Dirección de Consulta Previa.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 15 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- e) Títulos mineros en procesos de adjudicación, otorgados, existentes y en explotación;

Atendiendo a la información reportada en catastro minero, no se reportan concesiones o títulos mineros en el área de estudio, tal y como se muestra en la siguiente figura:

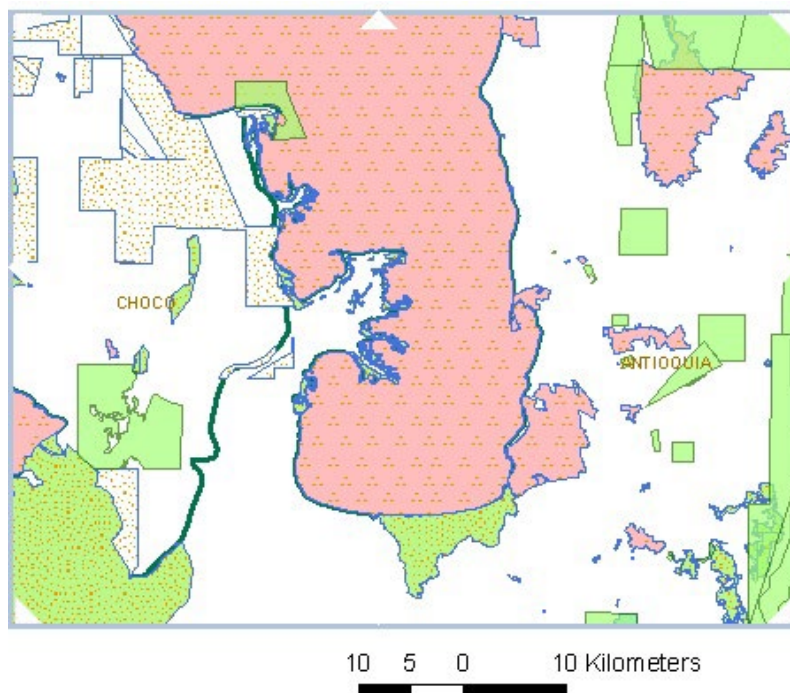


Figura No. 3.5. Presencia de títulos mineros en el área de influencia del proyecto

Fuente: Catastro minero colombiano, 2014

De la misma manera, atendiendo a la información reportada en el Geovisor de la Agencia Nacional de Hidrocarburos, no se reportan bloques para la exploración y explotación de hidrocarburos en el área de influencia tal y como se muestra en la Figura No. 3.6.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 16 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

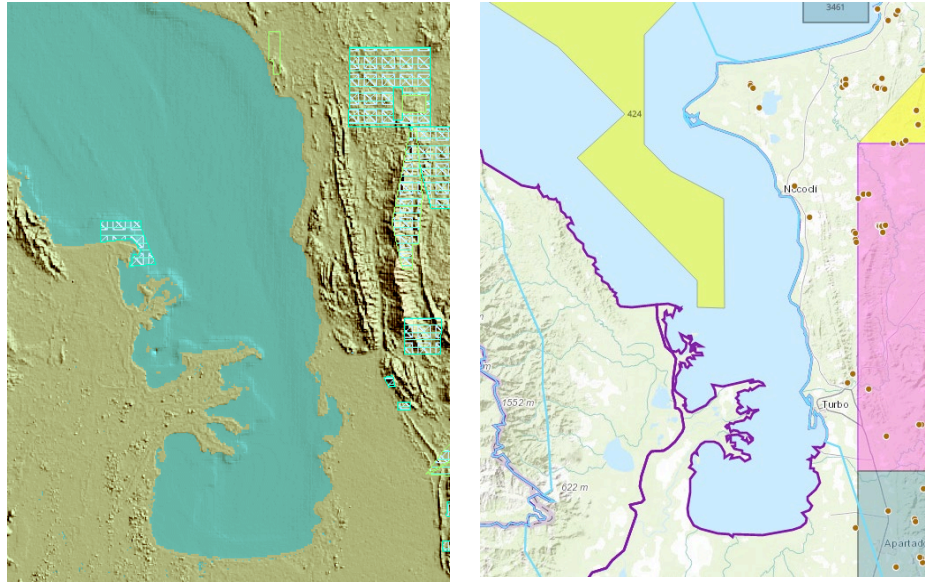


Figura No. 3.6. Registro de bloque exploratorio

Fuente: Geovisor de la Agencia Nacional de Hidrocarburos ANH

Actualmente el terreno donde se localiza el proyecto tiene uso portuario de acuerdo con el POT de Turbo (Acuerdo 022 de 2012). Esta área no cuenta con redes de servicio público como, energía eléctrica, acueducto y alcantarillado.

### 3.2.2 Fases y actividades del proyecto



El proyecto de Puerto Bahía Colombia de Urabá está dividido en 2 fases constructivas, descritas a continuación:

#### 3.2.2.1 Fase 1

Esta fase contempla, el terminal en tierra, puente sobre el río León, viaducto de conexión y muelle fase 1. El muelle fase 1, consta de 340 m de longitud y 200 m de ancho, para 5 posiciones de atraque (ver Figura No. 3.9).

En esta fase, la configuración de atraque es: costado occidental buque para contenedores con 3 grúas pórtico post-panamax, los buques de carga general y graneles sólidos están distribuidos en los costados, norte, sur y oriental. En esta primera fase del muelle se hará una distribución de áreas de almacenamiento de contenedores secos con capacidad de 4168 Teus y refrigerados con una capacidad de 864 Teus, para un capacidad total de 4896 Teus en el muelle fase I. (ver Figura No. 3.9)



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 17 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Este muelle contará con un equipo de operación compuesto por:


- 9 grúas RTG (Rubber tyred granty crane) Híbrida 6+1 x 6+1.
- 1 grúa móvil Liebherr LHM 550
- 2 reach stacker
- 1 montacargas 10 T
- 6 tolvas
- 6 cucharas

Además de lo descrito anteriormente, este muelle contará con una subestación eléctrica y área de generación, báscula y una edificación con comedores y baños.

Por otra parte, el terminal en tierra, cuenta con una distribución de áreas de alrededor 41 facilidades, descritas en la siguiente tabla. (Figura No. 3.15)

Tabla No. 3.3. Facilidades portuarias y áreas.

ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Portal de entrada
2	Edificio de vigilancia y control
3	Edificio administrativo
4	Modulo típico de comedores (son: 5 módulos)
5	Parqueadero de visitantes
6	Parqueadero de enturnamiento
7	Área de alojamiento policía antinarcóticos (suelo mejorado)- lote total-
8	Bodega de inspección de exportaciones
9	Oficina de policía antinarcóticos
10	Módulo de baños (son: 7 módulos)
11	Bodega de consolidación de exportación de perecederos
11A	Bodega de consolidación cajas sueltas a granel de exportación de perecederos
11B	Área de crecimiento futuro de bodega de consolidación de exportación de perecederos
12	Bodega de inspección de importaciones
12A	Área de crecimiento futuro de bodega de importaciones
13	Bodega de consolidación y desconsolidación
13A	Área de crecimiento futuro de bodega de consolidación y desconsolidación
14	Maestranza lavado de contenedores (suelo mejorado)
15	Maestranza reparación de contenedores (duelo mejorado)
16	Maestranza mantenimiento de contenedores (suelo mejorado)
17	Patio de contenedores vacíos, capacidad estática : 1200 TEUS (suelo mejorado)


	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 18 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

ITEM	DESCRIPCIÓN
18	Patio de contenedores vacíos, capacidad estática : 1320 TEUS (suelo mejorado)
19	Patio de contenedores vacíos, capacidad estática : 2304 TEUS (suelo mejorado)
20	Parqueadero de camiones provenientes de fincas (suelo mejorado)
21	Parqueadero de visitantes del alojamiento de policías antinarcóticos (suelo mejorado)
22	Patio de vehículos importados (suelo mejorado)
23	Patio de tráiler (suelo mejorado)
24	Taller de mantenimiento
25	Almacén de repuestos
26	Subestación eléctrica principal
27	Subestación eléctrica secundaria
28	Estación de bomberos
29	Enfermería
30	Estación de combustible
31	Almacenamiento de combustible y oficina
32	Básculas
33	Zona de rayos x
34	Garitas
40	Área de graneles (área de reserva sin intervención )
40A	Báscula en área de graneles (área de reserva sin intervención)
40B	Área de cargue en graneles (área de reserva sin intervención )
40C	Área de cargue en graneles (área de reserva sin intervención )
50	Zonas empradizadas con arborización
51	Planta de tratamiento de agua potable
52	Tanque de almacenamiento de agua
53	Tanque colector de aguas lluvias
54	Graneles líquidos
55	Muelle fluvial para la etapa de construcción
60	Vía en pavimento flexible (vehículo de diseño: Reach stacker)
61	Vía en pavimento flexible (vehículo de diseño: camión C-6o T3-S3)
62	Vía en pavimento flexible (vehículo de diseño: automóviles)
70	Otras áreas con suelos mejorados y andenes varios
80	Otras áreas de reserva sin intervención

Fuente: PIO SAS, septiembre 2015

### 3.2.2.2 Fase 2

El muelle fase 2 es una extensión del muelle fase 1, y sus dimensiones son: 300 m de longitud y 200 m de ancho. Al ser esta fase, una extensión del muelle fase 1, el

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 19 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

terminal marítimo contará con una longitud total de 640 m, conservando el ancho de 200 m. Al igual que el muelle fase 1, éste será una extensión de áreas de almacenamiento de contenedores secos y refrigerados y por lo tanto de capacidad estática, capacidad total y equipos de operación.

Adicionalmente, es importante aclarar que teniendo en cuenta las condiciones del mercado portuario y las necesidades actuales para la recepción, descarga y almacenamiento de materias primas, se presentó un diseño geométrico en dos fases (ver Figura No. 3.7). La opción de ubicación y geometría del muelle planteado para la fase 1, fue planteada para ser desarrollada en la sección norte del muelle y constaría de 340 m de longitud y 200 m de ancho con disponibilidad de 5 posiciones de atraque. La fase 2, presenta una extensión y geometría similar al muelle fase 1. Las dimensiones planteadas para el muelle fase 2 son de 300 m de longitud y 200 m de ancho. La totalidad del muelle o terminal marítimo contará con una longitud total de 640 m, y un ancho de 200 m.

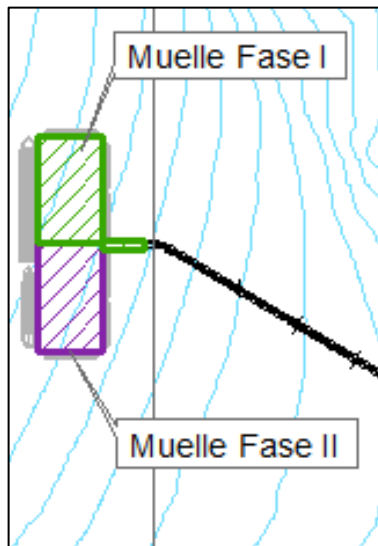




Figura No. 3.7. Fases del muelle marítimo

No obstante lo anterior, es importante mencionar que el mercado portuario es dinámico y cambiante, así como también lo son las necesidades del volumen de importación y exportación de materias primas e insumos requeridos por el país. Por lo tanto, se considera la posibilidad de que la geometría (más no el área del muelle o terminal marítimo Fase 1 y Fase 2 ni su método o diseño constructivo) pueda ser ajustada según los requerimientos y necesidades. La Figura No. 3.8,

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 20 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

presenta un ejemplo de las posibles geometrías. De esto se resalta que, independiente de la geometría no se intervendrían áreas adicionales a las evaluadas en el presente estudio y que cualquier ajuste en la geometría del muelle estará acorde a las normas constructivas internacionales y las relacionadas en el presente estudio en cuanto a cimentaciones, hincado de pilotes, losas de concreto, etc, así como no serán modificados los métodos constructivos propuestos. Se resalta también que se respetará el área de influencia, para que en condiciones dinámicas del mercado exterior se diseñe y construya la solución portuaria que en términos de seguridad y operación cumpla con los más altos estándares de eficiencia.

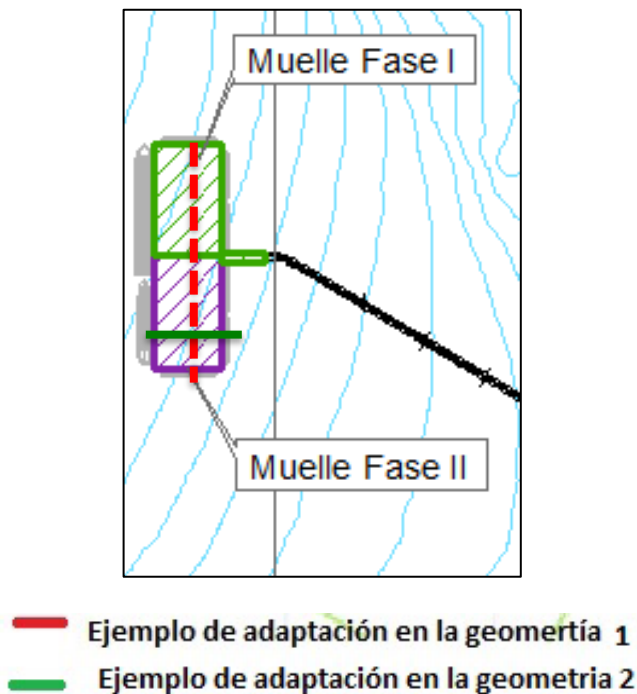




Figura No. 3.8 Ejemplo de ajuste de la geometría de las Fases

Contemplando la dinámica del mercado y la implicación de un ajuste en la geometría a las fases del proyecto, es importante mencionar que la evaluación de los posibles impactos ambientales a ser generados por las diferentes actividades del proyecto, principalmente en la etapa constructiva, fueron evaluadas contemplando la ejecución de estas en la totalidad del área y geometría final del muelle marítimo, lo que permitió conocer durante cada etapa el impacto e importancia del mismo sobre los componentes ambientales identificados. Lo

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 21 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

anterior permite concluir que un ajuste en la geometría de las fases del muelle no generaría impactos adicionales o un aumento en la magnitud e importancia de los ya contemplados.

### 3.2.3 Diseño del proyecto

El proyecto de Puerto Bahía Colombia de Urabá consiste en un puerto multipropósito de manejo de carga exportación/importación de contenedores, graneles sólidos y líquidos (no hidrocarburos), terminal de importación de vehículos. Las principales características de diseño del puerto multipropósito son la proyección de cargas de los servicios mercantiles del puerto y por lo tanto la embarcación o buque de diseño. Las cargas proyectadas a corto y largo plazo (2019 y 2030, respectivamente), de acuerdo al análisis de cargas se relacionan a continuación (Tabla No. 3.4).

Tabla No. 3.4. Proyección de carga a corto y mediano plazo.



CARGA MOVILIZADA	2,018	2,019	2,020	2,021	2,022	2,023	2,024	2,025	2,026	2,027	2,028	2,029	2,030
<b>TON Movilizada tipo de carga</b>													
Contenedores 40 Ft. Llenos Refrig.	825,000	1,650,000	1,707,000	1,765,973	1,826,986	1,890,111	1,950,356	2,003,802	2,003,802	2,003,802	2,003,802	2,003,802	2,003,802
Contenedores Secos Llenos	633,540	1,267,081	1,355,776	1,450,681	1,523,215	1,599,376	1,679,344	1,729,725	1,729,725	1,729,725	1,729,725	1,729,725	1,729,725
Vehículos Movilizados	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000
Carga Suelta (TON)	400,000	800,000	1,000,000	1,015,000	1,030,225	1,045,678	1,061,364	1,077,284	1,093,443	1,109,845	1,126,493	1,143,390	1,160,541
Carga Granel (TON)	1,000,000	1,500,000	1,522,500	1,545,338	1,568,518	1,592,045	1,615,926	1,640,165	1,664,767	1,689,739	1,715,085	1,740,811	1,766,923
<b>Total TON</b>	<b>2,894,540</b>	<b>5,253,081</b>	<b>5,621,276</b>	<b>5,812,991</b>	<b>5,984,943</b>	<b>6,163,210</b>	<b>6,342,990</b>	<b>6,486,975</b>	<b>6,527,737</b>	<b>6,569,110</b>	<b>6,611,104</b>	<b>6,653,728</b>	<b>6,696,991</b>
<b>Movilización Carga (TEUs)</b>													
TEUs Vacíos Refrigerados	67,500	135,000	139,800	144,770	149,917	155,246	161,270	166,615	166,615	166,615	166,615	166,615	166,615
TEUs Llenos Refrigerados	82,500	165,000	170,700	176,597	182,699	189,011	195,036	200,380	200,380	200,380	200,380	200,380	200,380
Refrigerados Banano Expo	75,000	150,000	155,250	160,684	166,308	172,128	178,153	183,498	183,498	183,498	183,498	183,498	183,498
Refrigerados Otros Impo	7,500	15,000	15,450	15,914	16,391	16,883	16,883	16,883	16,883	16,883	16,883	16,883	16,883
TEUs Secos Vacíos	10,000	20,000	21,400	22,898	24,043	25,245	26,507	27,303	27,303	27,303	27,303	27,303	27,303
TEUs Secos Llenos	60,000	120,000	128,400	137,388	144,257	151,470	159,044	163,815	163,815	163,815	163,815	163,815	163,815
<b>Total TEUs</b>	<b>220,000</b>	<b>440,000</b>	<b>460,300</b>	<b>481,654</b>	<b>500,916</b>	<b>520,972</b>	<b>541,857</b>	<b>558,113</b>	<b>558,113</b>	<b>558,113</b>	<b>558,113</b>	<b>558,113</b>	<b>558,113</b>

Fuente: PIO SAS, mayo 2015.

Los buques de diseño para los diferentes propósitos se relacionan en la siguiente tabla:

Tabla No. 3.5. Embarcaciones de diseño

	<b>1A - Initial</b>	<b>1A</b>	<b>2A</b>	<b>1B / 2B</b>	<b>1C</b>	<b>1D</b>
<b>Tipo</b>	contenedor es	contenedores	contenedores	graneleros	vehículos	graneleros
<b>Tamaño</b>	4-5,000 TEU	6-8,000 TEU	12,500 TEU	60,000 dwt	30,000 dwt	35,000 dwt
<b>Eslora L<sub>oa</sub> (m)</b>	285	300	366	220	200	180
<b>Manga B<sub>s</sub> (m)</b>	40.0	43.0	49.0	33.0	32.3	24
<b>24Calado cargado T (m)</b>	13.0	14.5	15.2	12.7	11.0	10.5

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 22 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Fuente: Port Consultant Rotterdam, mayo de 2015

Con la proyección de carga y definidos los buques tipo, los puntos de amarre y capacidad de cargue y descargue se describe a continuación (Tabla No. 3.6):

Tabla No. 3.6. Capacidad de puesto de amarre

Type of cargo	Direction	Equipment	Net Capacity ton per hr	Parcel size in MT	Amount of days per year	Amount of hours per day	Berth Occupancy in %	Capacity in ton per berth per year	
A	Containers	import / export	3xSTS cranes	TEU per hr 120	5,000	350	21	60%	in TEU Per year 529,200
B	Grains /Fertilizers	Import	Mobile cranes (2)	ton per hr 400	Cars 40,000	300	21	70%	Cars per year 1,764,000
C	Cars	Import	none	Cars per hr 300	250	350	21	70%	Cars per year 1,543,500
D	General Cargo	Import / export	ships gear (2)	ton per hr 100	10,000	350	21	70%	514,500
E	Project Cargo	Import	Mobile crane	50	10,000	350	21	70%	257,250

Fuente: Port Consultant Rotterdam, mayo de 2015.



### 3.2.3.1 Trazado y características geométricas de las obras a construir objeto del proyecto

El proyecto cuenta con dos tipos de obras, offshore y on-shore. Las obras offshore son todas las obras desarrolladas en medio acuático y terrenos inundables que deben ser soportadas sobre pilares por encima del nivel medio del mar incluyendo el empalme con la plataforma o patio de trabajo en tierra firme y exceptuando las obras de balizaje. Las obras on-shore son las desarrolladas en tierra y que básicamente son, el terminal en tierra y la vía de acceso. En el Anexo del capítulo 3 se encuentra el plano en planta de ingeniería básica, el cual contiene las características de las obras a construir.

#### 3.2.3.1.1 Muelle Marítimo

El muelle se encuentra localizado al costado occidental de la desembocadura del río León (aproximadamente 1900 m<sup>1</sup>). La orientación del muelle en Bahía Colombia es Norte – Sur. Este muelle se construirá en dos fases. El muelle fase 1, está definido con la sección norte del muelle y constará de 340 m de longitud y 200 m de ancho con disponibilidad de 5 posiciones de atraque. El muelle fase 2, sección sur del muelle con una longitud de 300 m, para una longitud total de 640 m y en total 8 posiciones de atraque. Este muelle estructuralmente está definido por una plataforma cimentada en pilotes y una losa en concreto.

<sup>1</sup> Las áreas y longitudes de todo el estudio están medidas en el sistema de coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		Página 23 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:

Esta plataforma consiste en una gran superficie de concreto reforzado, ubicada a aproximadamente 5.00 m sobre el nivel promedio de bajamares de Sicigia MLWS, soportada con pilotes metálicos.

Se debe tener en cuenta para los diseños y la construcción, que la plataforma Of-Shore servirá a barcos de contenedores, barcos graneleros, carga general y operaciones RoRo para descargue de vehículos .(ver Figura No. 3.9). Como se menciona anteriormente el muelle está dividido en dos fases, teniendo en cuenta que esta configuración esta sujeta a cambio según lo enunciado en el numeral 3.2.1.2).

#### Fase 1

- Muelle 1A. - Muelle de Contenedores.
- Muelle 1B. - Muelle de Graneles y Carga General.
- Muelle 1C. - Muelle Roll-On/Roll-Off para vehículos y Carga General.
- Muelle 1D. - Muelle de Graneles.

#### Fase 2

- Muelle 2A. - Muelle de Contenedores.
- Muelle 2B. - Muelle de Graneles.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 24 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

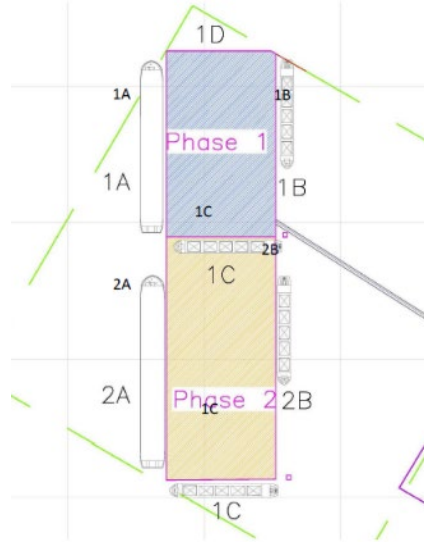


Figura No. 3.9. Fases y numero de muelles en la plataforma Offshore

Fuentes Port Consultant Rotterdam, mayo de 2015.

La configuración de pilotes en el muelle es de 70 pulgadas de diámetro, separados cada 6.42 m desde el eje en sentido norte - sur y 6.25 m en sentido oriente - occidente. Los pilotes son metálicos GR 60, con espesor nominal de 12 mm y espesor de corrosión 5.6 mm. Para la fase 1 se deben hincar aproximadamente 1643 pilotes y 11457 para fase 2, para un total de 3100 pilotes en el muelle.



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 25 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

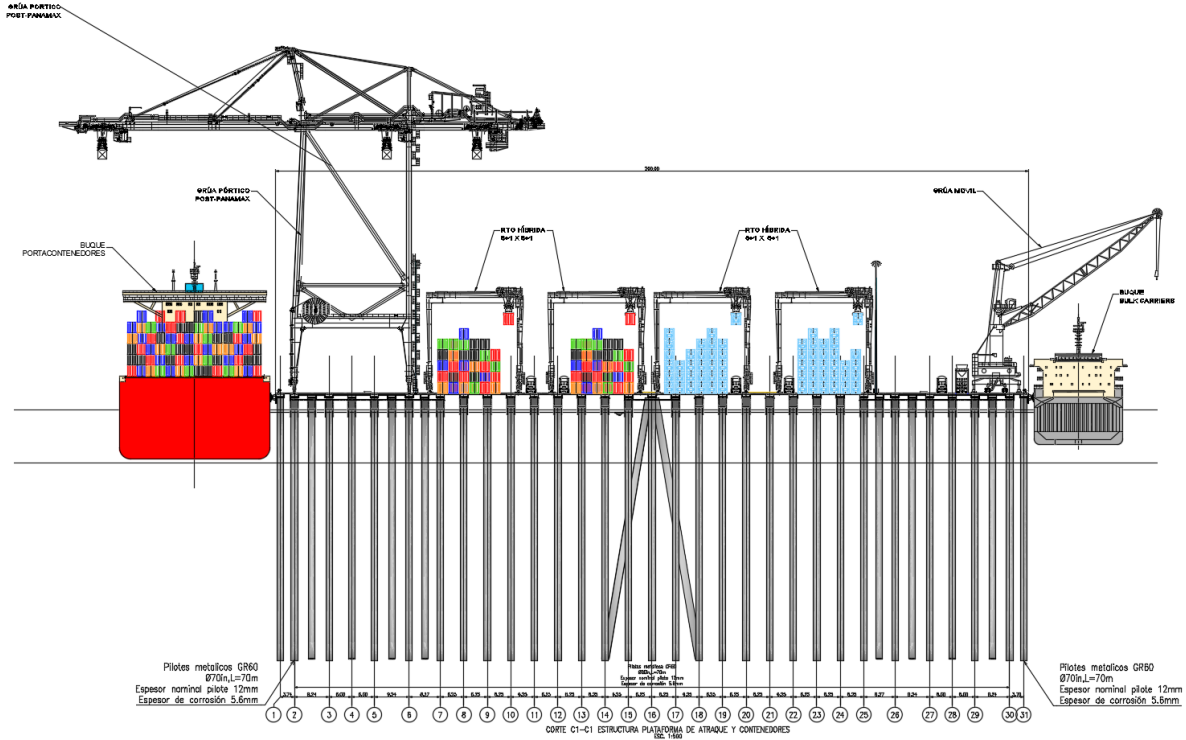


Figura No. 3.10. Corte transversal del muelle marítimo.

Fuente: PIO SAS, junio 2015.

### 3.2.3.1.2 Plataforma de Empalme

En el extremo sur oriental del muelle se conformará una plataforma auxiliar de características similares a la anterior, con dimensiones nominales en planta de 33m de ancho por 117 m de longitud.

Esta plataforma auxiliar estará destinada a las operaciones de mantenimiento del equipo de grúas de la plataforma, retorno de vehículos, servicios al personal y operaciones menores no relacionadas directamente con los buques y, a su vez servirá de empalme con la pasarela de acceso vehicular única desde el puerto terrestre.

Por su uso deberá ser capaz de atender cargas muertas no operativas de las grúas móviles, así como de cargas de ensamble y montaje de equipos para las ampliaciones y/o complementaciones de equipo, como mínimo de 4 t/m<sup>2</sup>, se debe considerar la operación temporal de elevadores hidráulicos tipo Reach- Stacker.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 26 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

En el empalme de esta plataforma con la plataforma principal, se deberá prever una dilatación de amplitud suficiente para permitir los desplazamientos esperados tanto de ataque como de sismo de la plataforma principal. En esta dilatación se deberá proveer una junta metálica deslizante con capacidad de carga puntual correspondiente a la máxima carga de las grúas y/o vehículos que transitarán por ella.

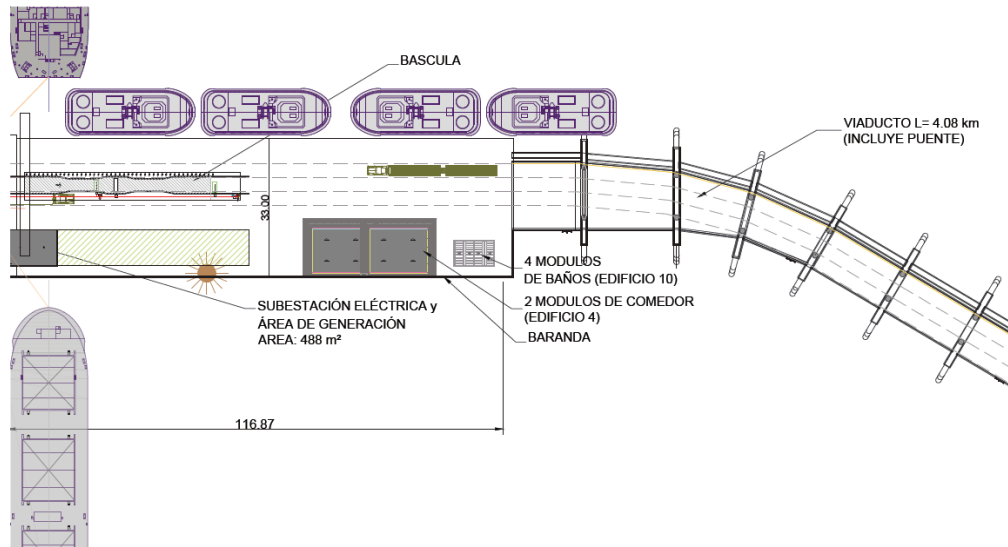



Figura No. 3.11. Plataforma de empalme  
Fuentes PIO SAS, septiembre de 2015.

### 3.2.3.1.3 Viaducto

Para acceder, tanto vehicular como peatonalmente desde las facilidades en tierra, se ha provisto una pasarela aérea (viaducto) al mismo nivel del muelle en su mayor parte del recorrido, exceptuando la zona de mayor nivel necesaria para garantizar el gálibo libre de navegación del río León sobre el cual se debe cruzar en su porción terrestre la pasarela misma. Viaducto aprobado mediante giro ordinario ANLA 2015008528-2-001 del 13 de marzo de 2015.

La longitud total estimada del conjunto, que nace en la plataforma de operaciones terrestres conformada por rellenos y estabilizaciones hasta la plataforma del empalme es de 4080 m, de los cuales los primeros 1008 m están sobre tierra firme, incluido el puente, y la porción off shore con una extensión de 3000 m.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 27 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

El tramo sobre aguas de mar incluye dos cambios de alineamiento horizontal, dos intercambiadores viales para permitir retornos en puntos intermedios y un quiebre vertical requerido para adelantar la rampa de conexión con el punto alto del puente sobre el río León, con una pendiente no mayor al 3.5 %.


El viaducto cuenta con una calzada vehicular compuesta por tres carriles de tráfico de 3.53 m de ancho cada uno (10.60 m en total) y confinada por barandas con perfil de protección tipo New Jersey; una pasarela peatonal independiente de 1.2 m de ancho útil y dos corredores de carga lineal, el primero en la margen izquierda (sur y sur occidental) destinado a la ubicación de líneas de manejo de líquidos (agua potable, sanitaria, combustibles y productos líquidos a granel (no hidrocarburos)) con un ancho útil de 3.35 m y el segundo por el costado norte y nor-oriental con un ancho aproximado de 3.3 m, destinados a una futura banda de manejo de graneles sólidos bidireccional de alta capacidad (superior a 2000 t/hora) con sus correspondientes cubiertas y pasarelas de inspección y mantenimiento.

En el extremo exterior contra la plataforma de empalme, se ensanchará la calzada hasta lograr 4 carriles efectivos que faciliten el flujo de vehículos desde y hacia la plataforma mencionada (ver Figura No. 3.12).

En los 70 m finales, conectando la plataforma de empalme, se amplía gradualmente la sección de circulación de 3 a 4.5 carriles (4 carriles de 3.5 m + separador central de 1.75 m para un total de 15.75 m) para facilitar el flujo bidireccional como transición a los flujos de tráfico y las operaciones de control de tráfico y pesaje en la plataforma misma (ver Figura No. 3.11). Así mismo se efectuará la respectiva ampliación de las vigas de transversales para mantener los corredores laterales de transporte a granel y tuberías.

Entre el corredor vehicular y el corredor peatonal se ha previsto una franja para la conducción de las redes eléctricas y de comunicaciones apoyada en ambas estructuras (vehicular y peatonal) para la alimentación de los respectivos servicios hacia la plataforma de operaciones portuarias en mar.

El ancho total estimado del conjunto de pasarela y corredores es de 20 m, y estará conformado por un sistema soportado en pilares hincados sobre el nivel mar a aproximadamente 5.00m mínimo.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	 <b>aqua &amp; terra</b>
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 28 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

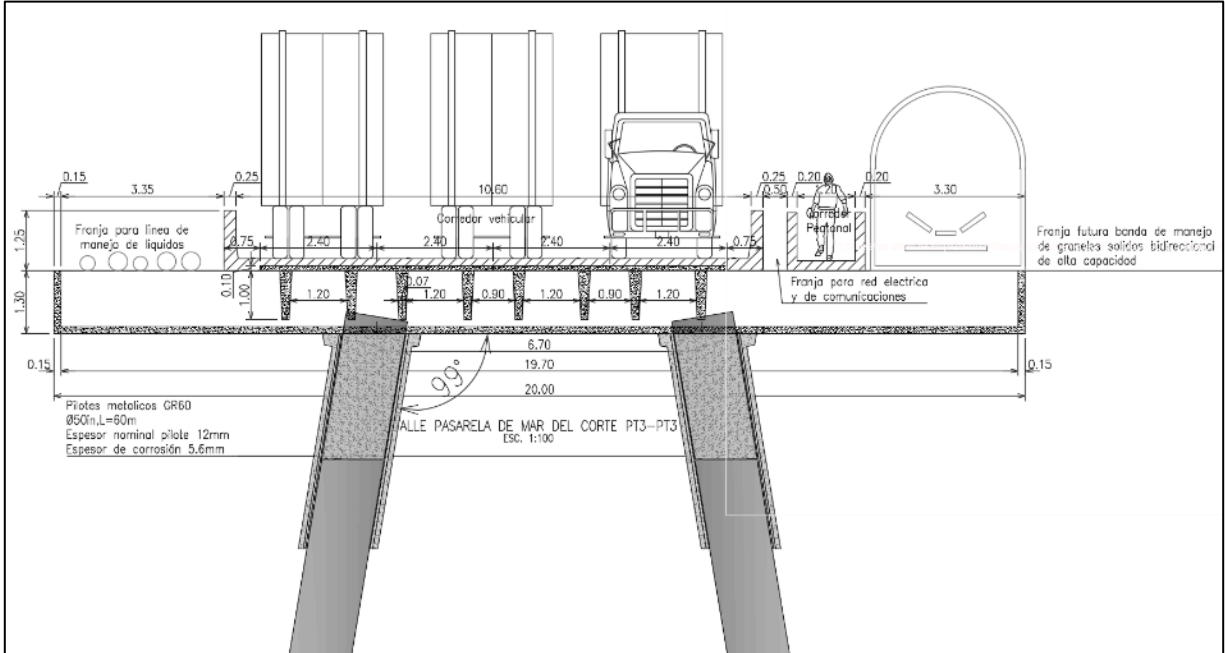


Figura No. 3.12. Sección del viaducto  
Fuentes PIO SAS, septiembre de 2015.

La porción inicial del viaducto en tierra estará distribuida inicialmente en 380 m desde el terminal en tierra, conectado a un puente de 137.91 m de longitud libre sobre el Río León donde deberá tener un gálibo libre de 15.0 m sobre el nivel medio de dicho río, para garantizar su navegabilidad actual. Finalmente 490 m en tierra, para un total de 1008 m.

La porción inicial de, aproximadamente 380 m de longitud, se conformará en una rampa ascendente para llegar desde la plataforma de tierra a aproximadamente 2.00 m sobre el nivel medio del mar hasta el nivel aproximado de +16.00 sobre el nivel medio del mar en el puente mismo con pendiente igual o inferior a 3.5%.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 29 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

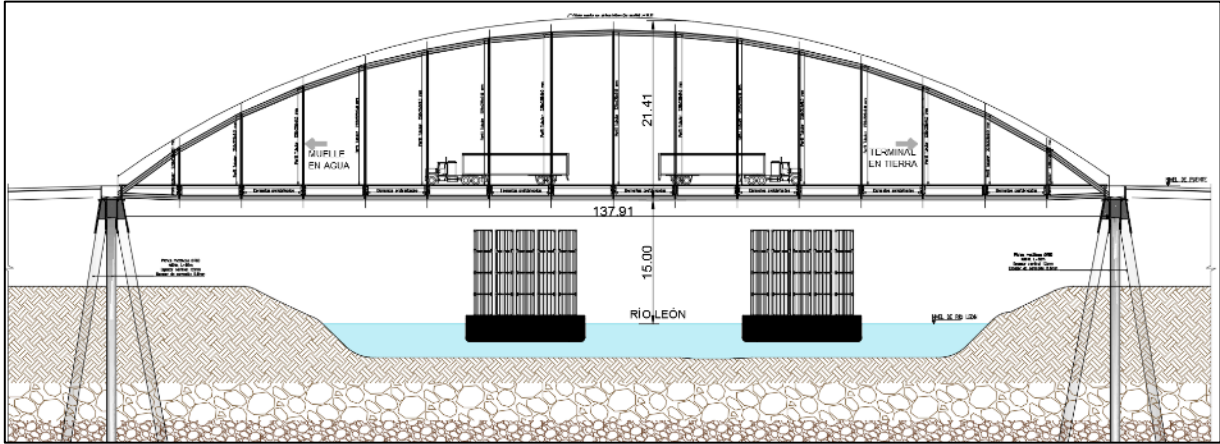


Figura No. 3.13. Puente sobre el río León  
Fuentes PIO SAS, septiembre de 2015.

### 3.2.3.1.4 Embarcadero Fluvial

Inicialmente en la etapa de construcción, se construirá un embarcadero en la orilla norte del canal artificial de Nueva Colonia, dentro de la extensión del predio de Puerto Bahía Colombia de Urabá; de acuerdo con lo autorizado en la resolución 0032 del 25 de enero de 2012, con el fin principal de apoyar la ejecución constructiva de fase I. Además, facilitará futuras fases constructivas, y para manejar cargas especiales sobredimensionadas no atendibles desde la plataforma principal de atraque.

El embarcadero fluvial tiene una longitud de 100m y 12 m de ancho (ver Figura No. 3.14), de manera tal que permita la operación de grúas con un calado efectivo actual no inferior a 2m en aguas mínimas del Río, donde se puedan atender planchones y barcazas de poco calado pero alta capacidad de carga, entre 1000 y 2000 t/ barcaza. Así como amarrar equipo de navegación auxiliar como lanchas de personal, transporte de prácticos de puerto, etc.

Es importante mencionar que este embarcadero se encuentra licenciado según resolución 0032 de 25 de enero de 2012.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 30 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

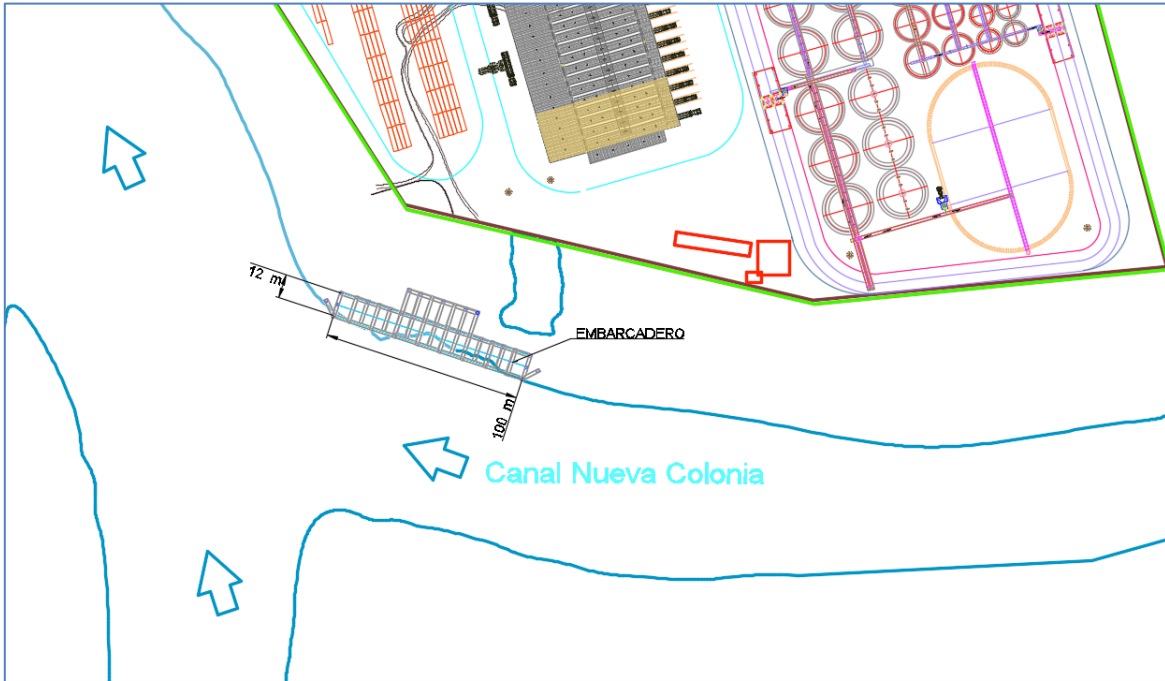




Figura No. 3.14. Embarcadero sobre la orilla norte del Canal artificial de Nueva Colonia.  
Fuentes PIO SAS, septiembre de 2015.

### 3.2.3.1.5 Terminal en tierra

La facilidad ejecutada en tierra se desarrollará en un área de 35 ha, en la cual se hará la distribución de facilidades portuarias, tales como: portal de entrada, patios de almacenamiento de contenedores secos (llenos y vacíos) y refrigerados, maestranza de contenedores, patio de importación de vehículos, área de graneles, zonas de parqueo, edificaciones, vías, área de expansión, subestaciones, entre otras (ver Figura No. 3.15). El listado de distribución de áreas se encuentra referenciado en la Tabla No. 3.3.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 31 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

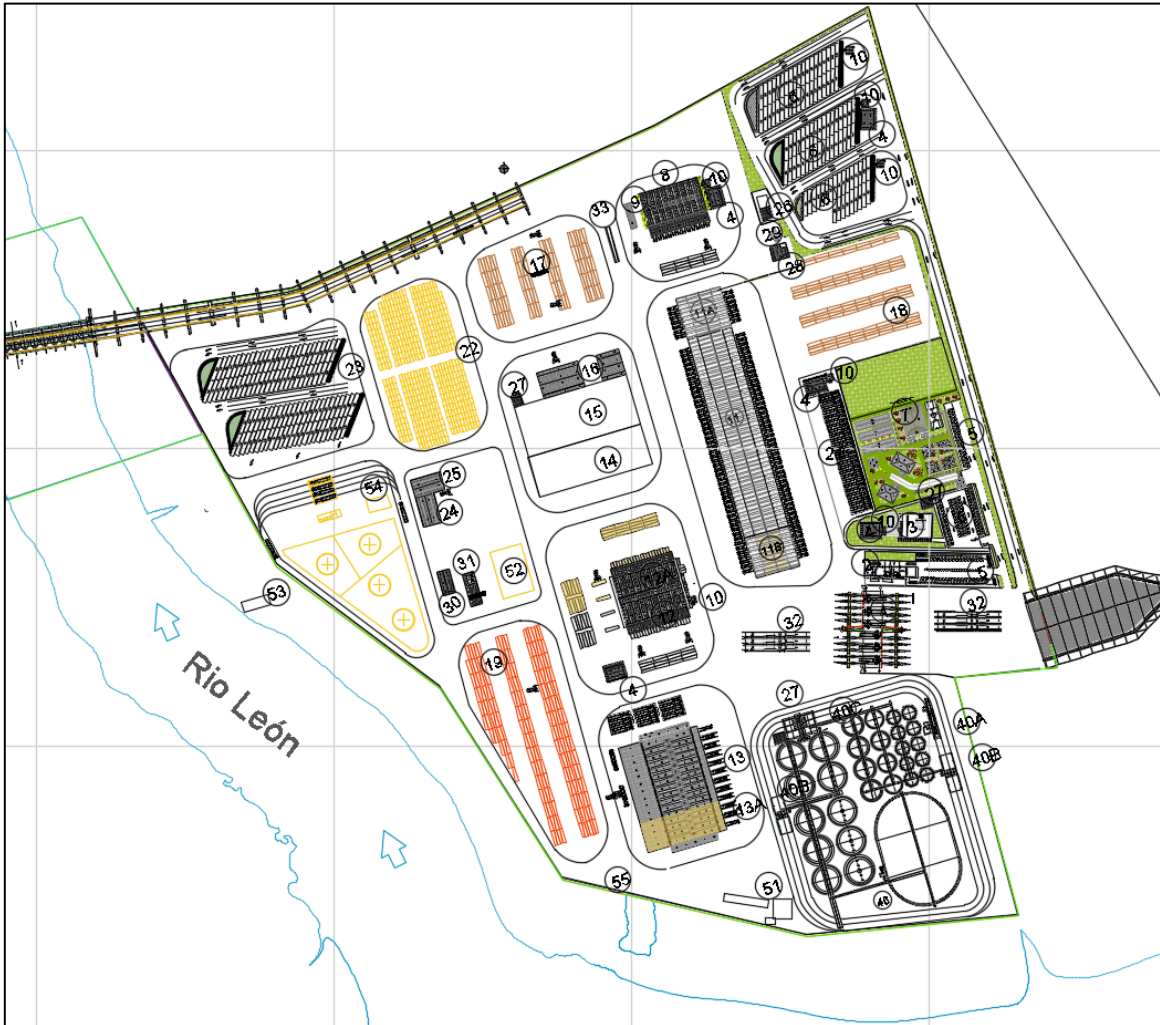


Figura No. 3.15. Terminal en tierra.  
Fuentes PIO SAS, septiembre de 2015.

Los acabados finales y pisos exteriores del terminal en tierra para fase I, son: pavimento, suelo mejora y áreas sin intervención. Las vías internas de conexión están diseñadas a los criterios de movilidad y funcionamiento del puerto. La zona de graneles será construida en futuras fases.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		Página 32 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:

### 3.2.3.1.6 Dragado

Las áreas de dragado relacionadas en este proyecto, corresponden a las áreas que garantizan el acceso de las embarcaciones que operarán en el muelle.

Estas áreas son conocidas como: canal de acceso, dársena de maniobra y posiciones de atraque.

La configuración de las áreas y los respectivos niveles se establecerán en función de las líneas de atraque en el muelle, tipo de embarcación y fases del proyecto. De tal manera que los niveles de dragado definidos para embarcaciones de contenedores que atracan al muelle occidental es de -16.70 m, para el restante de embarcaciones de graneles, vehículo y carga general la cota de dragado es -13.70 m (Figura No. 3.16).

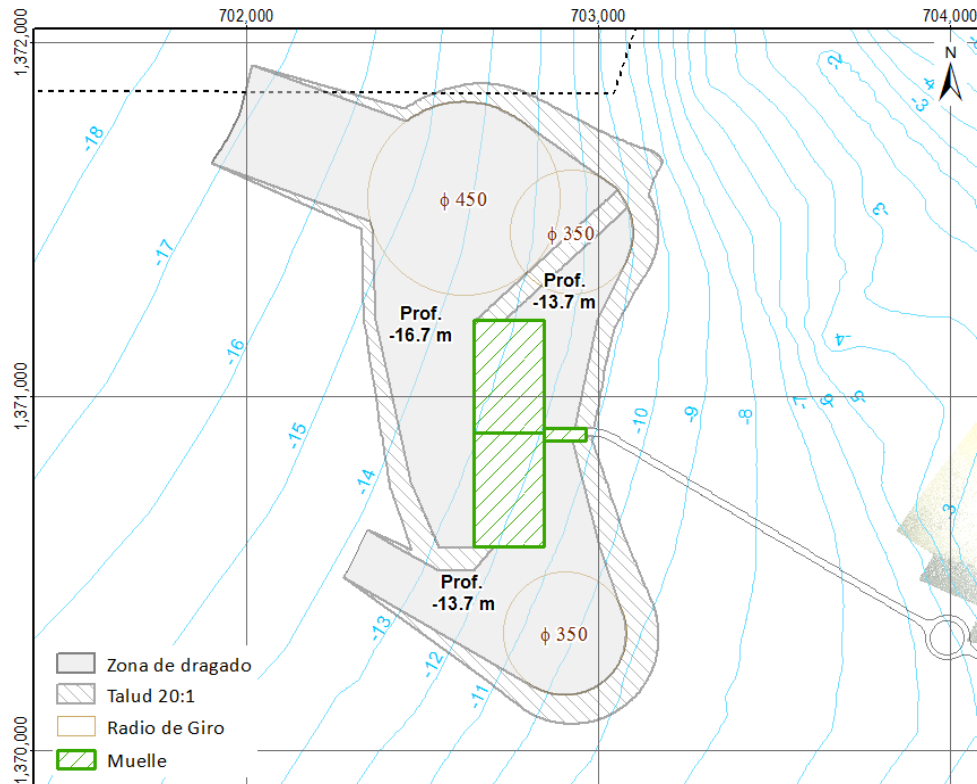




Figura No. 3.16. Áreas de dragado.  
Fuente: Aqua y Terra Consultores SAS.



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 33 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

A partir de un análisis de sedimentación en las áreas de fondeo y desembocadura del río León, entre el 2001 y 2012 (Álvarez 2011), se establecieron los niveles de material sedimentado (Tabla No. 3.7).

Tabla No. 3.7. Cálculo del volumen sedimentado entre 2001 y 2012 en la zona de fondeo.

<b>SEDIMENTACIÓN ZONA DE FONDEO</b>			
<b>Sector</b>	<b>Volumen 2001 – 2012 (m3)</b>	<b>Volumen anual (m3)</b>	<b>% vol. Respecto vol del canal (tabla 4.2)</b>
<b>Noreste</b>	1.091.674	99.245	3.0
<b>Suroeste</b>	1.355.729	123.248	3.5
<b>Total</b>	2.447.403	222.491	6.5

Fuente: Álvarez (2011).

Como se evidencia en la Tabla No. 3.7, el volumen de sedimentación en el sector suroeste del fondeadero se encuentra alrededor de 1 millón de metros de cúbicos (1.000.000 m<sup>3</sup>) entre 2001 y 2012, lo cual se puede considerar como una tasa baja de sedimentación.

Se aclara que estos cálculos de sedimentación no fueron determinados con el muelle y nuevas profundidades proyectadas en la zona. Sin embargo, por lo descrito en los documentos de Álvarez (2011)<sup>2</sup> y Molares (2012)<sup>3</sup>, las tasas de sedimentación son bajas, por lo tanto se espera un dragado de mantenimiento mínimo.

Por otra parte, el dragado que se ejecutará en esta zona se desarrollará con una draga tipo succión en marcha TSHD (Trailing Suction Hopper Dredge), teniendo en cuenta que el material de fondo corresponde a arcillas y limos sueltos (lodo). El volumen de dragado es de 2'794.375 m<sup>3</sup>. El Talud de corte para el dragado se ha definido 1V:20H.

Esta actividad de dragado, será ejecutada dependiendo de las necesidades comerciales del puerto. De esta manera, inicialmente el puerto tendrá acceso a buques que cumplan con el calado en condiciones naturales tales como:

- Buques de contenedores de capacidad menor a 4000 TEU
- Buque granelero de 40.000 DWT

<sup>2</sup> Modelación morfodinámica de desembocaduras a escala intra-anual, Oscar Álvarez, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, 2011

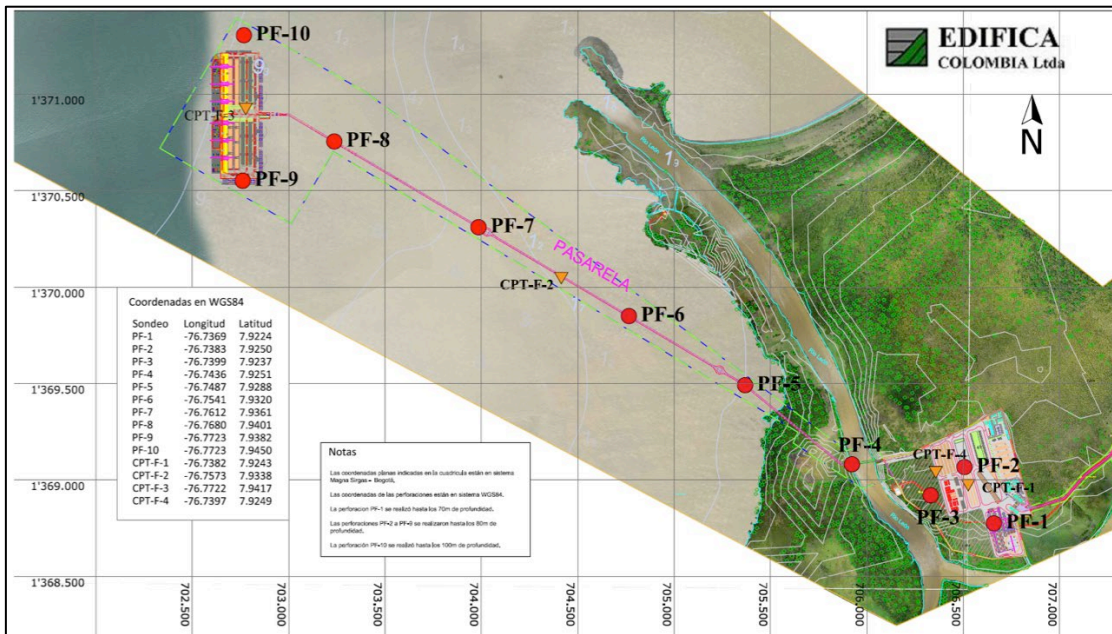
<sup>3</sup> Estudio Oceanográfico e hidrosedimentario de la desembocadura del río León y su impacto en la zona de fondeo de bahía Colombia, Ricardo Molares, Octubre de 2012.


	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	 <b>aqua &amp; terra</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 34 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

- Buque de carga general de 35.000 DWT

Una vez el puerto tenga previsto el acceso a buques de mayor calado, esta actividad se ejecutará en su totalidad teniendo en cuenta que la duración el dragado y disposición toma 120 días, aproximadamente.

La descripción detallada de la calidad fisicoquímica de los sedimentos se encuentra descrita en el capítulo de caracterización del área de influencia, en el subcapítulo de calidad de sedimentos marinos.



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	 <b>aqua &amp; terra</b>
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 35 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

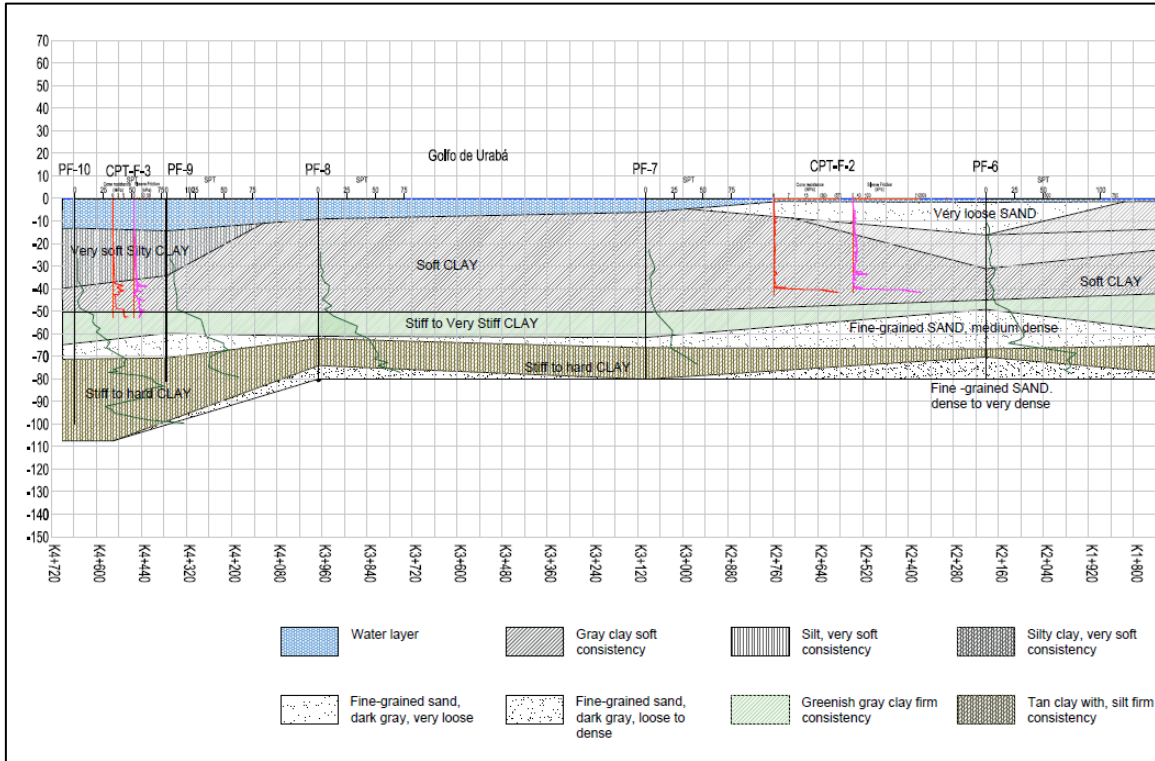


Figura No. 3.17. Perforaciones geotécnicas y perfil estratigráfico.  
Fuente: Edifica, Estudio Geotécnico, junio de 2015.

El tipo de suelo o material de fondo en el área del dragado es clasificado como arcilla limosa suave, característica de un material lodoso (ver Figura No. 3.17)<sup>4</sup>.

Por otra parte, la localización del botadero obedece a los siguientes criterios:

- Que el botadero no impacte la dinámica litoral.
- Que el área seleccionada, no afecte las condiciones de navegabilidad y fondeo de la bahía.
- No afectar los caladeros de pesca.

En el numeral 3.2.7 del presente capítulo se ha desarrollado una descripción detallada del impacto en la dinámica litoral, para la ubicación del botadero. Sin embargo en la Figura No. 3.18 y Tabla No. 3.8, se presenta la ubicación y coordenadas del botadero.

<sup>4</sup> Edifica, Estudio Geotécnico para ingeniería Conceptual, junio de 2015.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL          PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN          TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL          MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

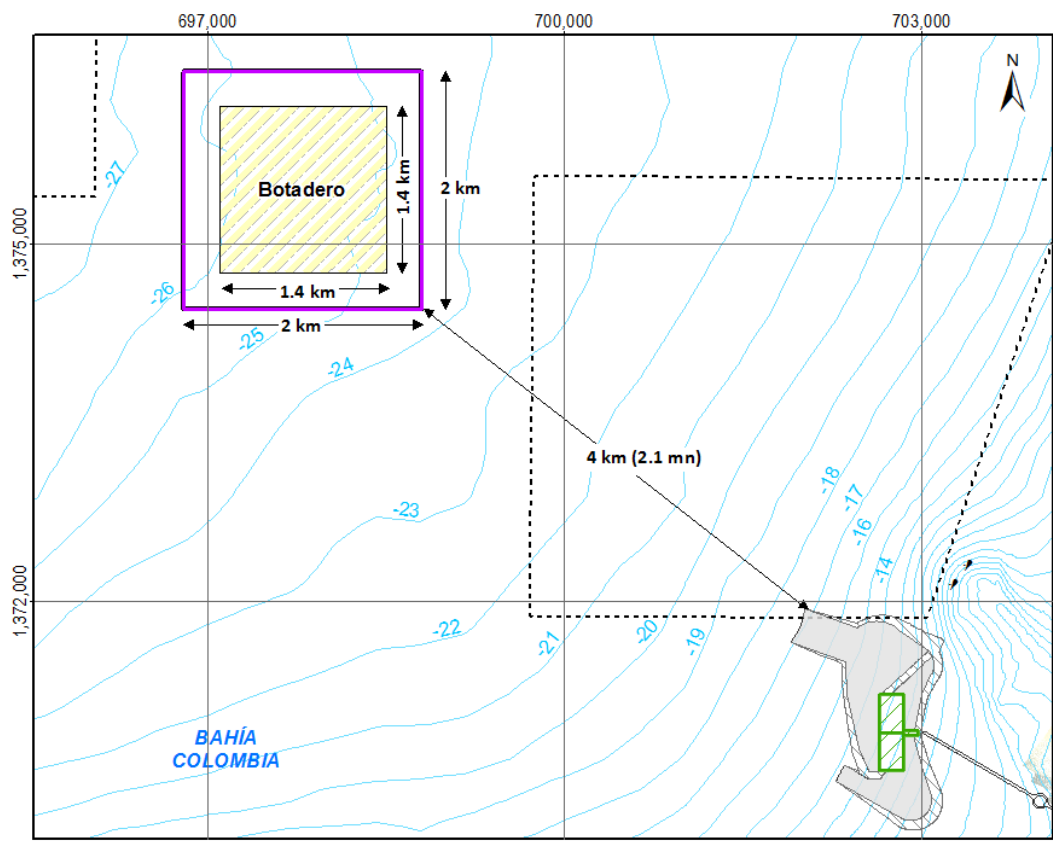
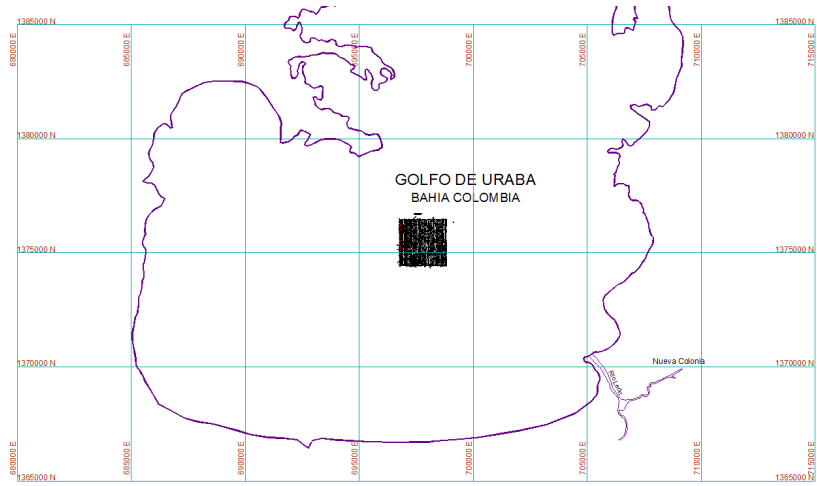


Figura No. 3.18. Localización del botadero.  
 Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados SAS.



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 37 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Tabla No. 3.8. Coordenadas del área de botadero.

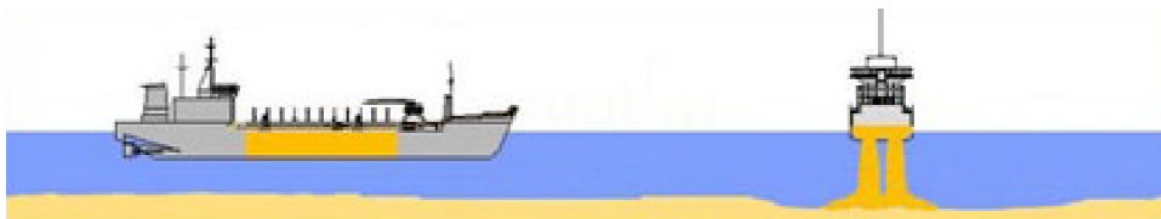
VÉRTICE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS Origen BOGOTÁ	
	ESTE (m)	NORTE (m)
B1	698.497,53	1.376.155,75
B2	698.497,53	1.374.755,75
B3	697.097,53	1.374.755,75
B4	697.097,53	1.376.155,75

Fuente: Aqua & Terra Consultores asociados, 2015

- **Descripción de la actividad de dragado**

Antes de iniciar las actividades de dragado, se realizará un levantamiento batimétrico de precisión mediante ecosonda, registrando datos de posición y profundidad a lo largo de la zona a dragar. Una vez obtenidas las mediciones batimétricas, se procesarán todos los datos para obtener las características morfométricas del suelo a dragar, con el objetivo de planear las actividades de dragado.

Para el dragado del canal se utilizará una draga de tolva de succión en marcha. Por lo general, estas dragas cuentan con un sistema de posicionamiento satelital en tiempo real, sistema que les permite ubicarse en las áreas a dragar.



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 38 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

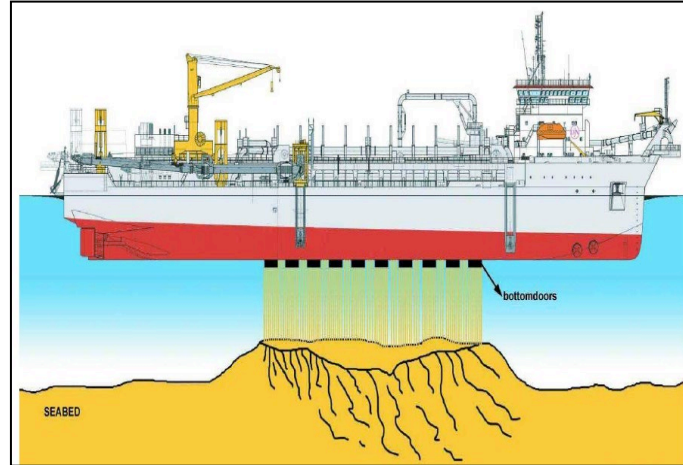


Figura No. 3.19. El método de descarga del material dragado en botadero.

Fuente: Tomada de Boskalis dredging & Marine Experts, Capability Sheet TSHD y JAN DE NUL GROUP<sup>5</sup>

Una vez ubicado el equipo en el área a dragar, desciende los brazos de dragado hasta el fondo, procediendo a iniciar la succión del material conduciéndolo, mediante bombeo y tuberías de conducción, hasta la tolva de la draga. Este procedimiento se realiza hasta que la tolva de la draga esté totalmente llena.



Una vez se llene la tolva, o se alcance el calado operacional, la draga empezará a navegar hasta la zona del botadero autorizado. Una vez en botadero, la draga abre las compuertas de fondo para que salga el material dragado y se deposite en dicho botadero. Terminada la descarga, la draga regresa al área de dragado repitiendo la operación antes descrita, hasta alcanzar la totalidad del dragado, de acuerdo con los diseños del dragado del área de maniobras y canal del acceso al muelle marítimo.




En la Tabla No. 3.9 se presentan algunas de las dragas disponibles en el mercado para desarrollar esta actividad, con sus principales características.

Tabla No. 3.9. Listado de equipos que podrían utilizar dependiendo de la disponibilidad en el mercado

Tipo de draga	Fotografía	Características
---------------	------------	-----------------

<sup>5</sup> JAN DE NUL. [en línea] <http://www.jandenul.com>.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 39 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Tipo de draga	Fotografía	Características
TSHD		Tolva: 12.000 m <sup>3</sup> . Longitud (Loa): 145 m Manga: 27.5 m Calado con carga (D): 10.0 m
TSHD		Tolva: 11.750 m <sup>3</sup> . Longitud (Loa): 144.0 m Manga: 25.5 m Calado con carga (D): 9.7 m
TSHD		Tolva: 14.000 m <sup>3</sup> . Longitud (Loa): 147.8 m Manga: 30.0 m Calado con carga (D): 11.2 m


Fuente: Tomada de Boskalis dredging & Marine Experts, Capability Sheet TSHD y JAN DE NUL GROUP<sup>6</sup>

- **Características del proceso de dragado**

Las principales características de la actividad de dragado para las áreas de maniobra y canal de acceso, se relacionan a continuación:

- El botadero considerado está ubicado a 4.1 km del área de dragado.
- La barcaza tomará una velocidad de 8 nudos para llevar la carga desde la zona de dragado hasta el botadero.

<sup>6</sup> JAN DE NUL. [en línea] <http://www.jandenul.com>.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 40 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- La cota objetivo a alcanzar en el área de dragado es -16.7 y -13.7 m (ver Figura No. 3.16).
- El caudal de dragado es de 1.1 m<sup>3</sup>/s con un 30% de sólidos, generando un caudal sólido de dragado de 0,33 m<sup>3</sup>/s.
- El porcentaje de sólidos en el volumen de la barcaza es de 40%.
- El tiempo de llenado de la barcaza es de 4.04 horas.
- El dragado se hará por rebose con el fin de optimizar los tiempos de dragado.
- Los rendimientos diarios de sedimentos son de 23318 m<sup>3</sup>/d
- El tiempo neto aproximado de la actividad de dragado es de 120 días.

### 3.2.3.2 Proceso constructivo

#### 3.2.3.2.1 Embarcadero fluvial

El proceso constructivo del embarcadero provisional se compone de las siguientes actividades:



- Hincado de los pilotes: Los pilotes para este muelle serán metálicos GR60 con un diámetro de 50" y una longitud de 15 m, separados una distancia entre 6 y 12 m de longitud, su espesor nominal es de 12 mm con un espesor de corrosión de 5.6 mm.
- Instalación de capiteles
- Instalación de vigas
- Vaciado de nudos
- Instalación de losas prefabricadas
- Vaciado de losa superior

#### 3.2.3.2.2 Preparación del terreno

Antes de iniciar cualquier procedimiento de estabilización el terreno deberá estar en óptimas condiciones, las cuales constituyen las siguientes actividades:

- Desmonte y limpieza
- Demolición y Remoción



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 41 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- Excavación de la explanación: incluye descapote y retiro de material inadecuado

### 3.2.3.2.3 Desmote y Limpieza

Este trabajo consiste en el desmote y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras en tierra, que se encuentren cubiertas de rastrojo, bosque, pastos, etc., incluyendo la remoción de raíces, escombros y basuras. Incluye también, la disposición final dentro o fuera de la zona del proyecto, de todos los materiales provenientes de las operaciones descritas anteriormente.





Fotografía No. 3.1 Desmote y limpieza  
Fuente: PIO SAS, septiembre 2015.

### 3.2.3.2.4 Demolición y remoción

Consiste en la demolición total o parcial de estructuras existentes y la remoción, cargue, transporte, descargue y disposición final de los materiales provenientes de la demolición. Inicialmente, para las obras existentes serán utilizadas durante el proceso constructivo y serán demolidas en el trasegar de la construcción del terminal en tierra fase 1.

### 3.2.3.2.5 Excavación de la explanación

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 42 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Consiste en excavar, remover, cargar y transportar los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación, canales y préstamos. Incluye, además, el descapote en las áreas donde se realizará las excavaciones de la explanación y terraplenes.



Fotografía No. 3.2. Excavación de la explanación y descapote


Fuente: PIO SAS, septiembre 2015.

### 3.2.3.2.6 Estabilización suelo Patio de prefabricación y acopio de materiales

La estabilización es una técnica que se utiliza para modificar las propiedades de un suelo no adecuado en algún sentido, que se ha de utilizar para un determinado fin, en un lugar específico y hacerlo capaz de cumplir mejores requerimientos. A continuación, se describen los diferentes procedimientos que se utilizarán para lograr la mejoría del suelo.

Antes de decidir o implementar cualquier tipo de mejora o refuerzo del terreno, deben establecerse adecuadamente las condiciones iniciales del terreno, mediante el oportuno estudio geotécnico. El procedimiento a usar será de acuerdo a los diseños y a la decisión del constructor.

- **Estabilización por compactación**

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 43 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

El procedimiento para la estabilización por compactación se describe a continuación:

- Selección del material de préstamo adecuado
- Vertido y extendido del suelo en capas de pocos centímetros
- Modificación de la humedad del suelo (humectación o aireación)
- Compactación de cada capa con compactadores de rodillos, de neumáticos, de Pata de Cabra o máquinas vibratorias.
- **Estabilización con precarga**


Este método consiste en sobrecargar un terreno de forma superficial mediante la aportación de tierras, que dé lugar a una carga superior a la que va a estar sometida en servicio. De esta forma se acelera la consecución de los asentamientos de servicios y la obtención de un asiento residual aceptable.

- Apilar el material de relleno sobre el terreno y dejarlo cierto tiempo
- Retirar el relleno

- **Estabilización con columnas de grava**

Este método de mejora del terreno se efectúa mediante la densificación y refuerzo del suelo, que consiste en la incorporación del terreno de elementos verticales constituida por material compactado mediante un vibrador, con la finalidad de formar inclusiones flexibles (ver Figura No. 3.20). Este método tiene la ventaja, que además de reforzar el terreno, mejora sus condiciones de drenaje.

- Introducir el vibrador hasta alcanzar la profundidad requerida
- Rellenar con material granular sin finos (gravas) el hueco resultante
- Acabado

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 44 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

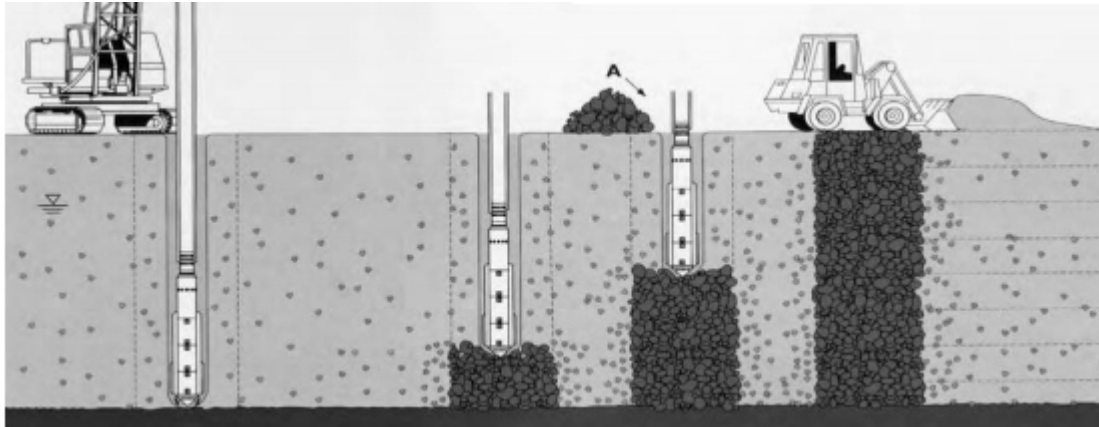


Figura No. 3.20. Estabilización por columnas de grava

Fuente: Edifica, Estudio Geotécnico, junio de 2015.

Dicho proceso puede ser “húmedo” mediante agua a presión lanzada o “seco” con la ayuda de aire comprimido, y en ambos casos la alimentación del material aportado puede ser desde la superficie o por el fondo.

- **Estabilización por vibrocompactación**

En este método el terreno no se sustituye y es ideal para grandes cargas sobre los suelos mejorados y también para cargas dinámicas. Las fases de construcción son:

- Hincas: El vibrador baja por efecto combinado del peso, la vibración y la inyección de agua.
- Compactación: Por pasadas sucesivas de abajo a arriba. Para compactar se usa un cilindro de más o menos 5 metros de diámetro.
- Aporte de materiales: Se añade terreno para compensar el cono de hundimiento alrededor del vibrador.
- Acabado: Se nivela la plataforma y se vuelve a compactar con rodillo.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 45 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

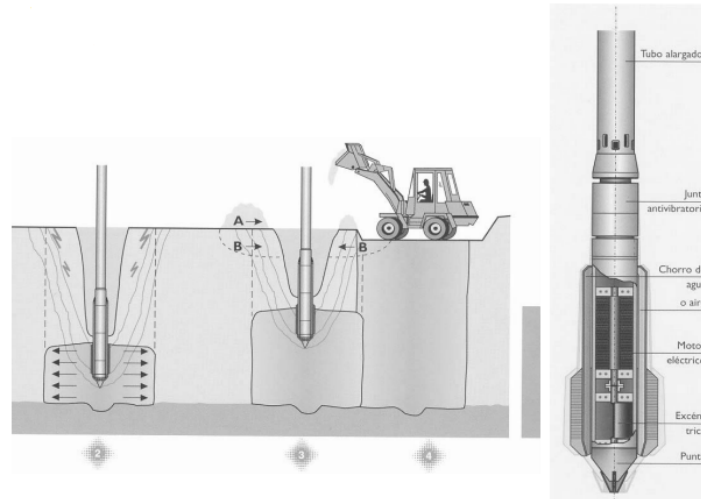




Figura No. 3.21. Estabilización por vibrocompactación  
Fuente: Edifica, Estudio Geotécnico, junio de 2015.

- **Estabilización con jet Grouting**

Consiste en la formación de columnas pseudocilíndricas de suelo-cemento, con aditivos capaces de soportar tensiones de rotura en laboratorio de hasta 200 kg/cm<sup>2</sup>. Su ejecución se desarrolla en 2 fases:

- Se perfora hasta la cota final
- Se inyecta el fluido y se recupera la tubería simultáneamente
- Se repite el proceso las veces necesarias

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 46 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

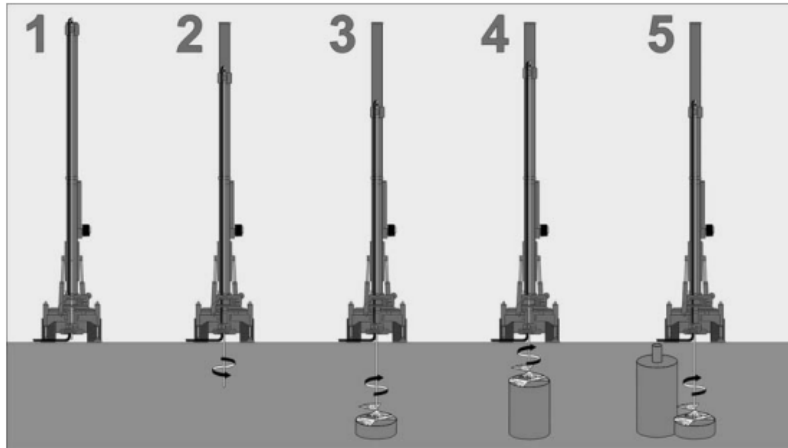


Figura No. 3.22. Estabilización con jet-grouting  
Fuente: Edifica, Estudio Geotécnico, junio de 2015.

### 3.2.3.2.7 Acabado final terminal en tierra



Esta actividad parte inicialmente de la estabilización del suelo para posteriormente construir un terraplén que me permita alcanzar la cota del terreno deseada para la operación del muelle. Una vez alcanzada esta cota se procede con la construcción de las instalaciones propuestas para este sector.

Una vez estabilizado y preparado el terreno sobre el que se asentará el terraplén, se procederá a la construcción del mismo, empleando materiales que cumplan las condiciones exigidas para cada zona. La ejecución del terraplén se compone de 3 operaciones que se repiten cíclicamente para cada capa, hasta alcanzar la cota asignada; estas son: Extendido, humectación y compactación.

**Extendido:** Se procederá al extendido del suelo en capas de espesor uniforme de 20 a 25 cm y paralelas a la explanada. El material de cada capa deberá ser homogéneo y uniforme.

**Humectación:** después de hacer el extendido del material si el suelo estuviese muy seco de acuerdo a la humedad especificada del material ha compactar, éste puede humedecerse mediante los sistemas de riego tradicionales hasta llevarlo a una condición de  $\pm 2$  %, con respecto a la humedad óptima de compactación, obtenida en el laboratorio por medio del ensayo proctor.

**Compactación:** se compactará inicialmente con motoniveladora hasta la cota de acabado, finalmente para garantizar la capacidad portante del material, se realizará una compactación con un rodillo compactador pata de cabra, y/o rodillo vibratorio dependiendo del tipo de material, con lo que se busca una densidad que

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 47 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

cumpla con la del proctor. Para dar por finalizada esta operación, se debe cumplir con la verificación de la calidad del material que se ha controlado por el laboratorio y los niveles que deben ser controlados por la topografía.

### 3.2.3.2.8 Construcción del terminal marítimo y viaducto

- **Hincado de pilotes**

Para la construcción de este muelle se utilizarán pilotes metálicos, cilíndricos y con diámetros entre 50 y 70” y longitudes entre 65 y 75 m.

La obtención de la materia prima se podrá realizar de dos maneras: Importando láminas de acero y producir posteriormente los pilotes en un taller en obra e importando los pilotes.

Inicialmente el proceso constructivo de hincado de pilotes con la ubicación precisa, mediante la ayuda de un sistema GPS, se localiza la coordenada en donde será hincado el primer pilote.

Para poder comenzar el proceso de hincado de pilotes, se requiere una plataforma flotante llamadas bongos o barcazas, la cual debe ser anclada en el sitio adecuado de acuerdo a la coordenada. En esta se instalará la grúa dotada con el martillo adecuado para realizar dicha actividad.

Al mismo tiempo, se debe colocar en el sitio donde será hincado el pilote, una estructura metálica, la cual pose el ángulo de inclinación con el cual, el pilote debe ser hincado, ya que esta servirá como guía.

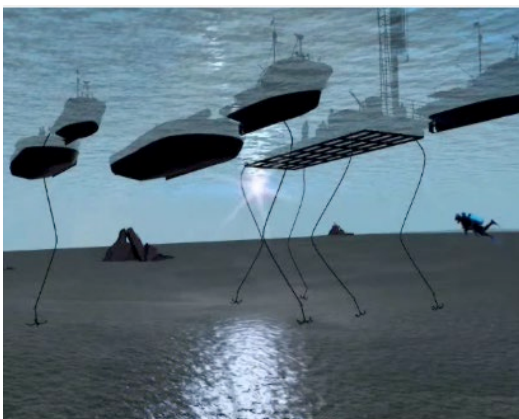




Figura No. 3.23. Anclaje de barcazas y ubicación y transporte de pilotes

**Fuente: PIO SAS, septiembre de 2015.**

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 48 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Después de tener definidas las coordenadas de donde estará el pilote se comienza con el hincado del mismo. Proceso que describirá a continuación:

- Con ayuda de la grúa se comienza el levantamiento del pilote y se coloca en la posición adecuada
- Luego de esto se comienza con el hincado del pilote, este se realizará hasta la profundidad acordada en el estudio geotécnico
- El procedimiento anterior se repite hasta tener un número determinado de pilotes, que sean tal, que se pueda montar una plataforma metálica en donde se instalará la grúa para continuar el proceso de hincado
- La plataforma metálica se instalará para agilizar el proceso de hincado y brindarle mayor estabilidad a la grúa.
- A medida que la plataforma metálica se va desplazando, se instalará el anillo o capitel prefabricado en la parte superior del pilote.
- En el trasegar de la instalación de los capiteles, se comenzará la instalación de las vigas prefabricadas. Las cuales reposaran sobre los capiteles.
- Cuando ya se tengan instaladas todas las vigas, se debe hacer el vaciado de los nudos para garantizar la correcta unión entre elementos.
- Cuando ya se tengan instaladas todas las vigas, se debe hacer el vaciado de los nudos para garantizar la correcta unión entre elementos.
- Luego de la fundida de los nudos se comienza la instalación de las losas prefabricadas
- Después de tener todos los paneles instalados se hace un vaciado de hormigón para obtener una superficie más homogénea y facilitar el transporte de contenedores



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	 aqua & terra
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 49 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:



a. Colocación del pilote en posición para ser hincado



b. Hincado de pilotes



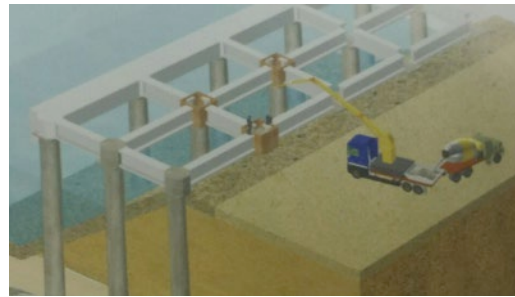
c. Plataforma metálica y la grúa instalada





d. Capitel o anillo prefabricado instalado en el pilote

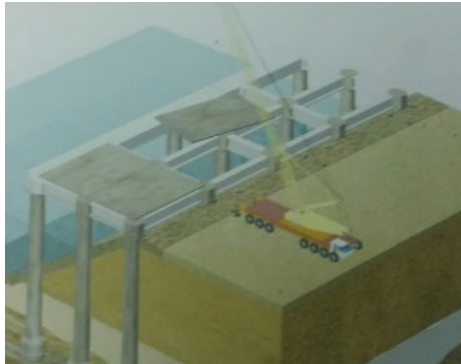


e. Vigas instaladas



f. Vaciado de nudos

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 50 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:



**g. Instalación de losas prefabricadas**



**h. Vaciado de losa superior**

Figura No. 3.24. Proceso constructivo muelle marítimo y viaducto.  
**Fuente: PIO SAS, septiembre de 2015.**



Después de tener fraguada la losa superior, se procede a instalar las bitas y las defensas para dar por terminado el proceso de construcción del muelle.



Fotografía No. 3.3. Bita instalada en un muelle  
**Fuente: PIO SAS, septiembre de 2015.**

### 3.2.3.2.9 Vía de acceso

Con el fin de facilitar el proceso de construcción de las obras, se debe realizar el mejoramiento de la carretera existente (desde nueva colonia hasta el puerto) sobre una longitud aproximadamente de 2.46 km y una banca de 10.3 m. Este mejoramiento debe tener en cuenta las especificaciones para el tránsito de

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 51 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

vehículos de carga y consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de afirmado sobre la sub rasante terminada.

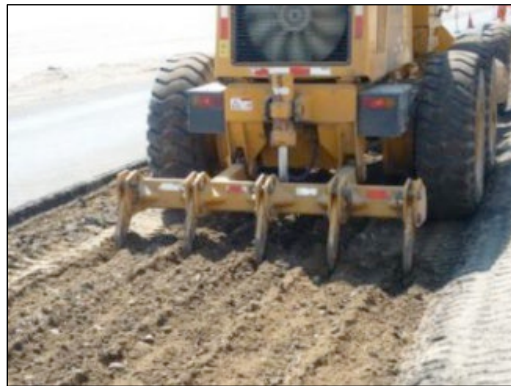
Se debe considerar que este mejoramiento se realiza para la fase constructiva, ya que para la fase de operación, la vía de acceso estará compuesta por una estructura de pavimento flexible.

Las actividades iniciales para la construcción vial son: desmonte y limpieza, demolición y remoción, excavación de la explanación. Estas actividades ya han sido descritas anteriormente aplicadas a la preparación del terreno. A continuación, se describe el restantes de actividades del proceso constructivo para la vía de acceso.

- **Sub rasante**



La preparación del suelo que hará la función de la sub rasante, consiste en una serie de operaciones previas, cuya ejecución es necesaria e importante para cimentar la colocación del afirmado sobre la sub rasante.

- Escarificación y homogeneización de la sub rasante: El procedimiento consiste en disgregar la superficie del suelo a lo largo y ancho de lo que será la calzada en una profundidad especificada, permitiendo que adquiera una condición suelta. Este procedimiento se realiza con tractor de orugas o bien mediante escarificadores de gradas o discos.



Fotografía No. 3.4. Escarificación de la superficie de la sub rasante  
**Fuente: PIO SAS, septiembre de 2015.**

- Humectación del suelo de la sub rasante: Después de la escarificación y la homogeneización del material, si el suelo estuviese muy seco de acuerdo a la humedad especificada del material ha compactar, éste

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 52 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

puede humedecerse mediante los sistemas de riego tradicionales hasta llevarlo a una condición de  $\pm 2\%$ , con respecto a la humedad óptima de compactación, obtenida en el laboratorio por medio del ensayo proctor.



Fotografía No. 3.5. Humectación del material de sub rasante cuando está muy seco



**Fuente: PIO SAS, septiembre de 2015.**

- Aireación del suelo de sub rasante: Si la humedad natural es mayor que la óptima, se deberá airear el suelo removiéndolo de un lado a otro por medio de una motoniveladora o compactar y escarificar el suelo en varias pasadas, hasta llevarlo a una condición de  $\pm 2\%$  de la humedad óptima de compactación, según las especificaciones del ensayo proctor.



Fotografía No. 3.6. Aireación del material de sub rasante cuando éste tiene exceso de humedad

**Fuente: PIO SAS, septiembre de 2015.**


	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 53 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- Compactación de la sub rasante: Al efectuarse la operación de compactación, después de realizar la nivelación con motoniveladora hasta la altura requerida de la capa de sub rasante, mediante las técnicas convencionales en el movimiento de tierras, se realiza una compactación con un rodillo compactador pata de cabra, y/o rodillo vibratorio dependiendo del tipo de material, con lo que se busca una densidad que cumpla con la del proctor. Para dar por finalizada esta operación, se debe cumplir con la verificación de la calidad del material que se ha controlado por el laboratorio y los niveles que deben ser controlados por la topografía. La superficie terminada del tramo de sub rasante, no deberá mostrar a simple vista deformaciones o altibajos, que en caso de existir deberán ser corregidos.

- **Afirmado**

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de afirmado sobre la sub rasante terminada, de acuerdo con las especificaciones, los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

- Preparación de la superficie existente: El material de afirmado no se descargará hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a apoyar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias admitidas en la especificación respectiva, deberán ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella.
- Transporte y colocación del material: Se acarrea y se coloca el material sobre la superficie de la sub- rasante evitando su segregación, ni cause daño o contaminación en la superficie existente.
- Extensión, mezcla y conformación del material: El material será esparcido con un contenido de humedad  $\pm 2\%$  con respecto a la humedad óptima, en un espesor necesario para que después de ser compactado, tenga el espesor de diseño. El esparcimiento se deberá hacer con el equipo adecuado, ya sea con una finisher o una motoniveladora para producir una capa de espesor uniforme en todo el ancho requerido, conforme a las secciones transversales mostradas en los planos. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 54 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

de compactación, el Constructor empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material.

- Compactación de la capa de material: Una vez que el material tenga la humedad apropiada y esté conformado debidamente, se compactará por medio de compactadores mecánicos como rodillos lisos, rodillos con ruedas neumáticas o con otro equipo aprobado para compactación, que produzca los resultados exigidos por las especificaciones técnicas de construcción.

La compactación deberá avanzar gradualmente, en las tangentes, desde los bordes hacia el centro y en las curvas desde el borde interior al exterior, paralelamente al eje de la carretera y traslapando uniformemente la mitad del ancho de la pasada anterior. El procedimiento se continuará alternadamente hasta lograr una densidad que cumpla con la del proctor, según la especificación, en todo el espesor de la capa.

Finalmente, después de completada la compactación se puede realizar la apertura al tránsito.

Todos los materiales de la estructura de pavimento, sus condiciones de recibido se requieran por los lineamientos establecidos en las normas INVIAS en su última versión.

### **3.2.3.2.10 Proceso Constructivo del Puente**

La longitud del puente se ha dimensionado para evitar la intervención del cauce, por lo que los estribos del puente en cada una de las orillas se han localizado de tal forma que su construcción sea realizada en tierra.



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 55 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:



Figura No. 3.25. Martillo DELMAG y grúa  
Fuente: DC-PORT, noviembre de 2014.7

Debido a la disposición de los pilotes en cada estribo del puente, éstos deben localizarse con una plantilla y sobre ella se apoya una guía que permite la correcta ubicación y colocación del pilote.

La colocación del pilote se hará con la grúa del equipo de pilotaje, posteriormente, con la misma grúa se colocará el martillo sobre la cabeza y se procederá a la hinca; la grúa sostendrá el martillo durante toda la hinca de tal forma que este no trabaje en forma libre: Se deslizará el pilote hasta alcanzar la penetración debida a su propio peso. En este punto se permitirá la penetración adicional del pilote, generada por el peso propio más el peso del martinete.

Luego de verificadas y aprobadas las tolerancias de instalación y la alineación martinete-pilote realizado por la comisión de topografía que definen la posición del pilote se prende el martillo y se realiza la hinca hasta la cota requerida. La hinca se suspende cuando la cabeza del pilote llegue a la cota diseño o cuando el pilote presente rechazo a la hinca.

---

7 DC-PORT, Informe conceptual del puente sobre el río León, noviembre 28 de 2014.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 56 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

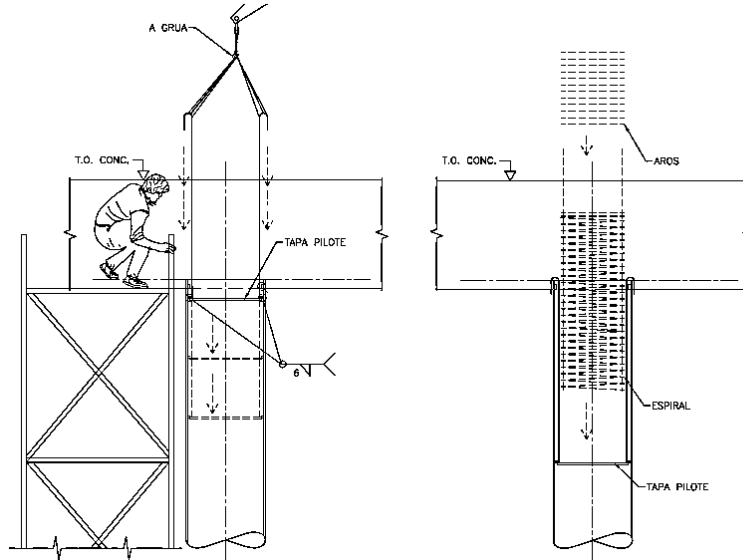


Figura No. 3.26. Instalación del Refuerzo dentro del pilote  
Fuente: DC-PORT, noviembre de 2014.

Posterior al descabece de pilotes a su elevación final, se coloca la canasta de acero de refuerzo izado por medio de la grúa hasta su posición final dentro del pilote y se funde el concreto en la cabeza del pilote. El acero de refuerzo que se instala en la cabeza del pilote y que se desarrolla dentro del cabezal de amarre de concreto, permite una conexión que une los dos materiales formando un nodo estructural.

De igual forma al concreto se le permite ingresar dentro de una porción del pilote, para que se forme un tapón que mediante la fricción del concreto con las paredes del pilote se forme un núcleo estructural que permite transmitir esfuerzos de contacto y el desarrollo de las barras longitudinales de la canasta de acero dentro del pilote.

El transporte del concreto se hará con una bomba y tubería y la colocación podrá ser descarga directa, grúa-balde o bomba-tubería, dependiendo de las condiciones de acceso al elemento.



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 57 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

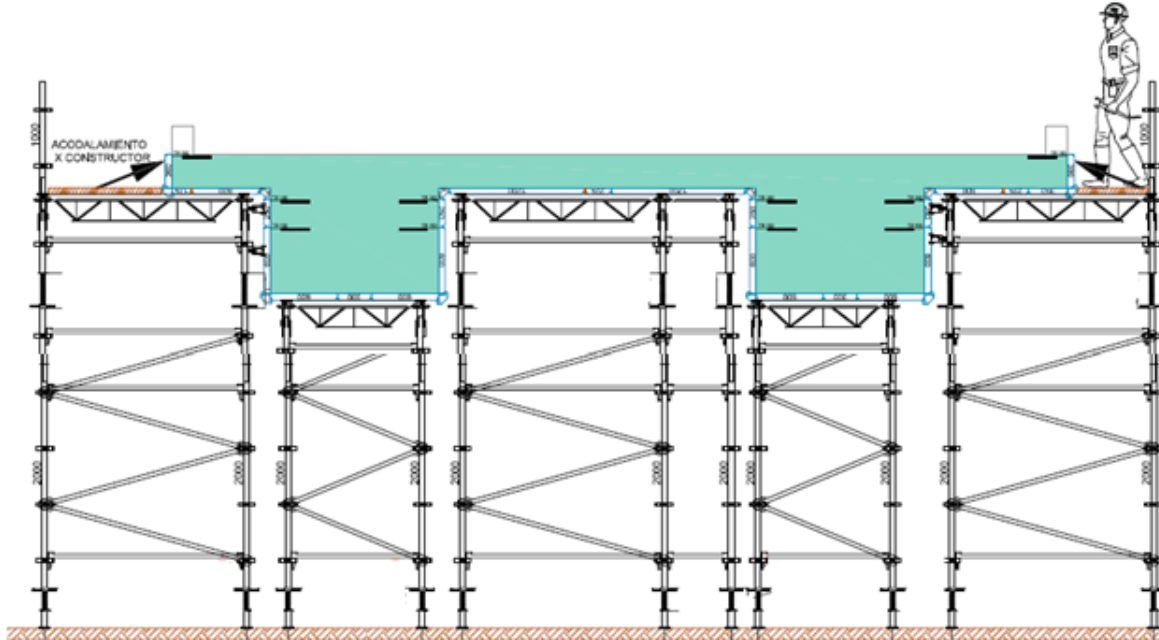




Figura No. 3.27. Alzado formaleta para fundida  
Fuente: DC-PORT, noviembre de 2014.

Esta actividad será desarrollada para el vaciado del concreto de los estribos, correspondiente a los cabezales que unen los pilotes. Previo al inicio de los trabajos se verificará con la comisión de Topografía la localización y nivelación de la formaleta.

La formaleta consiste en un entramado metálico apoyado desde el nivel de tierra hasta el nivel inferior del concreto, permitiendo la instalación del tablero que servirá de apoyo al vaciado en las dimensiones de los planos y las pasarelas perimetrales para el trasiego de operarios y materiales, asegurándose de quedar bien niveladas, plomadas y que garanticen el buen acabado del concreto, no sufrir desplazamientos y garantizar el recubrimiento del acero de refuerzo.

El armado del refuerzo podrá realizarse en el sitio, respetando las posiciones y distancias establecidas en los planos. Una vez se garantice que la superficie está limpia, el refuerzo y formaleta ubicados adecuadamente, se procede a la instalación del encofrado lateral para dar forma al elemento y proceder con el vaciado del concreto.

El transporte del concreto se hará con una bomba y tubería y la colocación podrá ser descarga directa, grúa-balde o bomba-tubería, dependiendo de las condiciones de acceso al elemento.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 58 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

El concreto será vaciado y vibrado para garantizar que quede en forma homogénea así como evitar el “hormiguo” en cualquiera de sus caras.

Cuando el concreto haya fraguado, se procederá a retirar la formaleta “desencofre” evitando dañar los bordes de los elementos y haciendo la protección requerida que garantice un buen acabado.

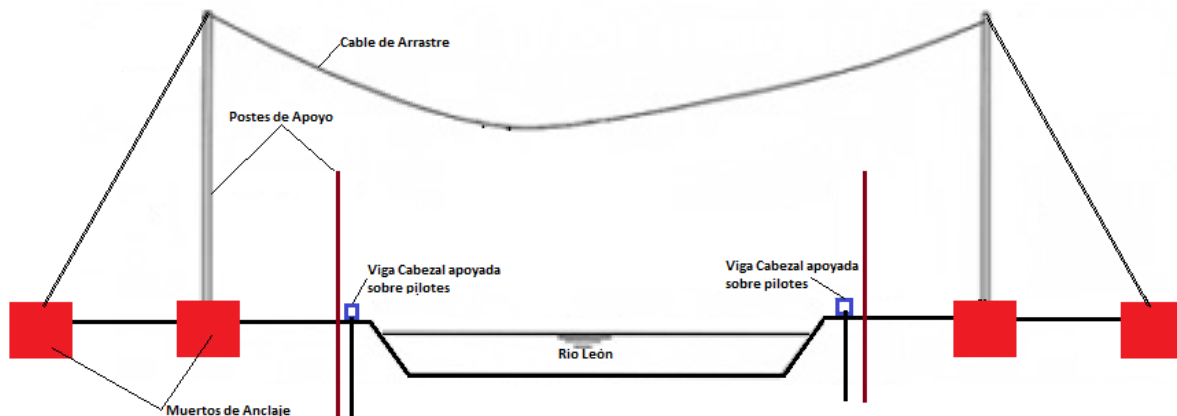




Figura No. 3.28. Alzado longitudinal estructura de apoyo y de arranque de arco  
Fuente: DC-PORT, noviembre de 2014.

Debido a las restricciones ambientales, que impiden apoyos del puente invadiendo el cauce del Río León, al igual que durante su construcción, esta propuesta se ha localizado alejada a las orillas del Río y externa a la ubicación de la cimentación del puente.

Paralelo a la construcción del Sistema de Cimentación del puente, sobre ambas orillas del Río León, se realizará la construcción del Sistema provisional de apoyo que permitirá lanzar los arcos metálicos prefabricados.

Durante la construcción de la cimentación del puente, se construirán los muertos de anclaje que sostendrán el poste de apoyo principal y los cables que mantendrán el cable de arrastre que trasiega las secciones del arco hasta su localización definitiva. Estas estructuras enterradas se dimensionarán para que su propia inercia sirva de contrapeso durante la construcción de los arcos.

Más cercano a la cimentación del puente se tendrá un poste de apoyo que será la guía para el posicionamiento de los cables en abanico, dando la separación y ángulo de los cables.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 59 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

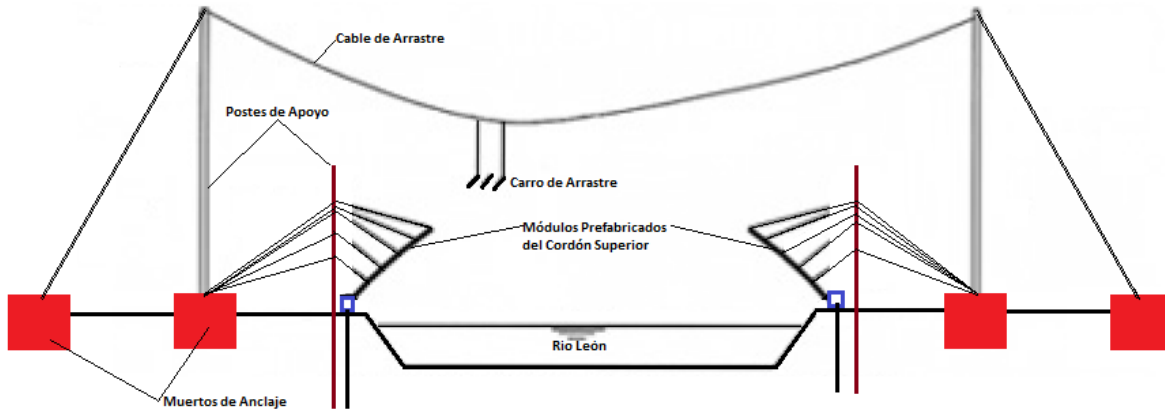


Figura No. 3.29. Alzado longitudinal montaje de elementos que componen el arco  
Fuente: DC-PORT, noviembre de 2014.

Mediante atirantamientos provisionales, que mantendrán en posición el segmento del cordón superior del arco, se realizarán los avances en voladizo, conservando el equilibrio del sistema mediante los atirantamientos y su retención en la posición definitiva dentro de la estructura. El inicio de los voladizos se realizará a partir de la cimentación definitiva del Puente.

Los módulos prefabricados del arco, serán transportados desde tierra por un sistema independiente de cable de arrastre móvil que en sus extremos tiene un sistema de halado por winche y con un carro de arrastre suspendido en el cable, le permitirá elevar y transportar los módulos sobre el Río León hasta posicionarlos y apoyarlos en el módulo anterior y proceder de nuevo a su atirantamiento provisional.

Durante la construcción del puente de acero en arco, se tendrán prefabricados los siguientes elementos para ser instalados por este método:

- Cordón superior del Arco (Rigidizadores y Conexiones)
- Contravientos y Riostras
- Platinas (Conexión Viga – Arco)
- Pendolones
- Vigas longitudinales
- Vigas de rigidez

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 60 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- Vigas transversales inferiores
- Arrostramientos inferior
- Conectores de cortante

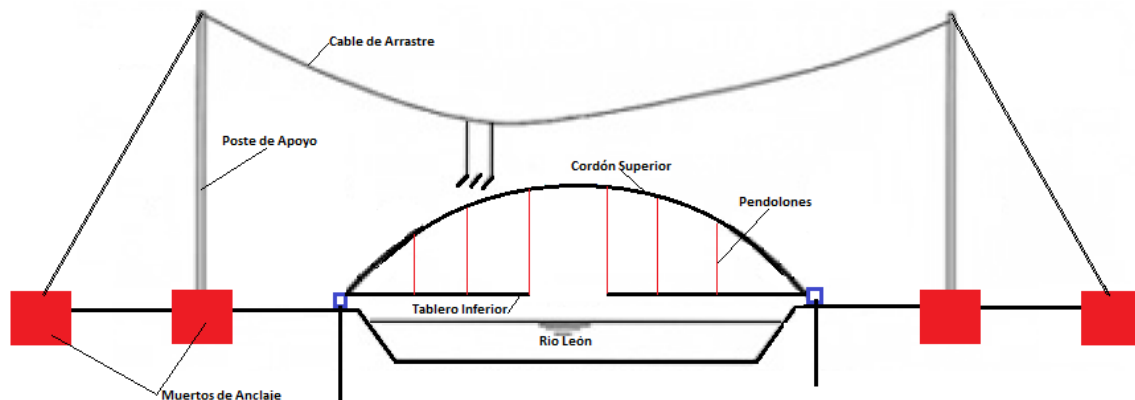




Figura No. 3.30. Alzado longitudinal montaje de pendolones y tablero inferior  
Fuente: DC-PORT, noviembre de 2014.

Una vez finalizado el montaje del cordón superior del arco e instalados sus contravientos, que eviten pandeos locales de los elementos durante la ocurrencia de un viento fuerte se retiran los cables de atirantamiento provisional y su poste de apoyo.

El resto de la construcción del puente se continúa con el sistema de cable de arrastre móvil con el carro de arrastre suspendido. Se continúa con la instalación del conjunto de los pendolones y del tramo de cordón inferior, de manera tal que el tramo de viga se encuentre suspendida por los 2 pendolones en sus extremos y que permita su acople con el arco construido.

Una vez instalados todos los elementos del arco, se instalan las vigas riostras, y se colocaran placas prefabricadas de concreto sobre el cordón inferior del puente, cubriendo toda la superficie y posteriormente se fundirá el concreto a su nivel definitivo, eliminando sobresaltos entre placas y dando la pendiente del bombeo

 <p>PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABA S.A. TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS</p>	<p><b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b></p>	 <p>aqua &amp; terra</p>
	<p><b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b></p>	<p>Página 61 de 162</p>
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>

de la capa de rodadura. Por último se retiran y demuelen los muertos de anclajes, los postes de apoyo y el cable de arrastre.<sup>8</sup>

### 3.2.3.2.11 Talleres de mantenimiento de maquinaria pesada

La proyección de maquinaria de trabajo en la zona será contratada tipo outsourcing, donde este contratista se encargará de la operación y mantenimiento de equipos. El área de mantenimiento rutinaria, se estaría reubicando de acuerdo a la evolución de la obra y será solo para casos de mantenimiento menor. Para condiciones de mantenimiento pesado, el outsourcing asumirá toda la responsabilidad de ejecutar esta actividad en un taller adecuado para esta función a las afueras del área del terminal en tierra.

## 3.2.4 Facilidades portuarias

### 3.2.4.1 Descripción de las Facilidades del Terminal en Tierra

- **Portal de entrada**

Las instalaciones del Portal de Entrada hacia la Zona Aduanera integran seis ( 6 ) carriles de entrada y seis ( 6 ) carriles de salida. En cada sentido, se establece la siguiente distribución:

- Un ( 1 ) carril para camiones graneleros.
- Dos ( 2 ) carriles para camiones con contenedores.
- Dos ( 2 ) carriles para camiones con frutos perecederos.
- Un ( 1 ) carril para vehículos con carga extradimensionada.

Entre los carriles de un mismo sentido se diseña un andén separador en concreto de ancho 2.00 m. Sin embargo, en la bahía central que tiene un carril de entrada por un lado y un carril de salida por el otro, el separador central es de 7.00 m.



El sistema tendrá 3 basculas de entrada y 3 basculas de salida, lo que garantizará que todos los vehículos que entreguen y retiren carga se pesen cumpliendo la normativa.

Los andenes separadores albergan:

- Garitas de control.

---

<sup>8</sup> DC-PORT, Informe conceptual del puente sobre el río León, noviembre 28 de 2014.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 62 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- Lectores digitales (Control Biométrico).
- Columnas estructurales de soporte para la cubierta.
- Barreras vehiculares automáticas.
- Defensas ante eventuales choques de vehículos.
- Cámaras del CCTV.
- Semáforos.

- **Patio de Vehículos**

El patio de vehículos de un muelle portuario se destina para el parqueadero, pero fundamentalmente los vehículos que provienen de importación. Sin embargo, en esta área se hará un cerramiento con el fin de separar el área de parqueadero con respecto a los vehículos de importación. Así mismo, el patio de vehículos debe contar con el sistema optical character recognition (OCR) y debe ser sincronizado con la red de reconocimiento del puerto. La fase 1 contará con la opción de parquear 2650 parqueaderos. Para la segunda fase contará 1140 parqueaderos.

- **Bodega de lavado de contenedores**


La bodega de lavado de contenedores en la primera fase tendrá una efectividad de limpieza de 286 TEUS por día, apilados en columnas de 5 contenedores se espera recibir un total al año de 100.000 contenedores refrigerados, los cuales deben poseer unos altos estándares de calidad, teniendo en cuenta que la importación será un producto perecedero como lo es el banano.

- **Bodega de reparación y maestranza**

Esta bodega contará con un área de reparación de 72 TEUS por día, teniendo en cuenta que el 25% de los contenedores que se disponen en el puerto se le deben realizar reparaciones y ajustes para poder ser transportados.

- **Pre Trip Inspection**

Se refiere a una inspección antes del viaje. Sin embargo, el concepto portuario es una revisión mecánica que se le debe realizar a todos los contenedores que ingresan o salen del puerto. En esta área se inspecciona el estado de las puertas, pantallas y enganches verificando que no presenten fallas estructurales o agujeros. En el caso de los contenedores refrigerados, se verifica como se encuentra el motor y las conexiones eléctricas, entre otros.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 63 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- **Área de contenedores de refrigerados**

El puerto contará en su primera fase con un almacenamiento de racks de 6 niveles de contenedores en filas de 6, dispuestos de tal manera para que la RTG y un operario verifique su funcionalidad constantemente y su operación tanto de salida como de entrada. Para la segunda fase se tendrá un patio para disponer contenedores vacíos refrigerados o 2400 TEUS. Incluyendo, un área de almacenamiento que contará con sus respectivos RACKS. En caso que la demanda de contenedores no pueda ser cubierta por el diseño, se dispondrán de unos contenedores POWER PACKS los cuales son contenedores adaptados como estaciones eléctricas para suministrar energía constantemente.

- **Área de contenedores llenos**

Los contenedores llenos se le denominan a toda aquella carga que se dispone al interior de contenedores secos o tradicionales, es decir, contenedores que No son refrigerados. Transportando carga suelta o amarrada dentro de un contenedor por protección al medio ambiente.



Estos contenedores pueden transportar vehículos, infraestructura, madera, etc. La construcción total de la misma se realizará en la primera fase. Contará con maquinarias tales como las RTG, Reach Stacker, y elevadores de vacíos para la carga y descarga de los mismos.

- **Bodegas de consolidación y desconsolidación**

Las bodegas de consolidación y desconsolidación es un área en la cual se descarga y carga mercancía y/o producto que son importados o exportados respectivamente. Estas áreas permiten observar la calidad de la mercancía, detallando que no exista algún daño producido en el viaje o en algunas ocasiones en la misma descarga.

Se contará con una bodega cerrada en la primera y segunda fase. Contará con entradas y salida de camiones para la carga y descarga de los contenedores sobre su costado más largo. Así mismo, la bodega será cerrada con el fin de que no se afecten por el medio ambiente. Las siguientes serán sus áreas de funcionamiento:

- Oficina de atención al cliente
- Área de descanso
- Archivos

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 64 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- Director de almacenamiento
- Supervisor de almacenamiento

Será una bodega cerrada a partir de muros de mampostería estructural, contando con una entrada y salida paralelo al costado más largo de la bodega. Cada entrada debe ser dividida por columnas, las cuales deben estar distanciadas de acuerdo al camión de diseño de descargue, el cual será 3.5m para la manipulación de equipos y herramientas, y estará apoyada sobre una viga de amarre para soportar la carga del producto y los propios equipos. La cubierta se realizará por medio de una cercha en forma triangular.

- **Bodega de perecederos**

Bodega diseñada para la conservación y calidad de alimentos, la cual será hermética y contará con unos motores para refrigeración que puedan conservar las propiedades del banano y otros productos perecederos (piñas, uvas, manzanas, entre otros).

- **Silos graneleros**



Para el almacenamiento de graneles sólidos se contará con un área de configuración de batería de silos verticales (26 silos fase I y 14 silos fase II, para un total de 40 silos). En promedio se estima recibir 30.000 t / barco, con un promedio de 28 barcos al año, es decir, 2 barcos cada mes (Ver Figura No. 3.31 y Tabla No. 3.10).

A continuación, se presenta una tabla en la cual se detalla la capacidad de almacenamiento y sus respectivas fases de construcción:

Tabla No. 3.10. Capacidad de almacenamiento Silos Graneleros

<b>CAPACIDAD DE ALMACEN GRANOS Y TORTAS PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABÁ</b>			
<b>ALMACEN GRANOS</b>	<b>FASE-1</b>	<b>FASE-2</b>	<b>FASE-3</b>
Capacidad en silos planos Ø75'	5500	5500	
Cantidad de silos Ø75'	8	4	
Capacidad en silos planos Ø42'	1400	1400	
Cantidad de silos Ø42'	8	2	



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	 <b>aqua &amp; terra</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 65 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

<b>CAPACIDAD DE ALMACEN GRANOS Y TORTAS PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABÁ</b>			
<b>ALMACEN GRANOS</b>	<b>FASE-1</b>	<b>FASE-2</b>	<b>FASE-3</b>
Almacenaje temporal			25500
<b>TOTAL TONELADAS DE ALMACEN DE MAIZ (750 Kg./m<sup>3</sup>) EN CADA FASE</b>	<b>55200</b>	<b>24800</b>	<b>25500</b>
<b>ALMACEN TORTAS</b>	<b>FASE-1</b>	<b>FASE-2</b>	<b>FASE-3</b>
Capacidad en silos planos Ø54'	2540		
Cantidad de silos Ø54'	4		
Capacidad en silos planos Ø48'	1990	1990	
Cantidad de silos Ø48'	2	2	
Capacidad en silos cónicos Ø36'	1000	1000	
Cantidad de silos cónicos Ø36'	4	6	
Bodega tipo til-tup, para tortas o fertilizantes, de 26,60 m. ancho x 51,40 m. de Longt. entre centros			8150
Cantidad de bodegas			1
<b>TOTAL TONELADAS DE ALMACEN DE TORTAS EN CADA FASE (600 Kg./m<sup>3</sup>)</b>	<b>18.140</b>	<b>9.980</b>	<b>8.150</b>
<b>TOTAL ACUMULADO AL FINAL DE CADA FASE</b>	<b>18.450</b>	<b>28.430</b>	<b>36.580</b>

Fuente: Estudio de mercados de descargue de graneles sólidos en Puerto Bahía Colombia de Urabá, Turbo, Urabá. Ediagro, septiembre de 2014.

La capacidad total en la primera fase de almacenamiento será de 73.650 t. Es decir, tiene la capacidad de almacenar 2 barcos de 30.000 t. Además, brinda un 24% para mayor almacenaje. Así mismo, la segunda fase cubre la demanda establecida por un barco. Y finalmente para futuras fases, se prevé descargar un barco en el menor tiempo posible almacenándolo en la tolva de recibo que tendrá la capacidad de 25.500 t <sup>9</sup>

<sup>9</sup> Ediagro, ESTUDIO DE MERCADOS DE DESCARGUE DE GRANELES SOLIDOS EN PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABÁ PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABÁ, TURBO, URABA, septiembre de 2014.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 66 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

Las principales cargas de graneles sólidos son:

- Alimento para animales: 615.000 toneladas/anales
- Trigo: 100.000 toneladas/anales
- Maíz: 45.000 toneladas/anales
- Fertilizantes: 31.000 toneladas/anales

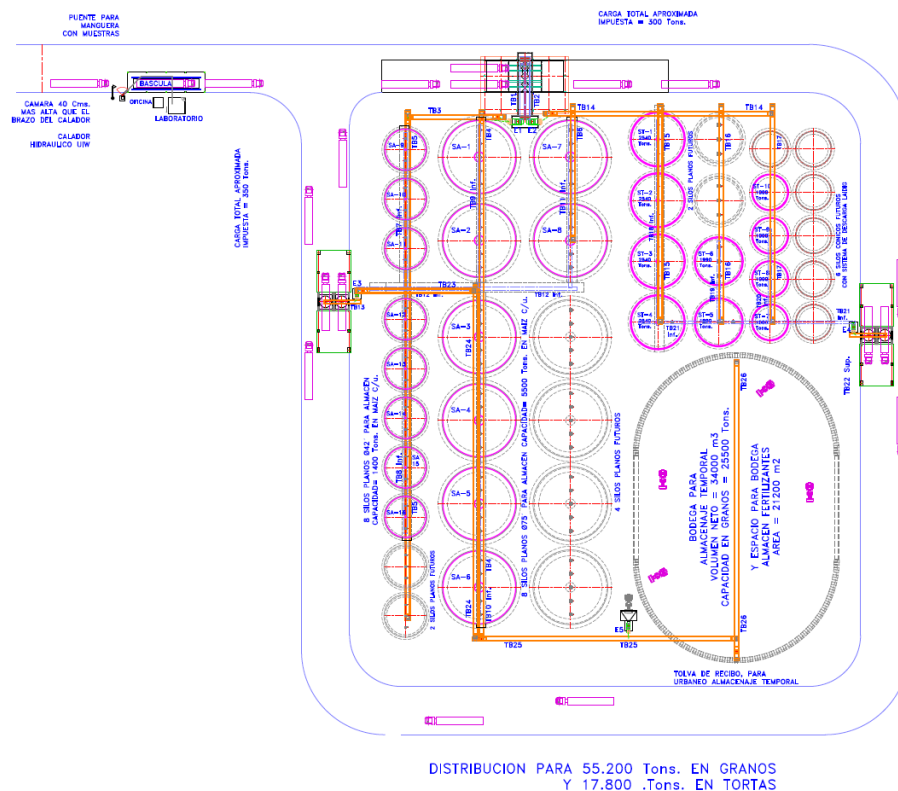


Figura No. 3.31. Silos y Bodegas de almacenamiento de granos Puerto Bahía Colombia de Urabá.  
Fuente: EDIAGRO, 2014

- **Facilidades portuarias para manejo de graneles líquidos diferentes a hidrocarburos**

Las facilidades portuarias para el manejo de carga de graneles líquidos se especificará para, carga/descargue y almacenamiento de aceite vegetal o palma e importación de líquidos de industria bananera.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 67 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Esta facilidad tendrá la capacidad de almacenamiento de 60.000 bls (9405 m<sup>3</sup>) correspondiente al cargue de un buque de 5.000 dwt. Para la facilidad en tierra se ha dispuesto de 4 tanques de 15.000 bls, con dimensiones de 16.7 m de diámetro y 10.5 m de altura libre. Para la contención de los tanques se ha diseñado un muro de 1.8 m de tal manera que contenga 110% la capacidad del tanque más un borde libre de 10 cm.+

Adicionalmente, esta área esta facilidad contará con un sistema de despacho compuesto de 5 bombas, cuatro de trabajo constante y una de respaldo, un cuarto de control y un cuarto de espuma, como parte del sistema contra incendio de la facilidad portuaria. Este sistema está directamente conectado a la isla de llenado de los carros tanques (ver Figura No. 3.32), con disposición de 4 puesto de carga simultánea.

Finalmente, se contará con sistema de transporte por rebombeo mediante tubería de 10 pulgadas de diámetro para cada uno de los tanques y se conectará al manifold o distribuidor de flujo hacia el muelle marítimo.

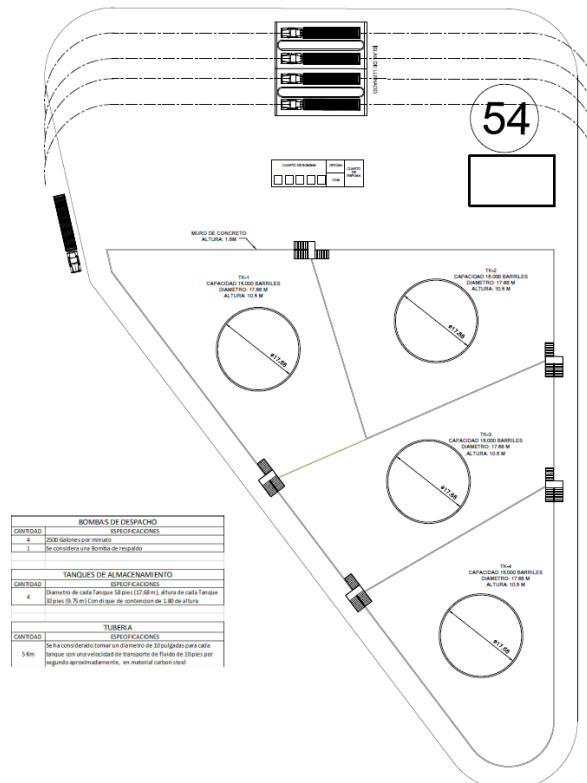




Figura No. 3.32. Silos de graneles líquidos.  
Fuente: PIO SAS, septiembre de 2015.

 <p>PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABÁ S.A. TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS</p>	<p><b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b></p>	 <p>aqua &amp; terra</p>
	<p><b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b></p>	<p>Página 68 de 162</p>
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>

## Sistema Contra Incendio

Se proyecta el uso de la instalación del tanque compartido, y la red contra incendios disponiendo de hidrantes conectados en los puntos cruciales de la infraestructura y más probablemente afectados por tal riesgo.

De acuerdo al Título J de la Norma Sismoresistente – 2010, y de las Normas Técnicas Colombianas 1669 y 2301, se especifican criterios para el sistema contra incendios a proyectar en el proyecto. Así mismo, todo diseño y construcción en las fases siguientes del proyecto debe ceñirse a estas dos normas, y aplicar la legislación correspondiente.

### Categorización

Según el numeral J.3.3 de la NSR-10, se establece como las edificaciones proyectadas pertenecen a la Categoría III, como edificaciones con baja capacidad de combustión, siendo bodegas y edificios industriales que no manejan madera, pinturas, plásticos, algodón, combustible o explosivos de cualquier tipo. Dentro de la categoría F-2, con un potencial combustible  $C_c < 2000$ .

### Caudal del sistema contra incendios

Según la Norma Técnica Colombiana NTC 1669, se categoriza el sistema contra incendios como un Sistema Clase I, “Un sistema provisto con estaciones de manguera de 65 mm (2 1/2 de pulgada) para suministrar agua para uso de bomberos y personal entrenado en el manejo de chorros pesados para incendio.”

Cuando una red principal (en sentido horizontal) en el sistema Clase I abastece tres o más conexiones de manguera en cualquier piso, como es el caso de la red proyectada conceptualmente, en el que en a nivel del terreno se dan 4 derivaciones de tubería de la matriz del sistema, el caudal mínimo para la red principal (en sentido horizontal) de mayor demanda hidráulica será de 2840 L/min (750 gpm).

### Hidrantes

Las edificaciones y áreas para almacenamiento deben estar protegidas por un sistema de tomas fijas para bomberos y mangueras para extinción de incendios diseñados de acuerdo con la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificaciones, NTC 1669, y con el Código para Instalación de Sistemas de Tuberías Verticales y Mangueras, NFPA 14. La Tabla No. 3.11 detalla las áreas construidas que requieren de la instalación de hidrantes en las instalaciones en tierra.



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 69 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

Tabla No. 3.11. Áreas construidas en las instalaciones en tierra que requieren hidrantes

Uso	Área (m <sup>2</sup> )			
	Fase I	Fase II	Fase III	Total
<b>INSTALACIONES EN TIERRA</b>				
Baterías de Silos	15.880	6.420	6.400	28.700
Zona de Bodegas	17.000	9.000	0	26.000
Zonas Comunes	52.700			52.700
Edificios de Administración y servicios	9.700	0	0	9.700
Subestaciones Eléctricas	1.600	0	0	1.600
<b>TOTAL</b>				<b>118.700</b>

Fuente: Ingeniería conceptual del manejo integrado de recursos hídricos en Puerto Bahía Colombia de Urabá, PIO SAS, octubre de 2015.

Aplicando el criterio del ítem J.2.4.4 de la NSR-10, se estima el número de hidrantes como  $(118700/5000 \text{ m}^2=23,74)$ , es decir, 24 hidrantes. El caudal de cada hidrante debe ser de 32 L/s.

#### Redes Internas de rociadores - difusores

Debido a que no se proyecta ninguna edificación con más de tres [3] pisos, no es necesario contar con la instalación de una red contra incendio interna en las edificaciones del proyecto. Las edificaciones deben estar protegidas por un sistema de extintores portátiles de fuego, diseñados de acuerdo con la última versión de la norma Extintores de fuego portátiles, NTC 2885 y con la Norma de Extintores de fuego Portátiles, NFPA 10.


#### Suministro mínimo

El suministro de agua debe ser capaz de abastecer la demanda del sistema establecida en el ítem 3.5.2 por al menos 30 min, tiempo estimado de llegada de Bomberos. Eso quiere decir, que el volumen de almacenamiento mínimo del tanque está relacionado con el volumen  $(2840*30=85200 \text{ L})$ .

#### Tubería y accesorios

El diámetro nominal mínimo para la red principal y tubos de suministro, teniendo en cuenta que el caudal total acumulado es de 750 gpm, y que la distancia total de tubería desde la salida más alejada es mayor a 30,5, debe de ser de 6 pulgadas. La conexión al tanque de almacenamiento proyectado debe contar con válvulas del tipo indicador y válvulas de retención, aprobadas y ubicadas cerca del tanque citado.

Se deben instalar válvulas que permitan aislar cada una de las redes principales sin interrumpir el abastecimiento a las demás redes principales desde la misma fuente de suministro. Se deben instalar válvulas listadas del tipo indicador a la

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 70 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

salida de la red principal para controlar ramales que abastecen estaciones de manguera remotas, en las ubicaciones que detalla la Figura No. 3.33.

### Almacenamiento

Con el volumen de almacenamiento mínimo del tanque definido como 300.000 L [300 m<sup>3</sup>] se establece una geometría rectangular del mismo, con dimensiones de 10m de largo, 10m de ancho, 3m de altura más un borde libre de 0,50m.

### Sistema contra incendio en el Muelle proyectado

El sistema contra incendio en el Muelle proyectado se ejecutará mediante un equipo de bombeo que extraerá agua de mar. El sistema para el abastecimiento a los 4 hidrantes subterráneos en el muelle, estará compuesto por:

- Punto de inyección de agua contra incendio
- Red de distribución compuesta por tuberías de PVC de 200 mm, con uniones bridadas. Estas tuberías irán colgadas a la cara inferior de la losa del muelle con una capacidad de transporte aproximado a 1000 GPM y una pérdida de carga máxima de 10,00 m.c.a.
- Hidrantes subterráneos, protegidos por una caja de fierro fundido y adosados a la cara lateral de la losa del muelle.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 71 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

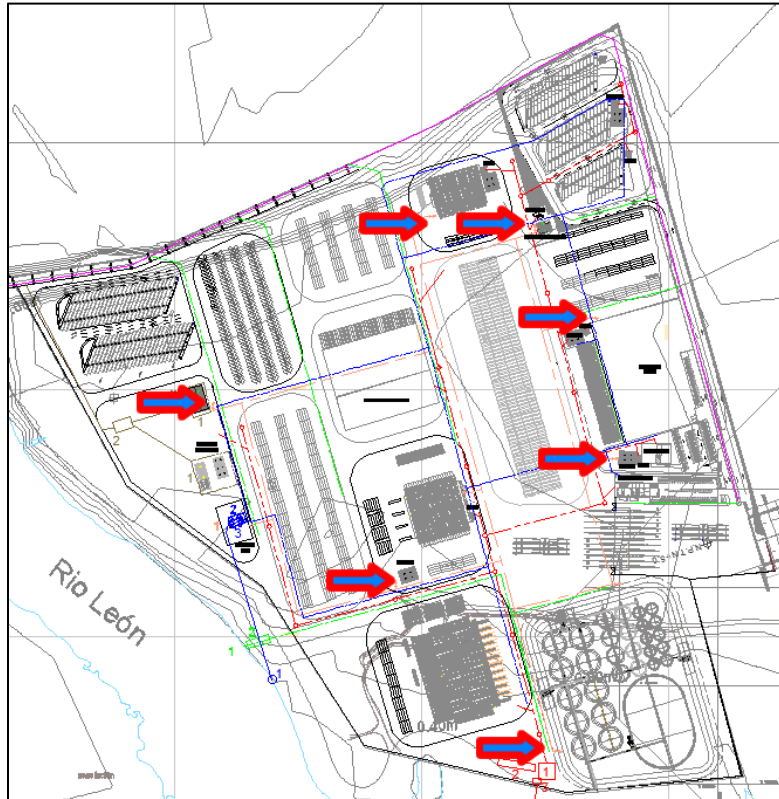



Figura No. 3.33. Ubicación de válvulas para sectorización de la red contra incendios, flecha roja con azul

Fuente: Ingeniería conceptual del manejo integrado de recursos hídricos en Puerto Bahía Colombia de Urabá, PIO SAS, octubre de 2015.

### Sistema de incendio en la zona de almacenaje de aceites de la industria alimentaria

Se especifica la necesidad de contar con al menos dos extintores satelitales tipo K, el cual debe ser acorde a las normas técnicas NTC 652, NTC 1916, NTC 2885 (NFPA-10).

Así mismo, también se prevé instalar un sistema de rociadores de espuma dado el material a almacenar; se dispondrá de un sistema fijo de agua pulverizada o espumógeno, consistente básicamente en tubería mojada, conectada a un depósito de espumógeno conectado a su vez al suministro para la red contra incendio, en el caso de rociadores de espuma. La tubería mojada irá provista de boquillas de pulverización específicas provistas de ampolla térmica de disparo, tanto para la descarga de espuma, como para su distribución sobre la superficie a proteger. Las tuberías tendrán una pendiente de 12,00 mm/m hacia el puesto de

 <p>PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABÁ S.A. TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS</p>	<p><b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b></p>	 <p>aqua &amp; terra</p>
	<p><b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b></p>	<p>Página 72 de 162</p>
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>

control para permitir su drenaje. Para el diseño de la red de espuma debe seguirse lo contemplado en la Norma NFPA 11-A.

Descripción general y características del espumógeno: Se elige el sistema de extinción de espuma de baja expansión considerando que es el más adecuado para el material almacenado. Será un sistema automático, puesto que se utilizarán rociadores térmicos con tuberías mojadas con inyección de espumógeno. El agente extintor será el espumógeno AFFF al 3%. Es el más indicado para el material almacenado, ya que se trata de combustible de baja solubilidad en agua. Sus características son las siguientes: Densidad: 1,011 g/mL, pH: 7,5, Índice de refracción: 1,3640, Coeficiente de extensibilidad: 5,8.

En los accidentes de incendios que involucren aceites de origen vegetal o animal no debe utilizarse el agua dado que se producirían explosiones con las consecuentes salpicaduras de aceite que debido a su alta temperatura redundarían en serias heridas por quemaduras para las personas presentes en el lugar y a la dispersión del foco de incendio.



Con el fin de mejorar las condiciones de seguridad laboral y medioambiental del área, se debe contar con elementos básicos para evitar la propagación de un derrame de combustibles o lubricantes en estado ignífero, así como su infiltración al subsuelo. El escurrimiento y la situación de incendio se pueden detener con canaletas y barreras de contención o diques alrededor del derrame, para luego recogerlo con algún material absorbente como arena que debe estar fácilmente disponible.

El material recogido se debe manejar como un residuo peligroso, por lo que debe ser dispuesto en sitio autorizado fuera de la zona de contención del incendio o enterrado en un pozo impermeabilizado, evitando la posibilidad de contaminar recursos de agua. Se debe esparcir arena sobre la superficie donde se ha producido el derrame, y esperar unos minutos hasta que el material esparcido absorba el resultado de la ignición. La arena que ha absorbido el producto derramado se deben barrer, o recoger con una pala, y colocar en un recipiente con la indicación del contenido, donde se conservarán hasta su posterior eliminación, por lo que se debe contar con un almacenamiento de mínimo 1 m<sup>3</sup> de arena dentro de las inmediaciones de lo protegido por el dique, en un lugar fácil de alcanzar en caso de emergencia. Es necesario que el operario y los equipos de bomberos utilicen guantes protectores y una máscara facial de caucho nitrilo. 10.

---

10 Ingeniería conceptual del manejo integrado de recursos hídricos en Puerto Bahía Colombia de Urabá Puerto Bahía Colombia de Urabá Puerto Bahía Colombia de Urabá, PIO SAS, octubre de 2015.



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 73 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- **Excavaciones Estimadas**

No se contemplan excavaciones de labores en tierra, por la concepción de estabilización del terreno y acabado final de la terminal en tierra. Allí se contempla mejoramiento del terreno sin excavaciones, mediante estabilización por compactación, precarga, columnas de gravas, entre otros. El material de descapote de aproximadamente 35.000 m<sup>3</sup>, será dispuesto y compactada para uso de jaillones a lo largo de la orilla derecha del río León.

- **Edificaciones**



Las principales edificaciones que se encuentran en el terminal en tierra son:

- Edificio de vigilancia y control
- Edificio de administración
- Edificio de comedor de zonas de bodegas
- Área de alojamiento de la policia antinarcocticos
- Bodega de inspección para exportaciones de perecederos
- Bodega de inspección de importación
- Taller de mantenimiento
- Almacen de repuestos
- Edificio de bomberos
- Enfermeria
- Estación de Combustible
- Almacenamiento de combustible y oficina.

### 3.2.4.2 Infraestructura asociada al proyecto

#### 3.2.4.2.1 Campamentos

La concepción del proyecto plantea la instalación de unidades portátiles como uso de oficinas y facilidades necesarias durante la construcción del puerto. Como medida de manejo de alimentación y alojamiento se desarrollará a las afueras de la terminal en tierra.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 74 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

### 3.2.4.2.2 Sitios de acopio

Se definirá un área de acopio de materiales de construcción, prefabricados y montaje de la infraestructura. Esta área constará de 4 ha aproximadamente. Los principales materiales de acopio son:



- Grava
- Gravilla
- Arena
- Agregados
- Geotextiles
- Acero (Acero de refuerzo, elementos estructurales y lámina de acero)
- Material excavado (en caso de ser reutilizado)
- Prefabricados de concreto
- Pilotes prefabricados

### 3.2.4.2.3 Fuentes de materiales

La principal fuente de material es Diseños, Agregados y Construcciones de Urabá S.A.S (D.A & C de Urabá S.A.S). La cual cuenta con dos títulos mineros localizados en el municipio de Carepa y Turbo, localizados a 15 y 25 km aproximadamente del desarrollo constructivo de Puerto Bahía Colombia de Urabá.

La información de estas fuentes de materiales se resume a continuación:

1. Mina de localizada en el Municipio de Carepa:
  - Tipo de Mina: Aluvial (canto rodado) - Río Carepa
  - Área: 1.410,93 Hectáreas
  - Contrato de Concesión Minera: 7693 de diciembre 9 de 2008
  - Registro Nacional Minero: HJBL – 07 de diciembre 29 de 2009
  - Legalidad: Plan de Trabajos y Obras (P.T.O) Aprobado por la Gobernación de Antioquia – Secretaria de Minas – Resolución No 067459 de diciembre 7 de 2012

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 75 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- Licencia ambiental otorgada por CORPOURABA, Resolución No TRD 200-03-20-02-0787-2012 del 05/07/2012
- Diagnóstico y Valoración del Patrimonio Arqueológico
- Certificados: Ministerio del Interior y de Justicia (Comunidades indígenas y/o negras) y de la UNAT (Comunidades indígenas y afro colombianas)

## 2. Mina de localizada en el Municipio de Turbo:

- Corregimiento: Currulao – Sector la Galleta
- Tipo de mina: Aluvial (canto rodado) – Rio Currulao
- Área: 1.324,60 hectáreas
- Contrato de Concesión Minera: 7697 de noviembre 13 de 2007
- Registro Minero Nacional: HHVN – 02 de diciembre 18 de 2007
- Legalidad: Plan de Trabajos y Obras (P.T.O) y Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A)

Los principales materiales disponibles en las fuentes de materiales son:



Tabla No. 3.12. Materiales disponibles

<b>ARENAS</b>	<b>SIN PROCESAR</b>	<b>PROCESADOS</b>
Arena para Concreto - <b>lavada</b>	Piedra para Gavión	Triturado ¾" - <b>lavado</b>
Arena para Pega - <b>lavada</b>	Gravilla	Triturado 1 1/2" - <b>lavado</b>
Arena para Revoque - <b>lavada</b>	Arenilla	Triturado 1" - <b>lavado</b>
	Pedraplen	Subase procesada
	Material Crudo (llenos y afirmado)	Base Granular

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados, 2015.

### 3.2.4.2.4 Plantas de procesos

Como parte del proceso constructivo se ha definido tener una planta de concretos y prefabricados in situ, la cual contará con un área aproximada de 7 ha. Esta planta se localizará sobre un terreno estabilizado. El suelo que se va a estabilizar previamente para acopio de materiales y para el montaje de la infraestructura necesaria para la producción de pilotes tiene un área de 4 ha. Posteriormente se estabilizará un área de 7 ha para el montaje de la fábrica de concretos y prefabricados.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 76 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Estas plantas de procesos tendrán como objetivo principal la reutilización de las aguas residuales industriales que proviene de los mezcladores de concreto, lavado de vehículos y mantenimiento de la zona de preparación de concreto.

El sistema está compuesto básicamente de un sedimentador con fondo de pendiente que actúa como sedimentador de material grueso (arenas y gravas). Bajo un sistema de conducción en serie se conectará a una batería de sedimentadores para remover el material más fino y sólidos en suspensión. Esta agua reciclada será bombeada al tanque de almacenamiento donde se conectará nuevamente al proceso de producción industrial.

### 3.2.4.2.5 Infraestructura de suministro de energía

Inicialmente, Empresas Públicas de Medellín proporcionará una bahía de transformación 115 / 34.5 kV, la cual alimentará la subestación principal del puerto (SE1) y de ésta se derivarán cuatro subestaciones más distribuidas en el puerto de tal manera que sea posible cumplir con los parámetros normativos para este tipo de instalaciones. Esta subestación tendrá dos salidas en 34.5 kV, una de ellas alimentará la subestación dedicada a las cargas ubicadas en el muelle (SE5) y la otra alimentará las subestaciones (SE1a SE2 SE3 y SE4) para las cargas ubicadas en la terminal en tierra.

La distribución de potencia en el puerto se hará en un nivel de tensión de 13.2 kV, haciendo las transformaciones correspondientes a baja tensión, en cada subestación. Para la red de baja tensión y según lo establece la NTC 2050 a los alimentadores y los circuitos ramales, se deben aplicar las tensiones nominales de 120, 120/240, 208Y/120, 220Y/127, 240, 347, 440Y/254, 480Y/277, 480, 600Y/347 y 600 V<sup>11</sup>.

La distribución de áreas para las subestaciones se relaciona a continuación:

Tabla No. 3.13. Áreas de la subestación.

Subestación	Área
1	391.6
2	5.2
3	48.04
4	11.28
5	556.6

<sup>11</sup> Documento General Ingeniería Conceptual Electromecánica, IP242-SE-SPA-GEN-IN-910, 2015.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 77 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

### 3.2.4.2.6 Vía de acceso

El diseño de la vía de acceso entre Nueva Colonia y Puerto Bahía Colombia de Urabá, diseñada con una longitud de 2.46 km y un ancho mínimo de 10.3 m, comprendido en 2 carriles de 3.65 m y bermas de 1.50m. La estructura de la vía pavimentada de 12 cm MDC-2, base asfáltica y base granular. La proyección de tránsito diario semanal (TPDS) para 2019 es de 2750 camiones y en 2040 un total de 5092 camiones.<sup>12</sup>

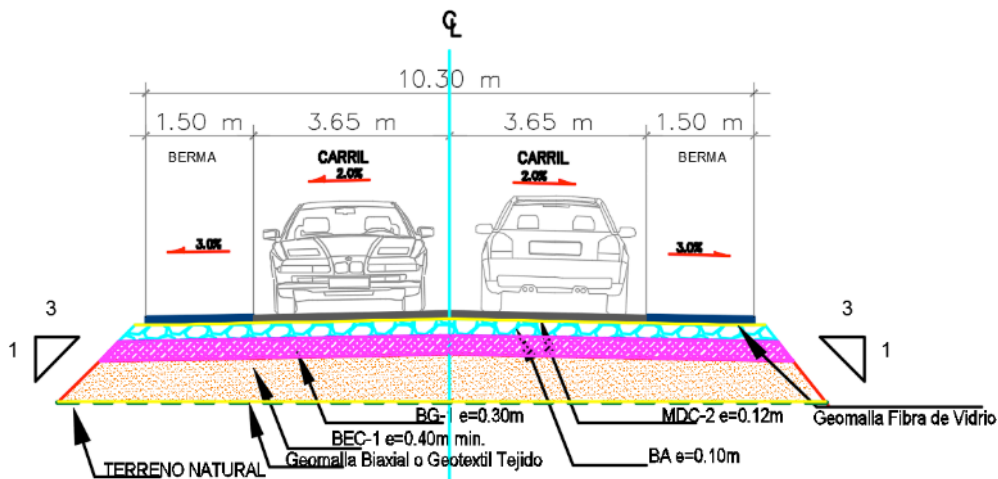


Figura No. 3.34. Sección típica de estructura de vía de Nueva Colonia a Puerto Bahía Colombia de Urabá.

Fuente: Edifica, Estudio Geotécnico, 2015.

Con el fin de facilitar el proceso de construcción de las obras, se debe realizar el mejoramiento de la carretera existente (desde nueva colonia hasta el puerto) sobre una longitud aproximadamente de 1.57 km y una banca de 10.3 m, como se muestra en la Figura No. 3.34. Este mejoramiento debe tener en cuenta las especificaciones para el tránsito de vehículos de carga y consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de afirmado sobre la sub rasante terminada.

Se debe considerar que este mejoramiento se realizará para la fase constructiva, ya que para la fase de operación, la vía de acceso estará compuesta por una estructura de pavimento flexible.

<sup>12</sup> Grupo Vial, Ingeniería Básica y de Detalle, Compras y Suministro de Materiales, Construcción, Montaje y Puesta en Operación de las Obras Requeridas para la Fase 1 del Terminal Portuario Puerto Bahía Colombia de Urabá. Estudio de Tránsito, Departamento De Antioquia, junio de 2015.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 78 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Esta vía consta de dos (2) alcantarillas proyectadas en el diseño de la vía sobre el K1+000 y K2+000.

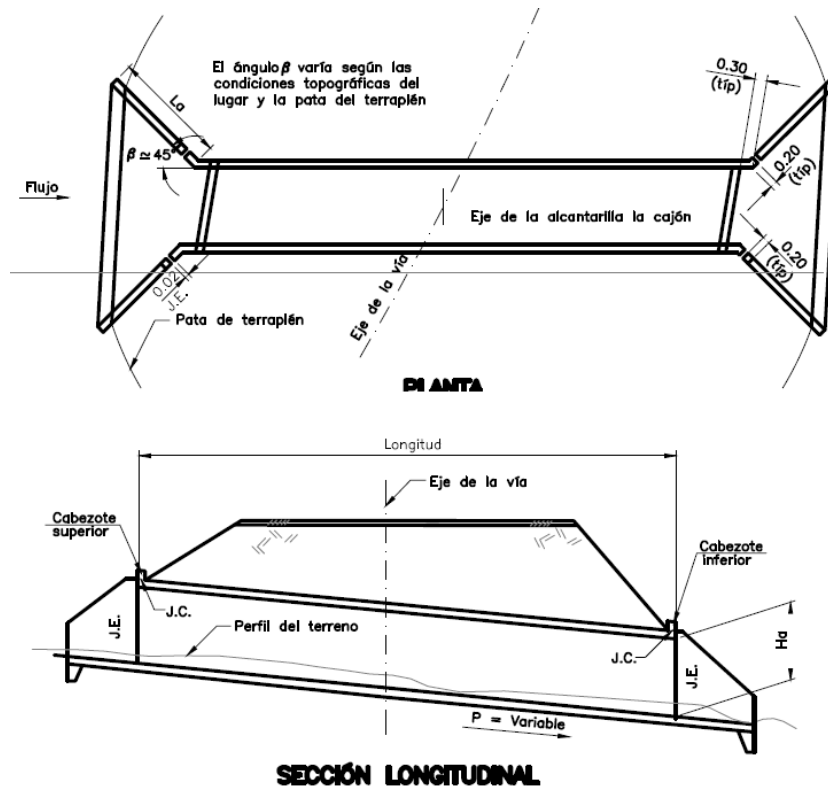


Figura No. 3.35. Sección típica de box culvert Puerto Bahía Colombia de Urabá.

Fuente: Aqua y Terra Consultores Asociados SAS, septiembre de 2015.

### 3.2.4.3 Infraestructura y servicios interceptados por el proyecto

Considerando el hecho que en el área del terminal en tierra no se cuentan con servicios públicos, no habrá afectación a redes existentes y, por lo tanto, efectuar actividades de traslado, reubicación y protección.

### 3.2.5 Insumos del proyecto

#### 3.2.5.1 Volúmenes de Materiales de construcción

Los principales volúmenes asociados a la construcción de Puerto Bahía Colombia de Urabá son:



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 79 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Tabla No. 3.14. Volúmenes de concreto para terminal en tierra.

<b>Terminal en Tierra</b>	
<b>Tipo de concreto</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
ESTRUCTURAS CONVENCIONAL	25000
Bloques y Otros	12574.8
Adoquines	1600
Cerramiento	1125
CONCRETOS PLACAS	15000
<b>TOTALES</b>	<b>55299.8</b>

Fuente: PIO SAS, septiembre de 2015.



Tabla No. 3.15. Volúmenes de materiales del muelle y viaducto.

<b>Muelle y Viaducto</b>		
<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Total</b>
PESO TOTAL DE PILOTES	TN	74341.0
PREFABRICADO F´C 28 Mpa BAJA PERM. VIGAS	M3	10054.4
PREFAB F´c 28 Mpa BAJA PERM PLACAS	M3	25690.9
EN SITIO F´c 28 Mpa BAJA PERM	M3	57675.1
EN SITIO CABEZAL DE PILOTES F´c 28.5 Mpa	M3	29597.7
ACERO DE REFUERZO Fy 420 Mpa FIGURADO	TN	14448.3
MALLAS ELECTROSOLDADAS Fy 420 Mpa	TN	1810.6
PREESFUERZO Fy 770 Mpa o SUP	TN	1492.5
INCRUSTACIONES METALICAS	TN	137.1
ESTRUCTURA METALICA CELOSIA PINT EPOXICA	TN	858.0
ESTRUCTURA TEMPORAL CANTITRAVELER	TN	169.0

Fuente: PIO SAS, septiembre de 2015.

### 3.2.5.2 Materiales sobrantes

En el proceso de construcción de Puerto Bahía Colombia de Urabá, no se tiene contemplado ninguna disposición de material, teniendo en cuenta los procesos descritos anteriormente. Sin embargo, en caso de requerir la disposición de material sobrante, éste se dispondrá en la escombrera más cercana a las labores de construcción y será responsabilidad del constructor su gestión y adecuada disposición.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 80 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

### 3.2.6 Fase de operación

#### 3.2.6.1 Descripción Operaciones Portuarias

El Terminal Multipropósito de Puerto Bahía Colombia de Urabá se diseñará con un puesto de atraque especializado para contenedores en el muelle 1A y tres puestos de atraque multipropósito en los muelles 1B, 1C y 1D para operar contenedores, graneles sólidos, fruta paletizada, vehículos y carga general, en la primera fase. Para fase 2 con la extensión del muelle la configuración de atraque cambia a 2A para contenedores y 2B para graneles.

- **Patios de Entornamiento**

El terminal Portuario dispondrá de un sistema de entornamiento nacional que garantizará que las empresas de transporte y sus representantes puedan entornar los vehículos para la entrega al terminal de la carga de exportación y recoger mercancías de importación. El terminal tendrá un parqueadero de entornamiento donde las tractomulas con carga de exportación puedan esperar que los exportadores hagan los trámites con las autoridades competentes para poder ingresar al terminal las mercancías de exportación, este parqueadero será el regulador del tráfico de entrada y salida del terminal marítimo.



- **Operaciones de exportación de Banano, Plátano y frutas exóticas**

#### **Cobertizo de embalaje**

Los vehículos con bananos, plátano y frutas exóticas con destino a la exportación llegarán directamente de las plantas de beneficio en las fincas a un amplio cobertizo donde se realizará el crossdocking del banano paletizado y la palatización de plátano y otras frutas exóticas de exportación que se reciben en cajas sueltas.

La zona de crossdocking tendrá 40 puertas para la descarga de vehículos y 20 puertas para el embalaje de contenedores o cargue de fruta paletizada a vehículos; La zona de palatización de Bananos y otras frutas exóticas tendrá 7 puertas para descargar vehículos y 4 puertas para el embalaje de contenedores o cargue de paletas a vehículos. La operación en este cobertizo se realizará con montacargas y transpaletas eléctricas. Se dispondrá de una de maestraza cercana al patio de contenedores vacíos donde se realizará el alistamiento de los contenedores refrigerados para la exportación de banano, plátano y frutas exóticas.



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 81 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

## Transferencia y Cargue de los Contenedores refrigerados

Utilizando tractores de terminal se realizará la transferencia de los contenedores refrigerados desde el cobertizo de embalaje hasta el patio de contenedores refrigerados en la plataforma off-shore, donde serán conectados los contenedores a un moderno sistema de suministro de energía eléctrica y de control del funcionamiento del contenedor, se dispondrá de RTG para el recibo/entrega y apilado de los contenedores en los patios del terminal marítimo, posteriormente se realizará la transferencia desde la zona de apilado de las RTG hasta el costado de los buques donde por medio de grúas pórtico de buque STS se realizará el cargue de los contenedores refrigerados y se conectarán al sistema de suministro de energía del buque.

## Transferencia y Cargue de la Fruta Paletizada en los Buques Refrigerados



La transferencia del Banano, Plátano y las frutas exóticas que se exportan paletizados entre el cobertizo de consolidación hasta el costado del buque refrigerado se realizará utilizando tractores de terminal con chasis o tráiler portapaletas, al costado del buque se descargarán los vehículos por medio de montacargas y se cargarán con los medios de izaje propios del buque, para la estiba de las paletas en la bodega y entrepuentes del buque refrigerado usando transpaletas y montacargas eléctricos.

Se planifica trabajar dos (2) buques refrigerados de manera simultánea y cada buque se le planifica trabajar tres (3) servicios con grúas propias del buque. A cada servicio se le asignará al costado del buque dos (2) montacargas diésel de 3.5 t. A cada servicio a bordo del buque se le planifica cuatro (4) paletizadora eléctrica operador caminando (transpaletas). Se planifica para operar los dos buques refrigerados doce (12) montacargas diésel de 3.5 t y veinte y cuatro (24) paletizadora eléctrica operador caminando (transpaletas). También se puede operar simultáneamente tres (3) buques refrigerados con dos (2) servicios por buque.

- **Operación de Contenedores**

### Operación de los Buque Portacontenedores

Operación carga/descarga de los buques portacontenedores se realizará con modernas Grúas Pórtico New Post Panamax y Grúa Móvil Liebherr Modelo LHM 550 (ver Fotografía No. 3.7), la transferencia entre el costado del buque y el patio

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 82 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

y viceversa, se realizará con tractores portuarios y el recibo y entrega de contenedores en los patios se realizará con RTG.

## Recibo/Entrega de Contenedores



El Recibo/entrega de contenedores con mercancías de importación y exportación a los clientes se realizará en el patio del terminal marítimo, con la excepción de los contenedores con mercancías de importación perfilados para ser inspeccionado por las autoridades ICA, INVIMA y DIAN que serán trasladados por el concesionario al terminal terrestre donde se dispondrá de un cobertizo de fiscalización, donde las autoridades podrán ejercer sus funciones de inspección, garantizando la agilidad e integridad de la mercancía. Los contenedores con mercancías de importación, que por interés de los clientes deciden realizarle pre-inspección, también podrán ser trasladados por cuenta del concesionario a este cobertizo de fiscalización para realizarle la operación de pre-inspección.

Los contenedores con mercancías de importación que por interés del naviero o del cliente podrán ser desconsolidados en el área de desconsolidación de contenedores que está en el terminal en tierra, el concesionario prestará el servicio de traslado del contenedor, desconsolidación del contenedor, almacenamiento de la mercancía en una bodega con estantería y el despacho de la mercancía de acuerdo a las necesidades del cliente y la entrega del contenedor vacío al naviero.

Los contenedores con mercancías de importación en tránsito aduanero DTA, serán cargados en el terminal marítimo y el vehículo con el contenedor se trasladará a las oficinas de la DIAN en el cobertizo de fiscalización para realizar los trámites requeridos por la DIAN.

Los contenedores que arriban al terminal marítimo con mercancía de exportación, antes de permitir su entrada al terminal marítimo serán sometidos al perfilamiento de la policía antinarcóticos, si el contenedor es perfilado para inspección el vehículo entrará al terminal y el contenedor será recibido con Reach stacker en el patio del cobertizo de inspecciones antinarcóticos y posteriormente estos contenedores serán cargados en un tractor de terminal para ser sometido a inspección física o no intrusiva de acuerdo a las instrucciones de la policía antinarcóticos, una vez finalizada la inspección antinarcóticos el contenedor será trasladado al patio de contenedores en el terminal marítimo y estará listo para embarcarse.

Cumpliendo los requerimientos de las autoridades, el terminal marítimo tendrá un Cut-Off para los contenedores con mercancías de exportación que debe ser con

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 83 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

un mínimo de 24 horas de la fecha y hora programada del arribo del buque donde está planificado su embarque.

Este terminal tendrá un software operativo para contenedores, el cual realizará la planeación del buque, los patios, el recibo y la entrega de contenedores, la operación en la estación de consolidación/desconsolidación y el intercambio electrónico de datos con otro software del terminal.

### **Buque Portacontenedores**

Se presupuesta la operación de un buque portacontenedores en el puesto de atraque 1A con tres (3) grúas Ship to Shore STS13. Se le asignará a cada grúa Ship to Shore STS cuatro (4) Tractores de Terminal, para un total de doce (12) tractores.

Se planifica para una grúa Ship to Shore tres (3) Rubber Tired Gantry Cranes (RTG), para un total de nueve (9) Rubber Tired Gantry Cranes (RTG).

Para la operación de buques de contenedores que se atraquen en muelles no especializados (1B, 1C y 1D) se operará con una (1) grúa móvil portuaria super post panamax.

A continuación, se presenta mediante un flujograma, la descripción operativa de contenedores.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 84 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

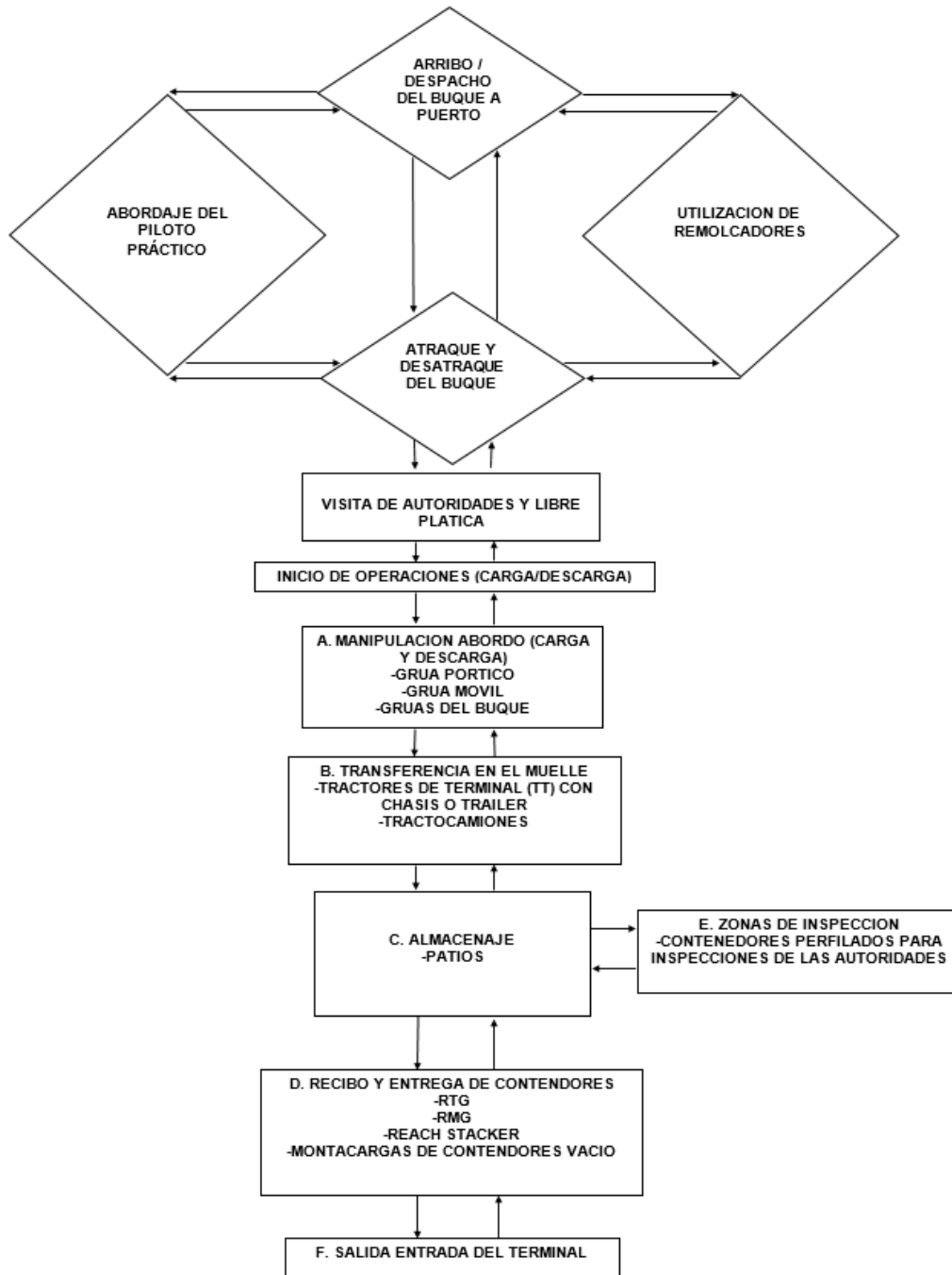


Figura No. 3.36. Flujograma de operación de contenedores.

Fuente: PIO SAS, octubre de 2015.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 85 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- **Operación de graneles**

### **Buque de Graneles Solidos**

La configuración de descarga de los buques con graneles sólidos en los muelles 1B, 1C y 1D, se realizará con las grúas propias del buque y se trabaja como promedio con tres (3) grúas propias del buque (3 servicios). Cada servicio estará con una almeja (cuchara) con una capacidad bruta aproximada de 25 t y una tolva de una capacidad aproximada de 20 t. La mercancía será entregada a los importadores al costado del buque mientras se hacen las instalaciones de almacenamiento en la terminal de tierra. Los principales tipos de graneles sólidos que serán operados son productos de alimentación animal, maíz, trigo y fertilizantes.

Para descargar graneles sólidos también se tiene planificado una grúa móvil portuaria super post panamax que estará equipada con una almeja (cuchara) y una tolva doble para cargar dos (2) vehículos simultáneamente.

Una vez que se constuyan las instalaciones especializadas graneleras en tierra, se entregará la mercancía al costado del buque y en las instalaciones graneleras en tierra.

La transferencia entre el costado del buque y las instalaciones de tierra se realizará con vehículos especializados para transportar graneles sólidos; las instalaciones especializadas en tierra tendrán la tecnología para evitar la contaminación del aire con partículas, además estarán conformadas por baterías de silos y bodegas especializadas interconectadas por sistemas de bandas transportadoras, que tendrán sistemas de entregas de cargas para vehículos.





	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 86 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:



Figura No. 3.37. Vehículos especializados para el transporte de granel, tolva de alta velocidad de descargue y tándem acoplado.

**Fuente: Estudio de mercados de descargue de graneles sólidos en Puerto Bahía Colombia de Urabá, EDIAGRO, 09/2014.**

El ciclo de descargue diario se presenta en la siguiente tabla:

Tabla No. 3.16. Operación de carga de graneles.

VEHICULOS NECESARIOS			
Rata de descargue máxima buscada	8.000	toneladas diarias	
Cargue directo	30%	2.400	t /día
Cargue a silos	70%	5.600	t /día
Capacidad nominal equipos transporte	750	toneladas / hora	
Capacidad promedio real	500	toneladas por hora	
Horas de trabajo en condiciones reales	16		
Capacidad "trailers y camiones"	30	toneladas	
Capacidad tolvas móviles	40	toneladas	
Capacidad cucharas	12	toneladas	
Ciclo promedio cucharas	2,9	minutos	
Toneladas por hora cucharas, promedio	248,3		
Tiempo de cargue de tolva móvil con cucharas	9,7	minutos	
Tiempo de llenado de camión desde tolva móvil	6	minutos	
Distancia plataforma muelle a tolva recibo	5	km	
Velocidad promedio de camiones	20	km/hora	
Tiempo recorrido ida y vuelta	15	minutos	
Tiempo pesaje camión en las dos básculas	10	minutos	
Tiempo descargue cada camión en tolva recibo	5	minutos	
Velocidad de carga silos, toneladas por hora	360	por cada tolva	
Tiempo alineación bajo tolva móvil	2	minutos	
Tiempo salida camión de la tolva	2	minutos	
Tiempo ciclo completo trailer-camión	40	minutos	
Capacidad transporte cada trailer-camión	45	toneladas por hora	
Camiones totales por hora	17	Para transportar la capacidad nominal	
Cantidad trailers necesarios para cargue silos	12		
Cantidad camiones cargue directo	5		

Fuente: Estudio de mercados de descargue de graneles sólidos en Puerto Bahía Colombia de Urabá, EDIAGRO, 09/2014.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 87 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

El flujograma operativo del manejo de graneles sólidos en el puerto multipropósito se presenta en la Figura No. 3.38.

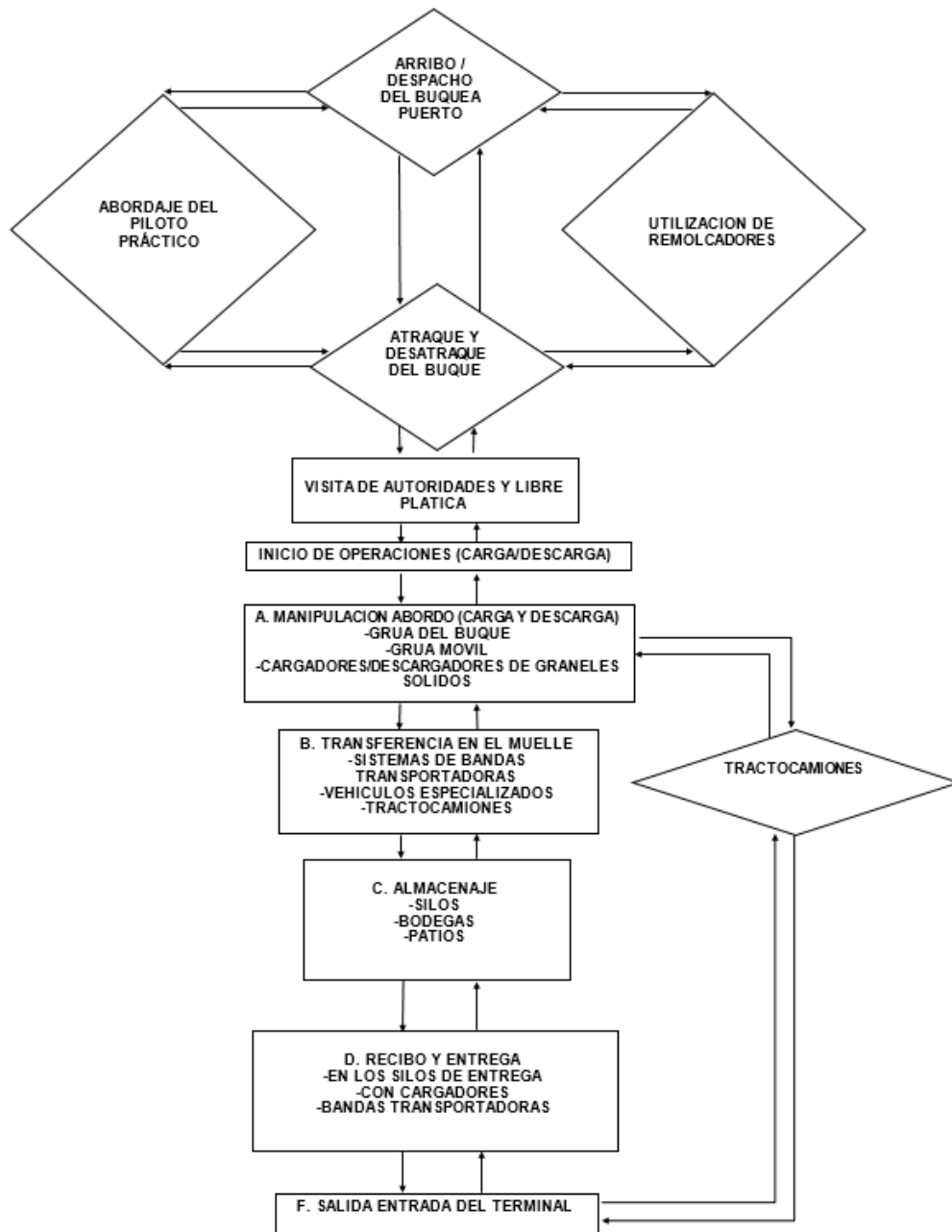




Figura No. 3.38. Flujograma de operación de graneles sólidos.  
Fuente: PIO SAS, octubre de 2015.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 88 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Finalmente, para la descarga de tortas (alimentación de materiales), se ha previsto de un sistema de descarga tipo Laiding para silos de almacenaje en concreto o acero de fondo cónico con aproximadamente 8m diámetro y 1.100 m<sup>3</sup> de capacidad. Este sistema permite la carga y la descarga de silos bajo un sistema cerrado de emisiones, ya sea con diseño de acceso de camión de carga al silo o mediante control automatizado de transporte cerrado.<sup>14</sup>



Figura No. 3.39. Sistema de descarga tipo Laiding.  
Fuente: EDIAGRO, 05/2014.

- **Buque de Carga General**

Los buques con carga general podrán ser operados en los muelles 1B, 1C y 1D, Se planifica la operación de los buques de carga general con las grúas propias de buques y se trabaja como promedio con tres (3) grúas propias del buque (3 servicios), para la operación de carga general al costado del buque y en la terminal de tierra se dispone de un (1) montacargas de 25, un (1) montacargas de 16 t, dos (2) montacargas de 7.5 t, dos (2) montacargas de 5 t, también se podrá utilizar montacargas de 3.5 t de capacidad con horquillas o con dispositivos de agarre. Los principales tipos de carga general que planificamos operar son carga de proyectos, rollos de acero, bobinas de papel, pacas, madera paquetizada, big bags, etc.

<sup>14</sup> Estudio de mercados de descargue de gráneles sólidos en Puerto Bahía Colombia de Urabá Puerto Bahía Colombia de Urabá Puerto Bahía Colombia de Urabá, EDIAGRO, 09/2014.



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 89 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Para la operación de carga pesada y extra dimensionada se planifica la utilización de una (1) grúa móvil portuaria super post panamax.

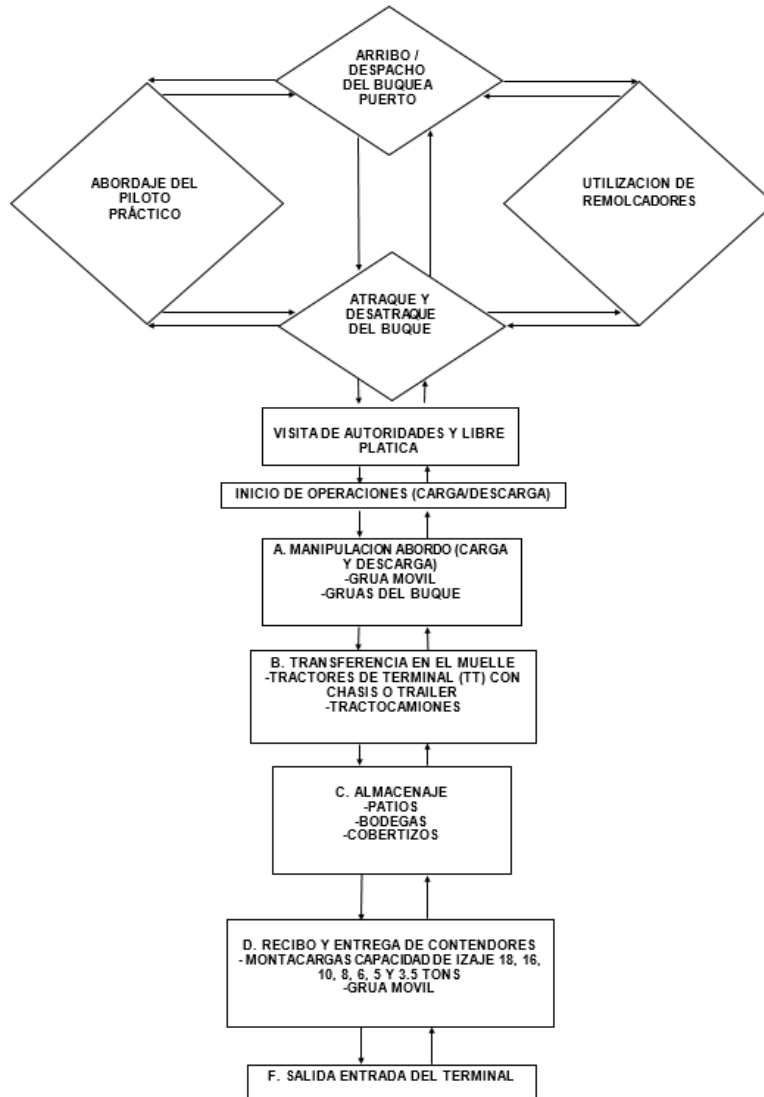


Figura No. 3.40. Flujograma de operación de carga general.  
Fuente: PIO SAS, octubre de 2015.

- **Buques Roll-On Roll-Off**

Se planifica la operación de descarga con un grupo de conductores certificados los cuales trasladaran los vehículos desde a bordo del buque hasta el sitio de almacenaje en la terminal de tierra, también se recibirá vehículos de exportación en la terminal de tierra y los conductores tendrán las responsabilidades de

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 90 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

trasladarlo desde la zona de almacenamiento hasta a bordo del buque. Se planifica el descargue de todo vehículo rodante (autos, tractomulas, retroescavadoras etc.). Estos buques están diseñados para transportar una amplia variedad de tipos de vehículos rodantes con destino a la importación, exportación y transbordo e incluso tienen la posibilidad de transportar chasis, plataformas, trailers con cargas pesadas.

El flujograma de operación de la operación de cargue y descargue Roll-on Roll-off (Ro - Ro) se presenta en la Figura No. 3.41.

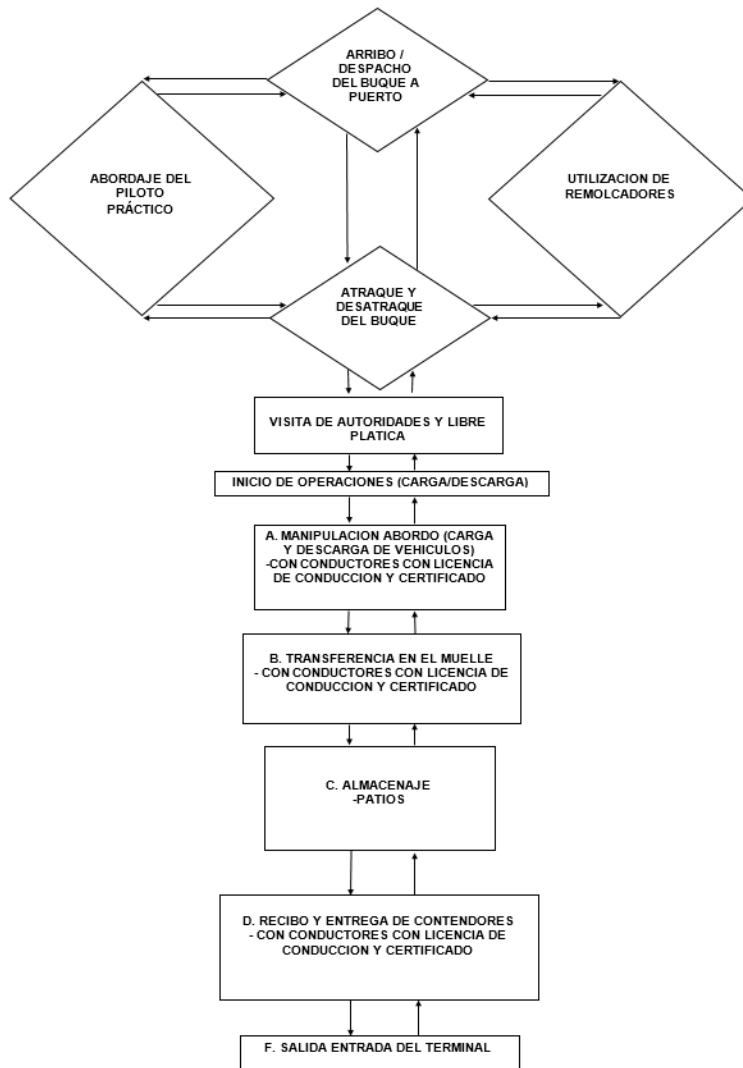




Figura No. 3.41. Flujograma de operación Ro-Ro.  
Fuente: PIO SAS, octubre de 2015.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 91 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- **Buques con Astillas de Madera**

Por medio de un cargador de astillas de madera (Ship Loader) se cargará el buque. Las astillas de madera llegarán a granel al costado del buque en vehículos y se depositará en la losa del muelle por medio de cargadores frontales y se trasladará de la losa del muelle al cargador la astilla.

- **Operación Buques con cargas líquidas.**

Operación de Tanqueros.


La terminal multipropósito de Puerto Bahía Colombia de Urabá operara buques tanqueros con carga líquidas que no sea petróleo y sus derivados, ejemplo aceites vegetales, aceites minerales, cebos, entre otros. La descarga se realizará con los sistemas especializados propios de los tanqueros, la carga se realizará con un sistema externo especializado de bombeo móvil o fijo, propio del buque de carga líquida.

El producto que llegará al puerto en carrotanques y será descargado para ser almacenado en los tanques de la facilidad en tierra, por otra parte, el granel líquido llegará al puerto en buques, donde se conducirán o transportaran hasta los respectivos tanques, mediante carrotanques o el poliducto (línea de tubería que transportará el granel líquido) y finalmente despachados a carrotanques.

La descarga de los carrotanques se ejecutará en un área denominada descargaderos, la cual se realiza por debajo del carrotanque, mediante un sistema de bombas de recibo, el producto se conducirá a los tanques de almacenamiento. Desde allí, el granel será bombeado y hasta el muelle marítimo.

Aunque este tipo de líquidos, son considerados de bajo punto de inflamación, se ha tomado como medida de contingencia y control que en las zonas de descargadero se tendrán 5 extintores portátiles por unidad de descarga y monitores de agua – espuma. Además de ello, en el área de almacenamiento de tanques, contenida en diques, se dispondrá dos (2) monitores de sistema contra incendio (SCI) por dique. Finalmente, y como última línea de contingencia, Puerto Bahía Colombia de Urabá contará con un equipo de bomberos, encargado por la seguridad del puerto y prevención ante una contingencia de incendio.

El flujograma del proceso operativo para graneles líquidos se presenta en la Figura No. 3.42.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

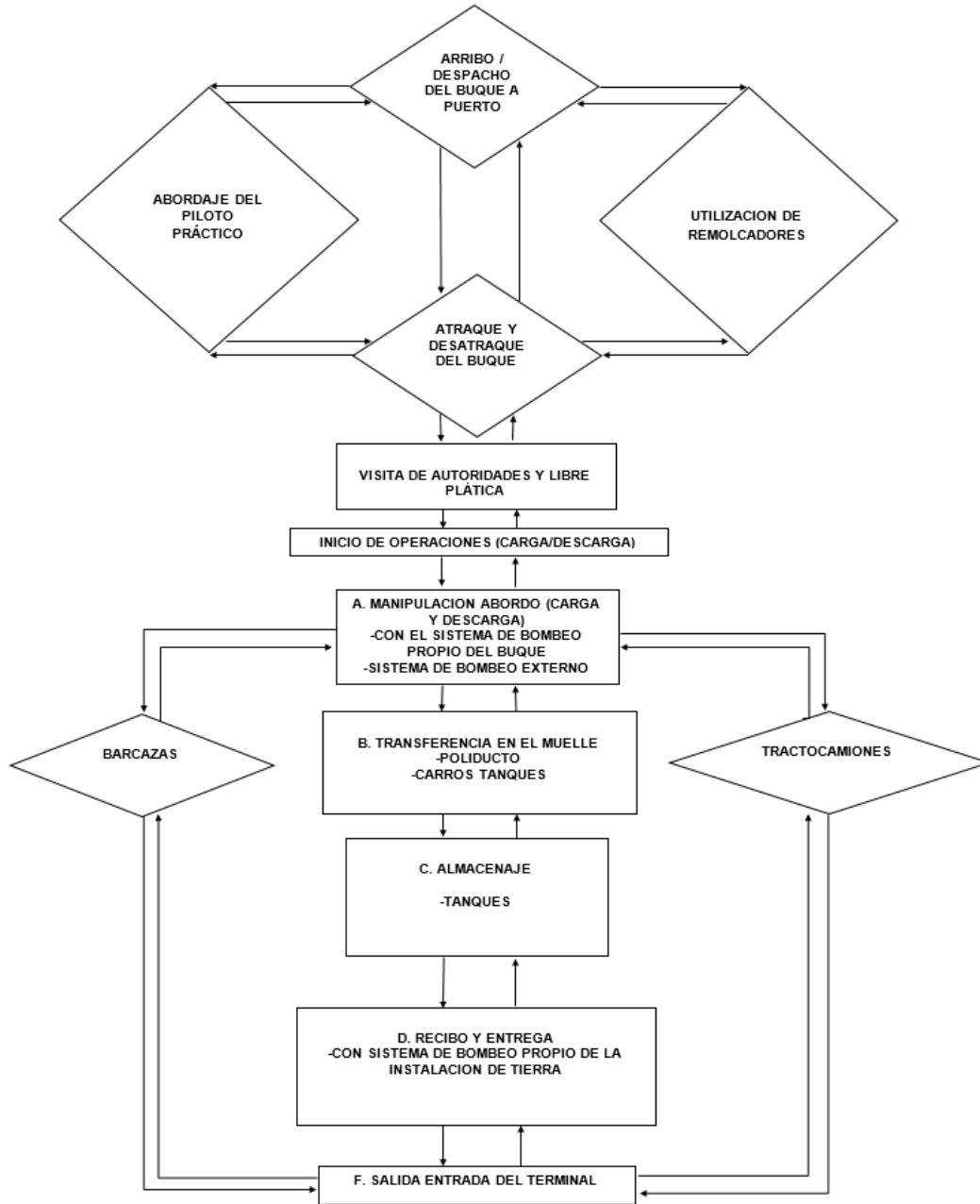


Figura No. 3.42. Flujograma de operación de graneles líquidos.  
Fuente: PIO SAS, octubre de 2015.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 93 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

### 3.2.6.2 Maquinaria

A continuación, se presenta la principal maquinaria para la operación de cargue/descargue de las actividades comerciales de Puerto Bahía Colombia de Urabá.



Grúas Pórtico New Post Panamax



Grúa Móvil Liebherr Modelo LHM 550

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 94 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:



RTG (Rubber tyred granty crane)



Racks de almacenamiento de contenedores refrigerados



Reach staker

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 95 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:



Side Handler



Pala para graneles



Tolva para graneles

Fotografía No. 3.7. Principal Maquinaria de Puerto Bahía Colombia de Urabá.

Fuente: PIO SAS, octubre de 2015.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 96 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

### 3.3 Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y escombros

Como se ha mencionado en numerales anteriores, el proyecto de Puerto Bahía Colombia de Urabá, no dispondrá ningún material de excavación, ya que todo el material proveniente del descapote y limpieza, será utilizado en la generación de jarillones y protección de orilla del río León. Sin embargo, en caso de generación de escombros durante el proceso constructivo, estos serán dispuestos en la escombrera más cercana a la zona del proyecto (ver Figura No. 3.43).

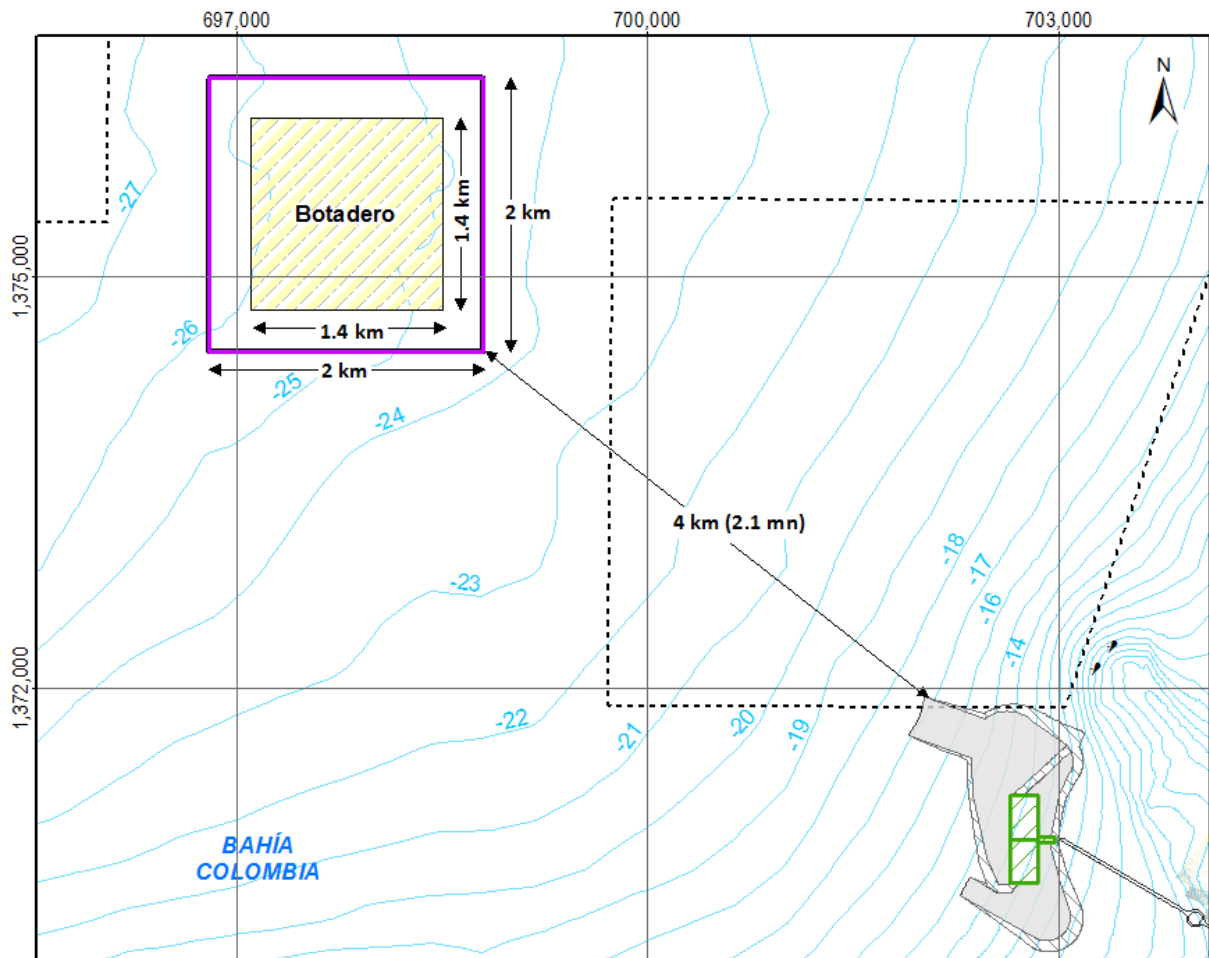




Figura No. 3.43. Localización de botadero y límite de dispersión.  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados SAS.

Las coordenadas del área de botado o descarga del material proveniente del dragado se han mencionado en el numeral 3.2.3.1.6.



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 97 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

### 3.3.1 Manejo y disposición de materiales de dragado

La disposición del material de dragado proveniente de las áreas de maniobra y canales de acceso, será dispuesto en el área de botadero que se busca licenciar en la presente modificación de Licencia Ambiental. Área localizada a 4.1 km entre los polígonos de dragado y botadero. Las dimensiones del área destinada para el botadero son de 1400 m por 1400 m, con un área de influencia de 2000 m por 2000 m.

### 3.3.2 Modelación de dragado y dispersión de sedimentos

La batimetría utilizada para la ubicación y caracterización de la zona de botadero de los materiales provenientes del dragado de Puerto Bahía Colombia de Urabá, fue obtenida de las cartas náuticas suministradas por la Dirección General Marítima y elaboradas por el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas – CIOH<sup>15</sup>, las cartas náuticas que contienen la zona de estudio son la 412 y la 625, la cual se muestra en la Figura No. 3.44. Adicionalmente, se realizó una batimetría de detalle del sector que se propone para el Botadero (realizada por Batiestudios S.A.S, en julio de 2015) (ver Figura No. 3.45).

---

<sup>15</sup> DIRECCIÓN GENERAL MARÍTIMA (DIMAR) y CENTRO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRÁFICAS E HIDROGRÁFICAS (CIOH). Atlas cartográfico de los océanos y costas de Colombia. 2ª edición. Publicación 3007. Bogotá: 2005. 105 p.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 98 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

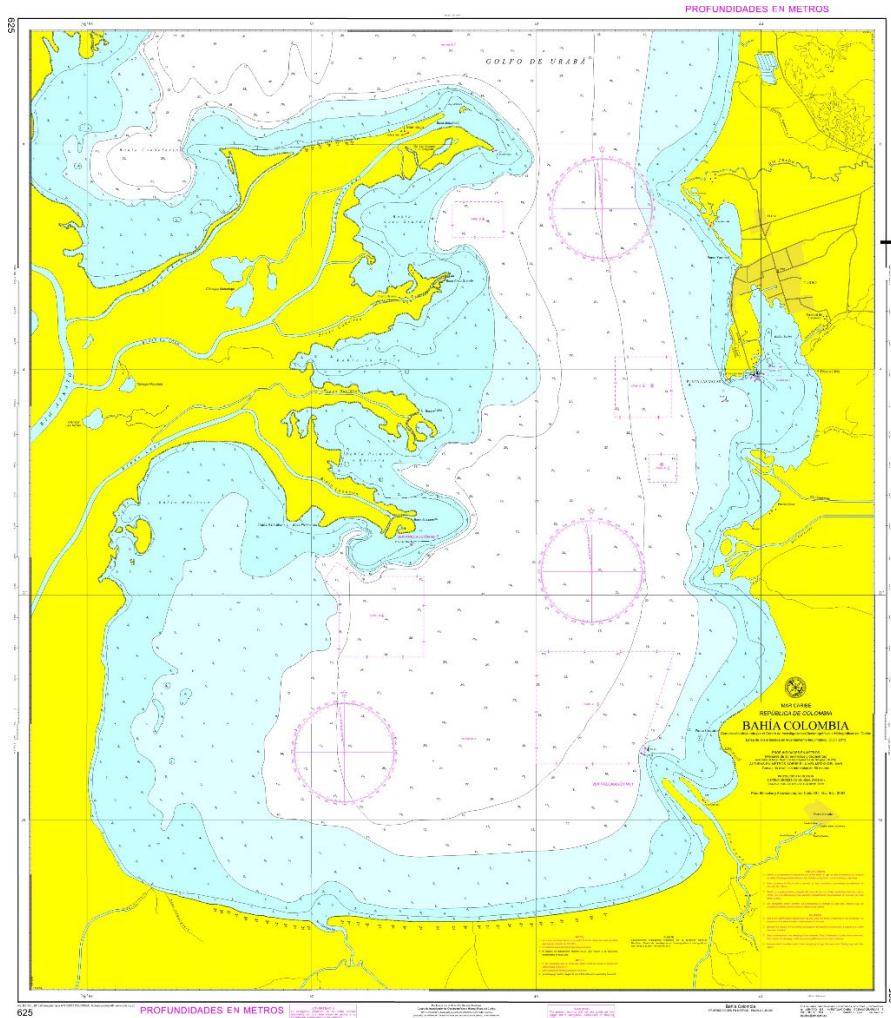


Figura No. 3.44. Carta náutica 625. <sup>16</sup>  
Fuente: Dirección General Marítima -DIMAR.

<sup>16</sup> DIRECCIÓN GENERAL MARÍTIMA (DIMAR) y CENTRO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRÁFICAS E HIDROGRÁFICAS (CIOH). Atlas cartográfico de los océanos y costas de Colombia. 2ª edición. Publicación 3007. Bogotá: 2005. 105 p.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 99 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

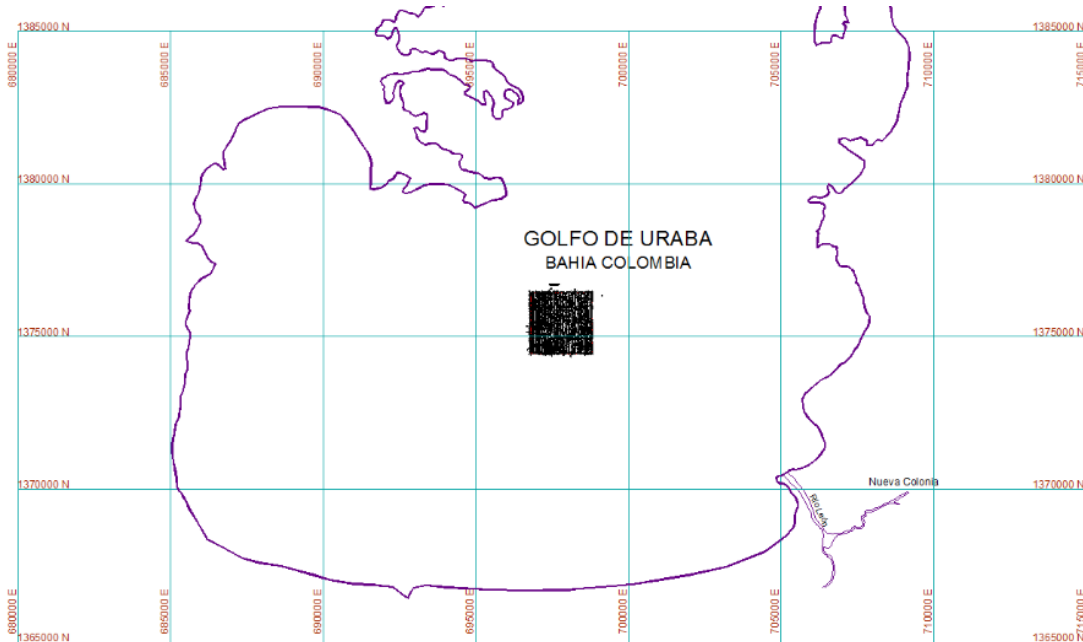


Figura No. 3.45. Batimetría de detalle de la zona de botadero.  
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

Con las batimetrías obtenidas de estas dos fuentes de información, se procedió a interpolar la información para obtener un modelo digital de profundidades, con el fin de ubicar y posteriormente modelar los efectos del vertido de material en la zona de estudio. La batimetría interpolada se muestra en la Figura No. 3.46

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		Página 100 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:

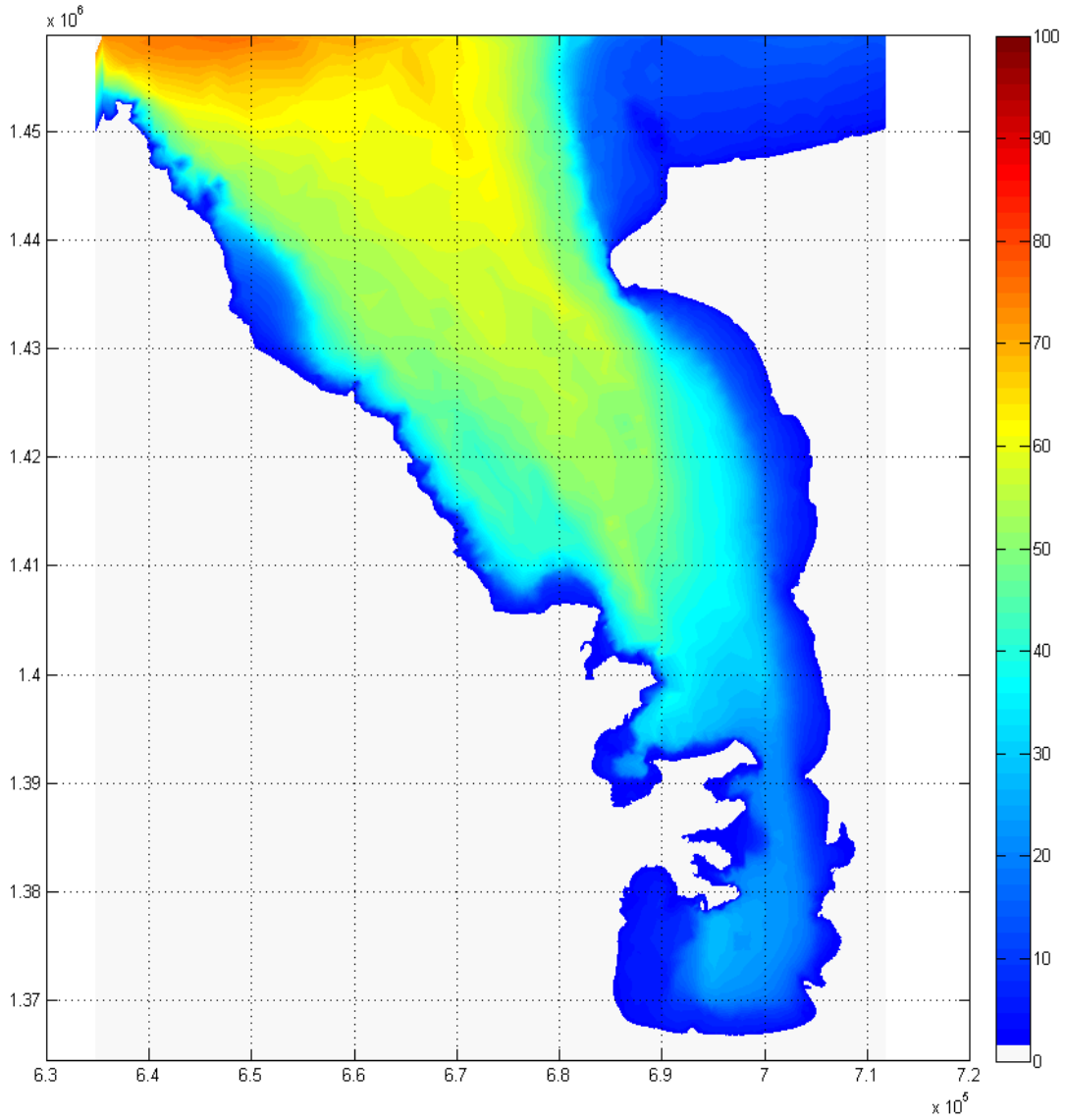




Figura No. 3.46. Batimetría del golfo de Urabá  
 Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 101 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

## Modelo de dispersión del material dragado

Los efectos de los procesos de dragado han sido ampliamente estudiados a través de experimentos de laboratorio<sup>17</sup>. Sin embargo, el desarrollo de modelos matemáticos permite predecir estos efectos en cualquier situación sin la necesidad de tener que recurrir a ensayos físicos.

Actualmente, los modelos de transporte de sedimentos son capaces de reproducir la variación del fondo marino por efecto de las operaciones de dragado, analizando la evolución de sólidos en suspensión en la columna de agua<sup>18 19 20 21</sup>.

En la metodología IH-Dredge, desarrollada por el IH Cantabria<sup>22 23</sup> y modificada por Aqua&Terra Consultores se une, el uso del módulo morfodinámico del modelo Delft3D<sup>24</sup>, que permite simular la evolución de los sedimentos en la columna de agua, con un conjunto de scripts que permiten que el modelo simule en tiempo real diferentes técnicas de dragado tanto mecánicas como hidráulicas.

En el golfo de Urabá, el río León y el Atrato, constituyen la principal fuente de aporte de sedimentos, compuestos mayoritariamente por limos finos, que da lugar a la formación de una pluma de sólidos en suspensión, de extensión y concentración variables en función de las condiciones climatológicas.

En este estudio se realiza el modelado de la dispersión de las pérdidas de material sólido debido al dragado de Puerto Bahía Colombia de Urabá, considerando además los sedimentos introducidos el río León y el Atrato. De este modo se estará en disposición de conocer las concentraciones de sólidos en suspensión que, de forma natural, introducen los ríos, lo que facilitará la evaluación del impacto producido por la dispersión del material de dragado sobre los niveles de turbidez.

<sup>17</sup> Vlasbom, W. Design of Dredging Equipment, Delft University of Technology. 2005.

<sup>18</sup> Song, Y. T. and Haidvogel, D. A semi-implicit primitive equation ocean circulation model using a generalized topography following coordinate system. 1994 En: J. Comput. Phys., vol. 115, p. 228–244.

<sup>19</sup> Jacobsen, F. and Rasmussen, E. B. MIKE 3 MT: A 3-dimensional mud transport model, Technical rep. DG-12 to the commission of the european communities, Danish Hydraulic Institute, Hørsholm, Denmark. 1997



<sup>20</sup> Deltares. Delft3D users manual, Tech. rep., Deltares, The Netherlands. 1999

<sup>21</sup> Bai, Y., Wang, Z., and Shen, H. Three-dimensional modelling of sediment transport and the effects of dredging in the Haihe Estuary. En: Estuarine, Coastal and Shelf Science. 2003. vol. 56, p. 175–186.

<sup>22</sup> García J., Gómez A.G., Sámano, M.L., García A., Juanes, J.A. Desarrollo del modelo IH-Dredge. Aplicación a la estimación del riesgo ambiental en procesos de dragado. 2013. En: XII Jornadas Españolas de Ingeniería de Costas y Puertos.

<sup>23</sup> García J., Sámano M.L., Gómez, A.G., García, A., Juanes, J.A. A 3D model to analyze environmental effects of different dredging operations. Application to the Port of Marin. 2013. En: 8<sup>th</sup> Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics.

<sup>24</sup> Deltares. Op.cit.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 102 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

En el proceso de modelización del dragado, el primer paso es obtener la trayectoria del mismo. Para ello, se contabilizan mediante un algoritmo las celdas objeto de dragado (y en cuanta cantidad) hasta alcanzar la profundidad objetivo en la zona de estudio. En la Figura No. 3.47, se muestra el esquema de trayectoria de dragado que simula la metodología IH-Dredge para la realización de una operación con una draga de succión de corte.

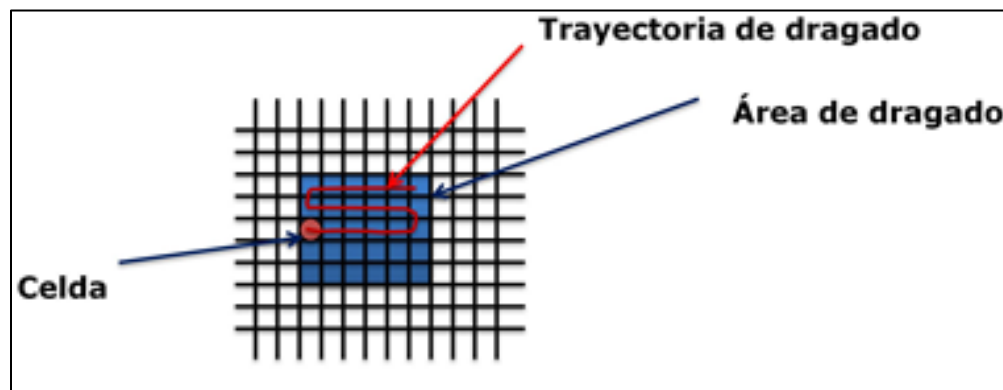


Figura No. 3.47. Evaluación de la trayectoria de dragado para la draga de succión  
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

Una vez obtenida la trayectoria de dragado, se utilizará la metodología mostrada en la Figura No. 3.49 para llevar a cabo la simulación de la operación de dragado Puerto Bahía Colombia de Urabá.

Como se aprecia en la Figura No. 3.49, en la metodología se parte del caudal sólido que arranca la draga por segundo, de la trayectoria de dragado y de la cota objetivo que se pretende alcanzar en la zona de estudio.

A continuación, el conjunto de scripts que forman la metodología IH-Dredge, generan los ficheros que permitirán a Delft3D (como modelo de transporte de sedimentos) evaluar el dragado en continuo con sus pérdidas asociadas. Con esta metodología, se consigue que el modelo vaya dragando en cada celda hasta que ésta alcance la cota objetivo dentro de la zona de estudio, dragando a ritmo del caudal sólido de la draga en cada paso de tiempo.

Si la barcaza llega al nivel de rebose se empiezan a introducir pérdidas en superficie por efecto del rebose en la celda en la que se está dragando. Una vez alcanzada la capacidad máxima de la tolva, ésta se desplaza hasta el botadero y se descarga en superficie la totalidad del material extraído. Con respecto a la metodología que propone IH Cantabria, el modelado de la dispersión en el botadero de Puerto Bahía Colombia de Urabá, tiene una modificación en el vertido

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 103 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

de material. La modificación realizada por Aqua&Terra consultores asociados, se basa en que la descarga de material se realizó siguiendo una trayectoria al interior de las celdas que componen el botadero, tratando de acercarse más a la forma real en las que se hace este tipo de vertidos y no como lo propone IH-Cantabria que es realizarlo en un solo punto.

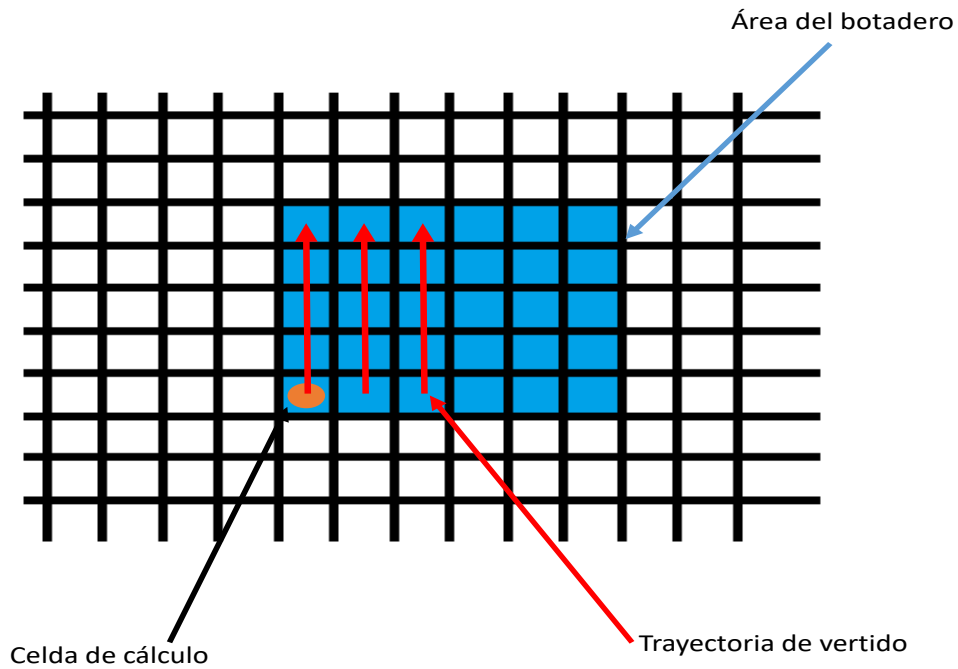


Figura No. 3.48. Trayectoria de vertido de material en el botadero  
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 104 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

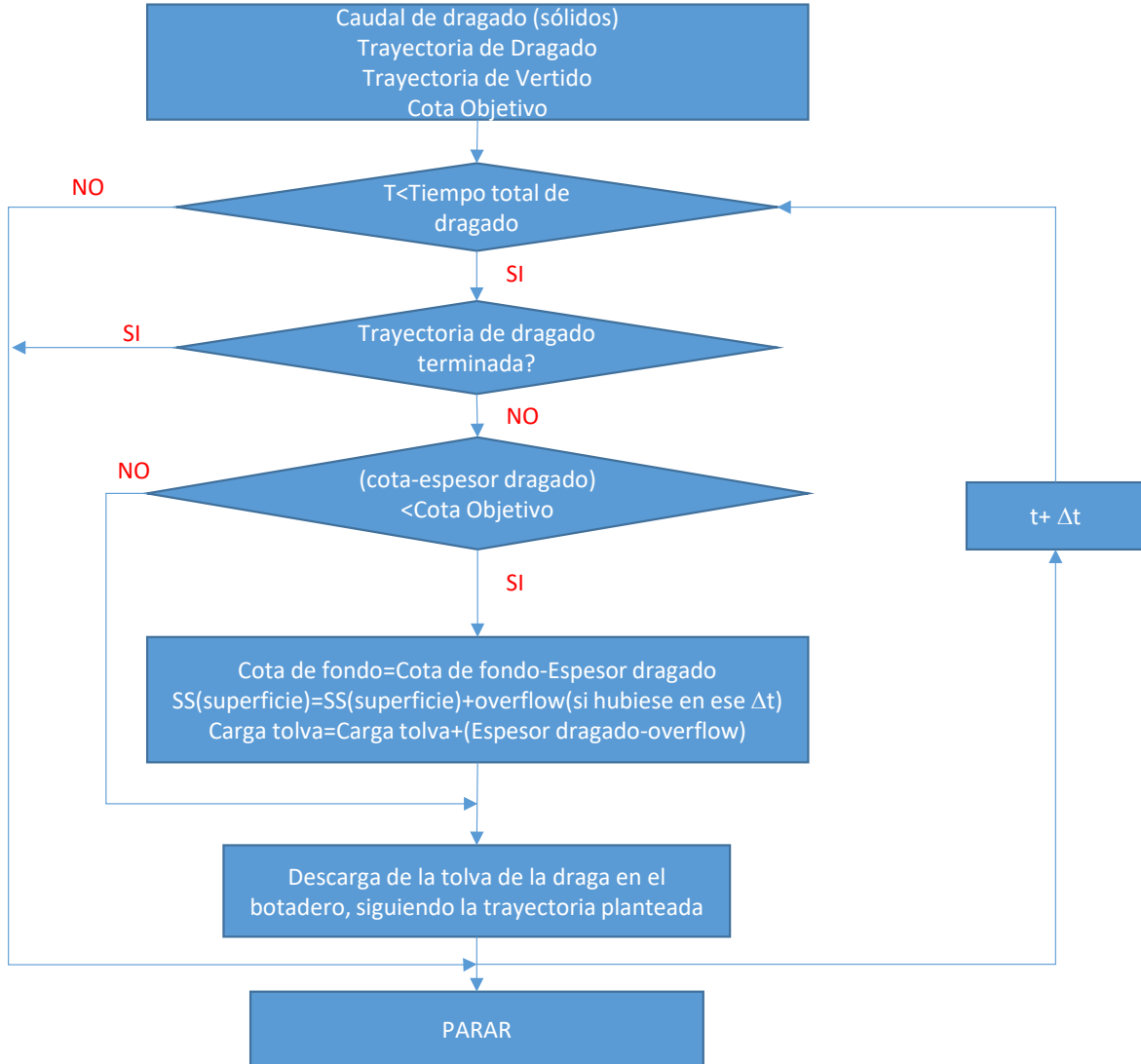



Figura No. 3.49. Esquema de funcionamiento de la metodología IH-Dredge (modificada por Aqua & Terra Consultores S.A.S) para la simulación de un proceso de dragado en tiempo real con una draga de succión.

Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

A continuación, el sedimento en la columna de agua, es modelado con el módulo morfodinámico de Delft3D, obteniendo su dispersión en la zona donde está ubicado Puerto Bahía Colombia de Urabá y el Botadero. Con estos resultados, se estudiará la evolución temporal de la concentración de sólidos en superficie en un conjunto de puntos que se ubicarán en la periferia del botadero y en la zona de dragado.



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	 <b>aqua &amp; terra</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 105 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

### Módulo morfodinámico del modelo Delft3D

El modelo Delft3D, incluye un módulo que calcula el transporte de sedimentos y los cambios morfológicos derivados del mismo. Mediante su aplicación, es posible el cálculo del transporte de sólidos en suspensión, tanto para material cohesivo como no cohesivo, como el transporte de material no cohesivo por fondo. Este módulo permite considerar diversas fracciones de sedimento, según tamaño y densidad, que no interactúan entre sí.

El transporte tridimensional de sólidos en suspensión es calculado mediante la resolución de la ecuación tridimensional de advección – difusión para sólidos en suspensión (ver Ecuación 3.1 Ecuación tridimensional de advección – difusión para sólidos en suspensión):

$$\frac{\partial c^{(\ell)}}{\partial t} + \frac{\partial uc^{(\ell)}}{\partial x} + \frac{\partial vc^{(\ell)}}{\partial y} + \frac{\partial (w - w_s^{(\ell)})c^{(\ell)}}{\partial z} - \frac{\partial}{\partial x} \left( \varepsilon_{s,x}^{(\ell)} \frac{\partial c^{(\ell)}}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left( \varepsilon_{s,y}^{(\ell)} \frac{\partial c^{(\ell)}}{\partial y} \right) - \frac{\partial}{\partial z} \left( \varepsilon_{s,z}^{(\ell)} \frac{\partial c^{(\ell)}}{\partial z} \right) = 0$$

Ecuación 3.1 Ecuación tridimensional de advección – difusión para sólidos en suspensión



Donde,  $c^{(\ell)}$  es la concentración de masa de la fracción de sedimento ( $\ell$ ) ( $\text{Kg/m}^3$ ),  $u, v, w$  son las componentes de la velocidad de flujo (m/s),  $\varepsilon_{s,x}^{(\ell)}, \varepsilon_{s,y}^{(\ell)}, \varepsilon_{s,z}^{(\ell)}$  son los coeficientes de difusión de la fracción de sedimento ( $\ell$ ) ( $\text{m}^2/\text{s}$ ) y  $w_s^{(\ell)}$  es la velocidad de sedimentación de la fracción de sedimento ( $\ell$ ) (m/s).

El uso del módulo morfodinámico, introduce el efecto de las fracciones de sedimento para calcular la densidad del fluido mezcla de sedimento y agua  $\rho_{mix}$ .

Este efecto sobre la densidad del agua, obtenida como función de la salinidad y temperatura en ausencia de sedimentos, es calculado con la siguiente relación cuando el medio presenta una cierta concentración de los mismos (ver Ecuación 3.2):

$$\rho_{mix}(S, c^{(\ell)}) = \rho_w(S) + \sum_{\ell=1}^{l_{sed}} c^{(\ell)} \left( 1 - \frac{\rho_w(S)}{\rho_s^{(\ell)}} \right)$$

Ecuación 3.2 Ecuación de la densidad del fluido mezcla de sedimento y agua  $\rho_{mix}$

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 106 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Donde,  $S$  es la concentración de salinidad (ppt),  $\rho_w(S)$  es la densidad específica del agua con una concentración de salinidad  $S$  ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ ),  $\rho_s^{(\ell)}$  es la densidad específica de la fracción de sedimento ( $\ell$ ) ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ ) y  $l_{sed}$  es el número de fracciones de sedimento.

Según las características del material sólido transportado, el modelo Delft3D utiliza diferentes formulaciones para modelar su transporte, siendo la característica diferencial el hecho de ser sedimento cohesivo o no cohesivo.

### Sedimento cohesivo

En el agua salada, los sedimentos cohesivos tienden a formar flóculos de sedimento, con un grado de floculación dependiente de la concentración de salinidad en el medio. Estos flóculos, mucho mayores que las partículas de sedimento individuales, tienen un mayor índice de sedimentación. La velocidad de sedimentación de los flóculos de sedimento cohesivo es calculada con la siguiente expresión (ver Ecuación 3.3):



$$w_{s,0}^{(\ell)} = \begin{cases} \frac{w_{s,max}^{(\ell)}}{2} \left( 1 - \cos \left( \frac{\pi S}{S_{max}} \right) \right) + \frac{w_{s,f}^{(\ell)}}{2} \left( 1 + \cos \left( \frac{\pi S}{S_{max}} \right) \right), & si S \leq S_{max} \\ w_{s,max}^{(\ell)}, & si S < S_{max} \end{cases}$$

Ecuación 3.3 Ecuación para calcular la velocidad de sedimentación de los flóculos de sedimento cohesivo

Donde,  $w_{s,0}^{(\ell)}$  es la velocidad de sedimentación (no atenuada) de la fracción de sedimento ( $\ell$ ),  $w_{s,max}^{(\ell)}$  es la velocidad de sedimentación de la fracción de sedimento ( $\ell$ ) para la concentración de salinidad máxima,  $w_{s,f}^{(\ell)}$  es la velocidad de sedimentación en agua dulce de la fracción de sedimento ( $\ell$ ) y  $S_{max}$  es la salinidad máxima especificada para  $w_{s,max}^{(\ell)}$ .

En la evaluación de la dispersión del sedimento cohesivo, el coeficiente de difusión es igual al utilizado por el modelo para resolver la hidrodinámica y no tiene en cuenta el aumento de la turbulencia debido al oleaje.

El cálculo de la erosión y deposición de sedimento cohesivo, es decir, los flujos de las fracciones de sedimento cohesivo entre la columna de agua y el lecho, se lleva

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 107 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

a cabo con las formulaciones Partheniades-Krone (ver Ecuación 3.4 Partheniades, 1965).

$$E^{(\ell)} = M^{(\ell)} S(\tau_{cw}, \tau_{cr,e}^{(\ell)}) \quad D^{(\ell)} = w_s^{(\ell)} c_b^{(\ell)} S(\tau_{cw}, \tau_{cr,d}^{(\ell)})$$

$$c_b^{(\ell)} = c^{(\ell)} \left( z = \frac{\Delta z_b}{2}, t \right)$$

**Ecuación 3.4** Ecuaciones para hallar los flujos de las fracciones de sedimento cohesivo entre la columna de agua y el lecho

donde  $E^{(\ell)}$  es el flujo de erosión ( $\text{Kg/m}^2 \text{ s}$ ),  $M^{(\ell)}$  es el parámetro de erosión definido por el usuario ( $\text{Kg/m}^2 \text{ s}$ ),  $D^{(\ell)}$  es el flujo de deposición ( $\text{Kg/m}^2 \text{ s}$ ),  $c_b^{(\ell)}$  es la concentración promedio para una fracción de sedimento en la capa computacional cercana al fondo, y  $S(\tau_{cw}, \tau_{cr,e}^{(\ell)})$  y  $S(\tau_{cw}, \tau_{cr,d}^{(\ell)})$ , son funciones de erosión y deposición respectivamente, definidas por las siguientes expresiones (ver Ecuación 3.5):

$$S(\tau_{cw}, \tau_{cr,e}^{(\ell)}) = \begin{cases} \left( \frac{\tau_{cw}}{\tau_{cr,e}^{(\ell)}} - 1 \right) & \tau_{cw} > \tau_{cr,e}^{(\ell)} , \\ 0 & \tau_{cw} \leq \tau_{cr,e}^{(\ell)} . \end{cases}$$

$$S(\tau_{cw}, \tau_{cr,d}^{(\ell)}) = \begin{cases} \left( 1 - \frac{\tau_{cw}}{\tau_{cr,d}^{(\ell)}} \right) & \tau_{cw} < \tau_{cr,d}^{(\ell)} \\ 0 & \tau_{cw} \geq \tau_{cr,d}^{(\ell)} \end{cases}$$

**Ecuación 3.5** Ecuaciones para definir las funciones de erosión (izquierda) y deposición (derecha)

Donde,  $\tau_{cw}$  es la tensión tangencial máxima en el fondo debida a corrientes y oleajes,  $\tau_{cr,e}^{(\ell)}$  es la tensión tangencial crítica de erosión que es definida por el usuario ( $\text{N/m}^2$ ) y  $\tau_{cr,d}^{(\ell)}$  es la tensión tangencial crítica de deposición que es definida por el usuario ( $\text{N/m}^2$ ).

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 108 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Los flujos de erosión–deposición en el modelo, entre la columna de agua y el fondo, son calculados en la capa computacional más cercana al fondo.

### Sedimento no cohesivo

Para el caso de sedimento no cohesivo, la velocidad de sedimentación para fracción de sedimento es obtenida según el método de Van Rijn<sup>25</sup>, dependiente del diámetro del sedimento en suspensión, mediante las expresiones (ver Ecuación 3.6):

$$w_{s,0}^{(\ell)} = \begin{cases} \frac{(s^{(\ell)} - 1)gD_s^{(\ell)2}}{18\nu}, & 65 \mu\text{m} < D_s \leq 100 \mu\text{m} \\ \frac{10\nu}{D_s} \left( \sqrt{1 + \frac{0.01(s^{(\ell)} - 1)gD_s^{(\ell)3}}{\nu^2}} - 1 \right), & 100 \mu\text{m} < D_s \leq 1000 \mu\text{m} \\ 1.1\sqrt{(s^{(\ell)} - 1)gD_s^{(\ell)}}, & 1000 \mu\text{m} < D_s \end{cases}$$

Ecuación 3.6 Ecuación para la velocidad de sedimentación para fracción de sedimento



Donde,  $s^{(\ell)}$  es la densidad relativa de la fracción de sedimento ( $l$ ),  $D_s^{(\ell)}$  es el diámetro representativo de la fracción de sedimento ( $l$ ) y  $\nu$  es el coeficiente de viscosidad cinemática del agua ( $\text{m}^2/\text{s}$ ).

En la dispersión de sedimento no cohesivo, el modelo Delft3D utiliza un coeficiente de difusión horizontal igual al utilizado para obtener la distribución de salinidad en la bahía (ver componente de salinidad). El coeficiente de difusión vertical para los sedimentos se obtiene mediante la siguiente expresión (ver Ecuación 3.7):

$$\varepsilon_s^{(\ell)} = \beta^{(\ell)} \varepsilon_f^{(\ell)}$$

Ecuación 3.7 Ecuación para obtener el coeficiente de difusión vertical para los sedimentos

<sup>25</sup> Van Rijn, L.C. Principles of Sediment Transport in Rivers, Estuaries and Coastal Seas. Aqua Publications, The Netherlands. 1993.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 109 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Donde,  $\varepsilon_s^{(\ell)}$  es el coeficiente de difusión vertical para la fracción de sedimento ( $\ell$ ),  $\beta^{(\ell)}$  es el factor de Van Rijn para la fracción de sedimento y  $\varepsilon_f^{(\ell)}$  es coeficiente de viscosidad de remolino vertical del modelo de cierre de turbulencia. El factor de Van Rijn siempre toma valores entre 1 y 1,5 y se calcula como (ver Ecuación 3.8):

$$\beta^{(\ell)} = 1 + 2 \left( \frac{w_s^{(\ell)}}{u_{*,c}} \right)^2$$

Ecuación 3.8 Ecuación para calcular el factor de Van Rijn

Donde,  $u_{*,c}$  es la tensión tangencial en el lecho debido a las corrientes.

Para obtener una descripción más detallada de este modelo, se aconseja al lector consultar el manual: "Delft3D-FLOW\_User\_Manual"<sup>26</sup>.

### Datos e hipótesis de partida



A continuación, se indican los datos e hipótesis de partida utilizados en las simulaciones.

### Características del proceso de dragado

En relación con el dragado de Puerto Bahía Colombia de Urabá, se ha utilizado la siguiente información:

- El caudal de dragado es de 1.1 m<sup>3</sup>/s con un 30% de sólidos, generando un caudal sólido de dragado de 0,33 m<sup>3</sup>/s.
- El volumen de la cántara de la barcaza es de 12000 m<sup>3</sup>.
- En la tolva, un 30% del volumen total acumulado corresponde al material fino generado en el proceso de dragado.
- El botadero considerado para la simulación es el ubicado a 4.1 km del área de dragado.
- El tiempo que se demora la draga en ir al botadero, descargar y volver al área de dragado se estimó en 1 hora.
- La cota objetivo a alcanzar en el área de dragado es 16.7 m.

<sup>26</sup> Disponible en internet: < <http://oss.deltares.nl/web/delft3d/manuals>>.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 110 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

A su vez, para la modelización del proceso de dragado se han adoptado las siguientes hipótesis:

- El dragado se realiza de forma continua, es decir, ininterrumpidamente hasta que se alcanza la cota objetivo en toda el área de dragado.
- El volumen a partir del que empiezan a generarse pérdidas en la tolva (rebose) es de 9600 m<sup>3</sup> <sup>27</sup>. A partir de este volumen y, hasta el llenado de la tolva, se genera una pérdida en superficie por rebose de finos del 5% del caudal sólido entrante.
- Los finos generados en el proceso de dragado se han considerado como limos finos con una densidad de 1800 kg/m<sup>3</sup>, no teniéndose en cuenta la posible floculación de los mismos. De este modo, se está del lado de la seguridad a la hora de analizar la dispersión del material fino de dragado.
- Las tensiones tangenciales críticas de erosión y de deposición se han considerado iguales a 1 N/m<sup>2</sup> y 0,25 N/m<sup>2</sup>, respectivamente<sup>28</sup>.

#### Sólidos introducidos por el Rio León y El rio Atrato

La concentración media de sólidos, aportados por el rio León y el rio Atrato, ha sido obtenida de la modelación del transporte de sedimentos en el Golfo de Urabá, Colombia<sup>29</sup>. En la Tabla No. 3.17, se muestra la concentración de sólidos en suspensión introducida en las estaciones seca, de transición y húmeda.

Tabla No. 3.17. Caudal sólido introducido por los ríos León y Atrato al golfo de Urabá

Rio o Brazo	Caudal Líquido (m3/s)	Caudal Sólido (kg/m3)
Rio León	250	0.12
Leoncito	776	0.1
Matungo	981	0.086
Roto	3200	0.069
Tarena	34	0.087



Fuente: Velásquez, 2013<sup>30</sup>

<sup>27</sup> IH Cantabria. Proyecto INNODRAVAL. Fase 2: Desarrollo de Herramientas Predictivas para la Estimación de Efectos Ambientales. INNODRAVAL Project (IPT-310000-2010-17). 2013

<sup>28</sup> Wu, Y., Falconer, R.A., Lin, B. Modelling trace metal concentration distributions in estuarine waters. *En: Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2005. vol. 64, p. 699 – 709.

<sup>29</sup> Velásquez, L. Modelación del transporte de sedimentos en el golfo de Urabá, Colombia. Trabajo de grado para optar por el título de magister en ciencias de la tierra. EAFIT 2013.

<sup>30</sup> Velásquez, L. Modelación del transporte de sedimentos en el golfo de Urabá, Colombia. Trabajo de grado para optar por el título de magister en ciencias de la tierra. EAFIT 2013.

 <p>PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABÁ S.A. TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS</p>	<p><b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b></p>	 <p>aqua &amp; terra</p>
	<p><b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b></p>	<p>Página 111 de 162</p>
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>

Para la realización de las simulaciones y, teniendo en cuenta la información aportada por AQUA & TERRA Consultores Asociados S.A.S, se ha definido el material introducido por el río León y el río Atrato como limos finos con una densidad de 1800 kg/m<sup>3</sup>.

### Mareas

Para introducir las condiciones de contorno de marea se han utilizado las componentes armónicas proporcionadas por el modelo TPXO que es un modelo inverso de mareas que asimila la información del nivel del mar derivada de las observaciones del sensor TOPEX/Poseidon.

Actualmente, el modelo TPXO, que es uno de los modelos globales de marea más precisos, proporciona cuatro componentes armónicas semidiurnas (M2, S2, N2, K2), cuatro componentes diurnas (K1, O1, P1, Q1), dos de largo periodo (Mf y Mm) y tres de periodo corto (M4, Mn4, Ms4), en una malla con cobertura global de 1440 x 721 puntos con 0.25° de resolución espacial. En este estudio se ha utilizado la base de datos más reciente, TPXO7.2.

En la Figura No. 3.50 se muestra la localización del punto TPXO más cercano a la zona de estudio y en la Figura No. 3.51 se pueden ver las series del nivel de marea astronómica obtenido con las componentes armónicas en ese punto, para el primer y segundo semestre del año.

Tabla No. 3.18 Componentes armónicos de marea, obtenidos del TPXO

Componente	Frecuencia	Periodo (hr)	Amplitud (m)	Fase (°)
m2	28.984101	12.42	0.0693	151.22
s2	30	12	0.0168	12.35
n2	28.43973	12.66	0.0255	120.74
k2	30.082137	11.97	0.0052	0.04
k1	15.041069	23.94	0.0937	239.45
o1	13.943036	25.8	0.0576	240.29
p1	14.958931	24.07	0.029	244.4
q1	13.398661	26.87	0.0082	236.03
mf	1.098033	328	0.0168	356.53
mm	0.544375	661	0.0081	353.33
m4	57.96821	6.2103	0.0019	151.72
ms4	58.984104	6.1033	0.005	340.28
mn4	57.423	6.2393	0.0018	193.14

Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2014

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 112 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

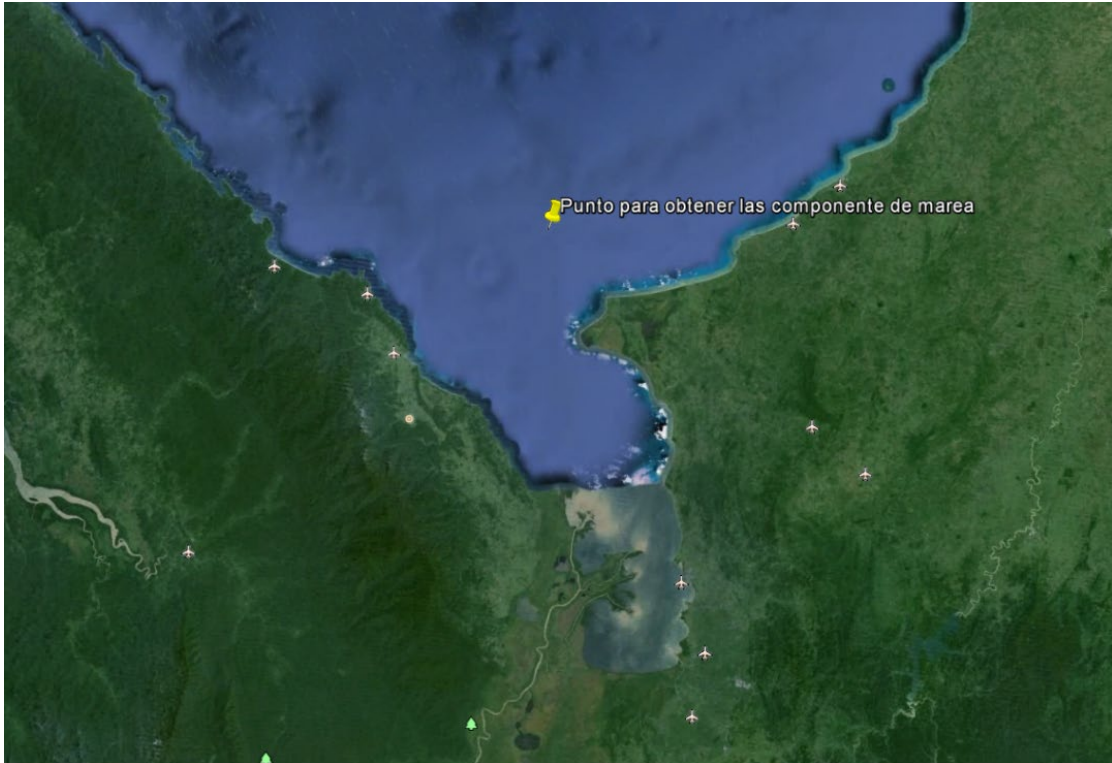


Figura No. 3.50. Localización del punto donde se obtuvieron las componentes armónicas del TPXO  
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 113 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

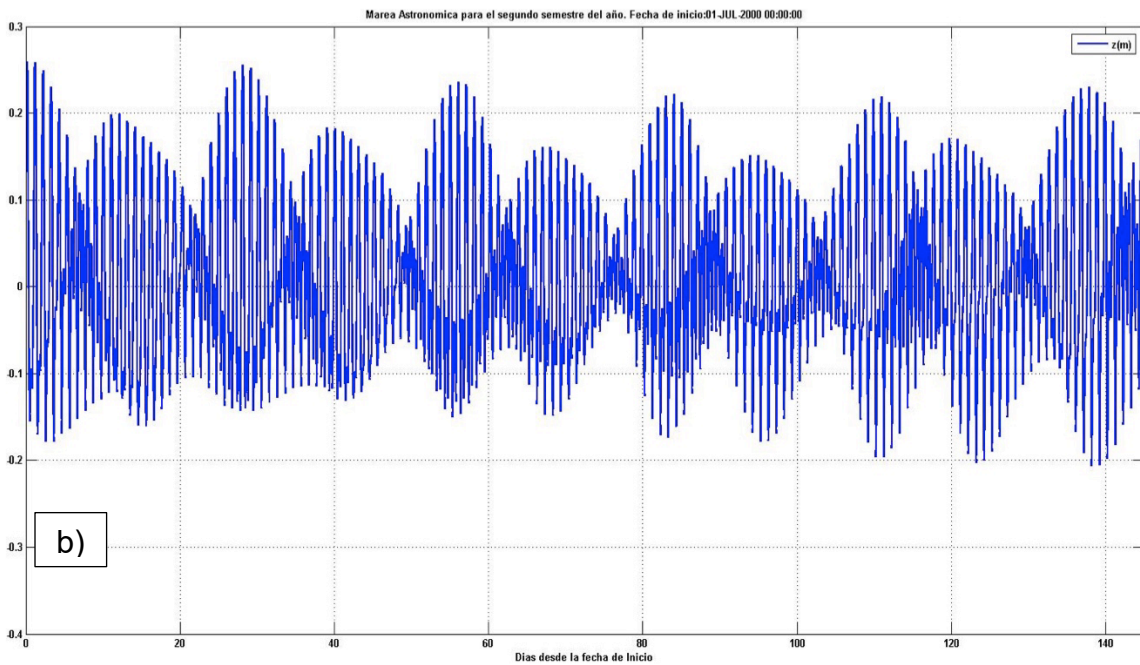
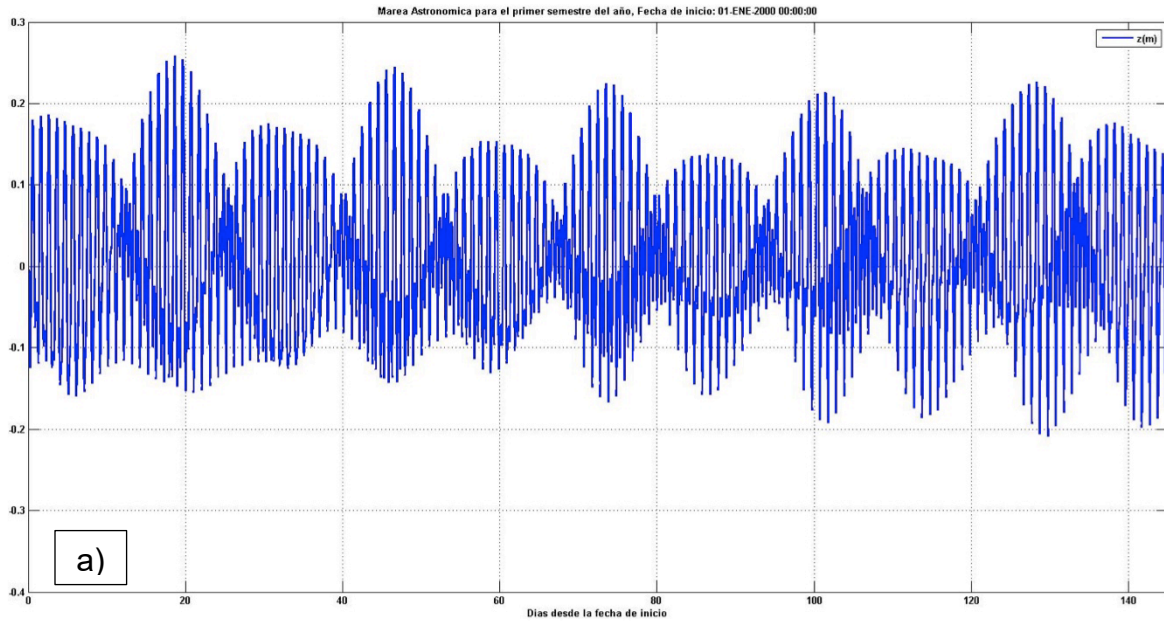


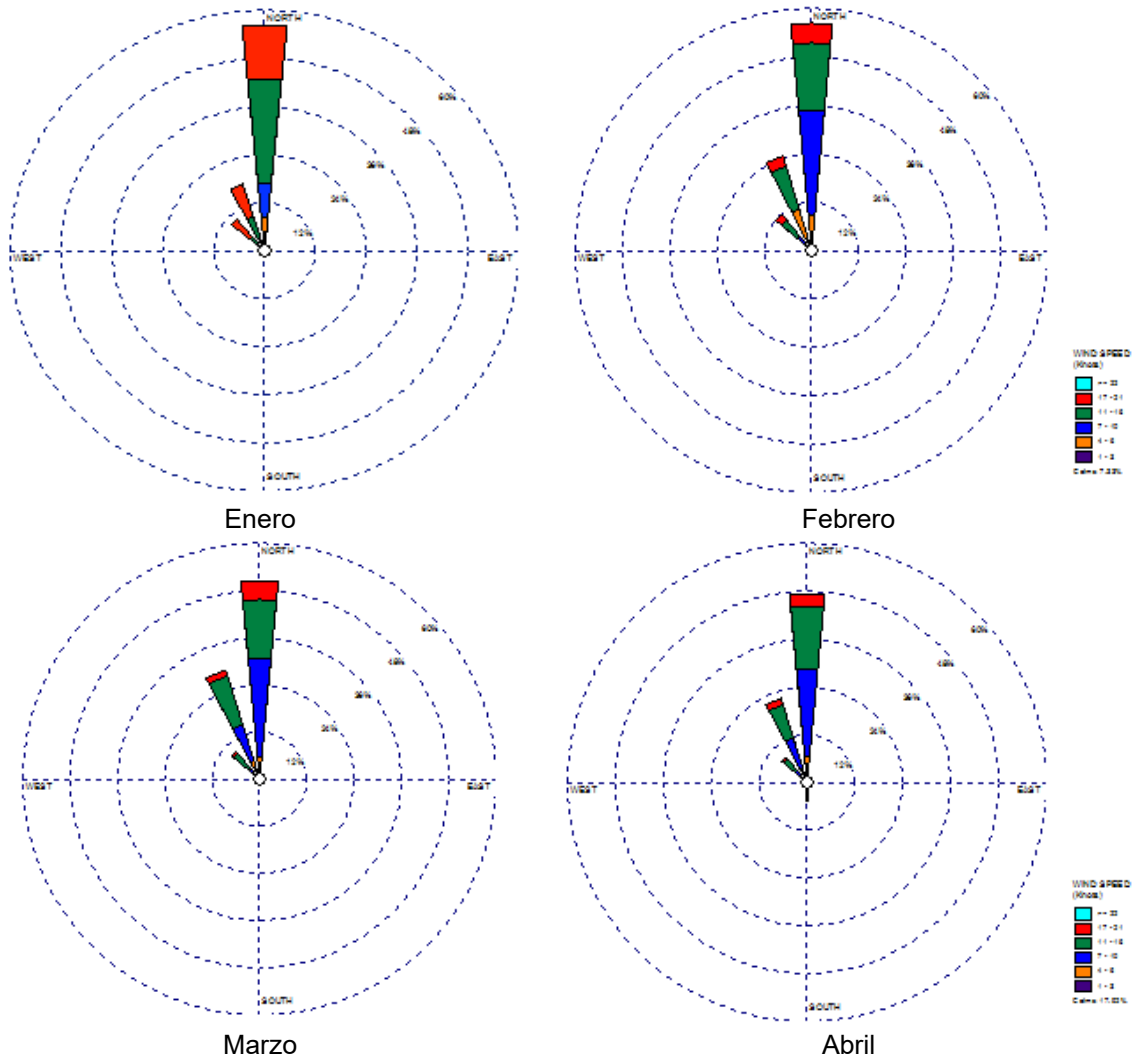
Figura No. 3.51. Series de marea astronómica para el punto a las afueras del golfo. a) Serie para el primer semestre del año y b) serie para el segundo semestre del año.



Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

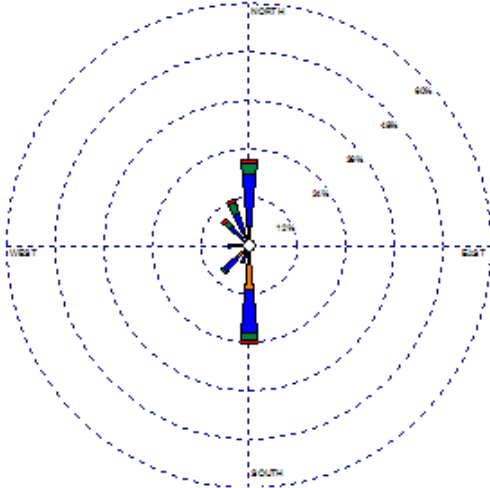
	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 114 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

## Vientos

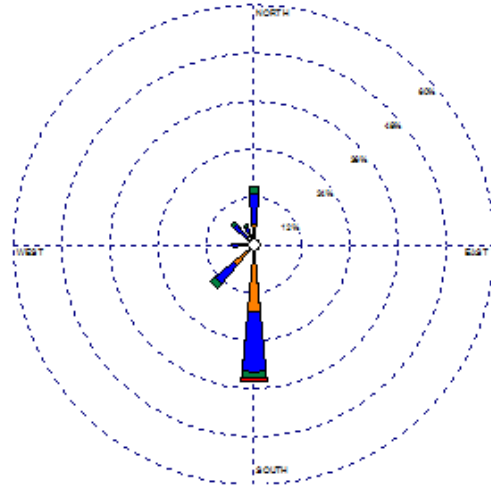
La Figura No. 3.52 presenta los vientos promedios multianuales en dirección y frecuencia según la velocidad en m/s de la estación Turbo entre enero de 1949 y mayo de 1984. La figura muestra la dirección desde donde los vientos llegan al punto donde se localiza la estación de medición.



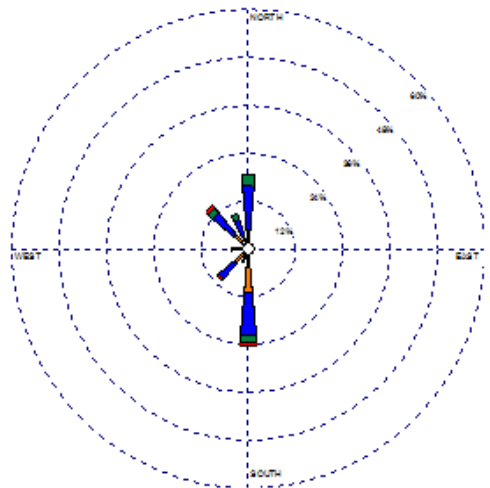
	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		 aqua & terra
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:



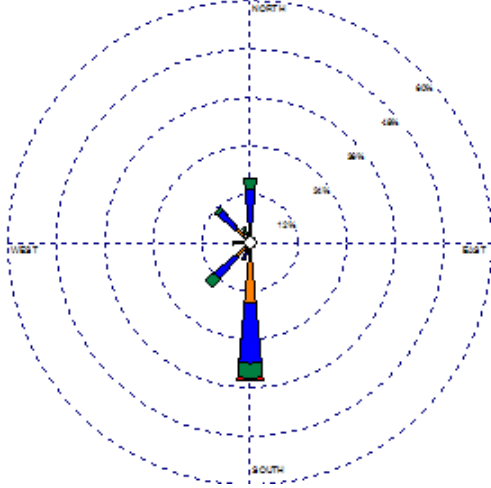
Mayo



Junio



Julio



Agosto



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 116 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

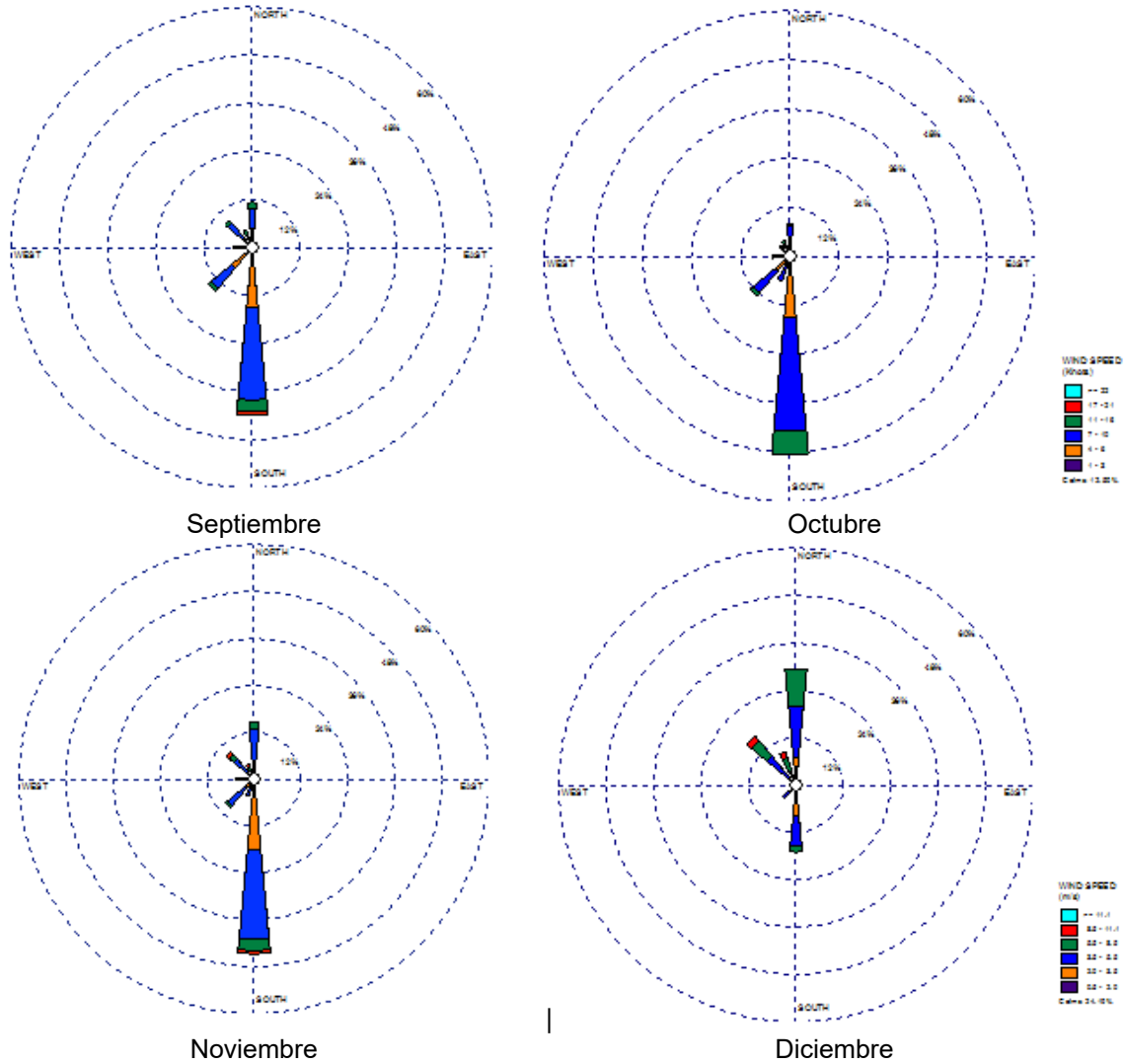




Figura No. 3.52. Ciclo anual de los vientos de la estación Turbo.  
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

De la figura anterior se puede apreciar que para los meses de enero, febrero, marzo y abril, los vientos persistentes son los que provienen del norte, con magnitudes que pueden llegar a los 11m/s.

En el mes de mayo se puede observar una transición de los vientos, pasando a ser los vientos que provienen del sur los más persistentes, los cuales se extienden hasta noviembre. En diciembre los vientos de norte vuelven a ser más persistentes en la zona.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 117 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

### Selección de casos para modelación del dragado y vertido de material

De acuerdo con la información y reportes existentes en la zona de estudio, se procedió a seleccionar los casos para la modelación del dragado y el vertido de material. En la Tabla No. 3.19 se muestran los dos casos modelados, debido a que la duración del dragado se estimó en 120 días, se optó por realizar la simulación para los dos semestres del año.

Los datos de contorno utilizados para la modelación también se muestran en la siguiente tabla

Tabla No. 3.19 Selección de casos


EPOCA	AÑO	COND. CONTORNO				ATMÓSFERA
		Nivel (m)	Río	Caudal <sup>(1)</sup> (m <sup>3</sup> /s)	Concentración de sedimentos (kg/m <sup>3</sup> )	Vientos
Primer Semestre	2000	TPX07.2 (0,25°/15 min)	León	250	0.12	Estación Turbo
			Leoncito	776	0.1	
			Matungo	981	0.086	
			Roto	3200	0.069	
			Tarena	34	0.087	
Segundo Semestre	2000		León	250	0.12	
			Leoncito	776	0.1	
			Matungo	981	0.086	
			Roto	3200	0.069	
			Tarena	34	0.087	

### Configuración del modelo en el Golfo

Para obtener la hidrodinámica y por ende estimar la dispersión de los sedimentos en el dragado y en el vertido de material, se ha aplicado el modelo tridimensional Delft3D.

Las principales características de la simulación numérica son las siguientes:

- Malla numérica: se ha construido una malla numérica para cada una de las dos situaciones analizadas: primer y segundo semestre. La resolución horizontal de la malla es de 200 m en la mayor parte del dominio y 100 m en la zona de interés, y en vertical tiene 1 nivel. Las mallas cubren la extensión cubierta por las batimetrías mostradas en la Figura No. 3.46.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 118 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- Condiciones de contorno: como condiciones de contorno se ha introducido la marea astronómica obtenida del modelo TPXO para cada una de las épocas modeladas.
- Forzamientos atmosféricos: se ha impuesto información horaria de viento obtenido de la estación Turbo.
- Rozamiento por fondo: ha sido un parámetro que se ha ajustado para obtener el mejor ajuste con los niveles medidos por el mareógrafo del CIOH (Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe). Como resultado, se ha utilizado un valor medio del coeficiente de Chezy de  $45 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$ .
- Como valor para la viscosidad de remolino horizontal y el coeficiente de difusión se ha utilizado  $1.5 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$ . Estos valores se han estimado en función del tamaño de celda y de las corrientes típicas de la zona de estudio. El coeficiente de viscosidad de remolino vertical se consideró dos órdenes de magnitud menor que el horizontal<sup>31</sup>.



### 3.3.2.1 Halo de Dispersión

Para caracterizar los sólidos suspendidos totales (SST) de la columna de agua se ha utilizado la Red de Monitoreo de la Calidad de aguas marinas y costeras de Colombia (REDCAM). De tal manera que para la bahía de Colombia se cuenta con una serie de estaciones que se presenta en la Figura No. 3.42.

---

<sup>31</sup> Bloss, S., Lehfeltd, R., Patterson, J.C. (1988). "Modelling turbulent transport in stratified estuary". Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 114, N.º 9, pp. 1115 – 1133.



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 120 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

determinar el umbral de dispersión en la bahía, este valor promedio es de 587 mg/l.

Para determinar el halo de dispersión en las áreas de dragado y botadero se ha tomado como referencia los siguientes criterios:

- El umbral de concentración ha sido definido por 587 mg/l.
- Se ha generado un modelo de dispersión de todas las fases que contemplan la actividad de dragado, correspondientes a dragado y descarga en el botadero, para 2 periodos del año; primer y segundo semestre.
- La distribución de celdas en el botadero están definidas de 100 m por 100 m.
- Se define como concentración máxima, el momento de descarga o botado de la draga en la configuración de celdas del botadero (Figura No. 3.54).

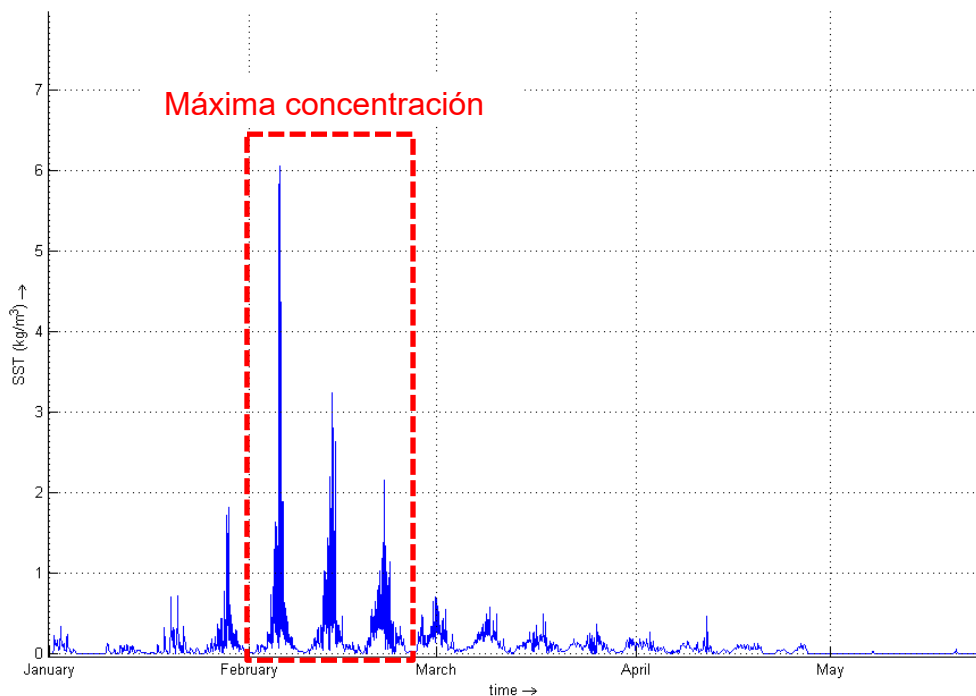


Figura No. 3.54. Concentración de sólidos suspendidos para una celda de descarga en el botadero  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados, 2015

Bajo los criterios presentados anteriormente para determinar el límite de la dispersión para esta actividad (Figura No. 3.55), a continuación se presentan una



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 121 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

secuencia de figuras para el nivel máximo de descarga sobre el perímetro del botadero y de esta manera determinar el halo de dispersión para el primer semestre modelado.

### **PRIMER SEMESTRE**

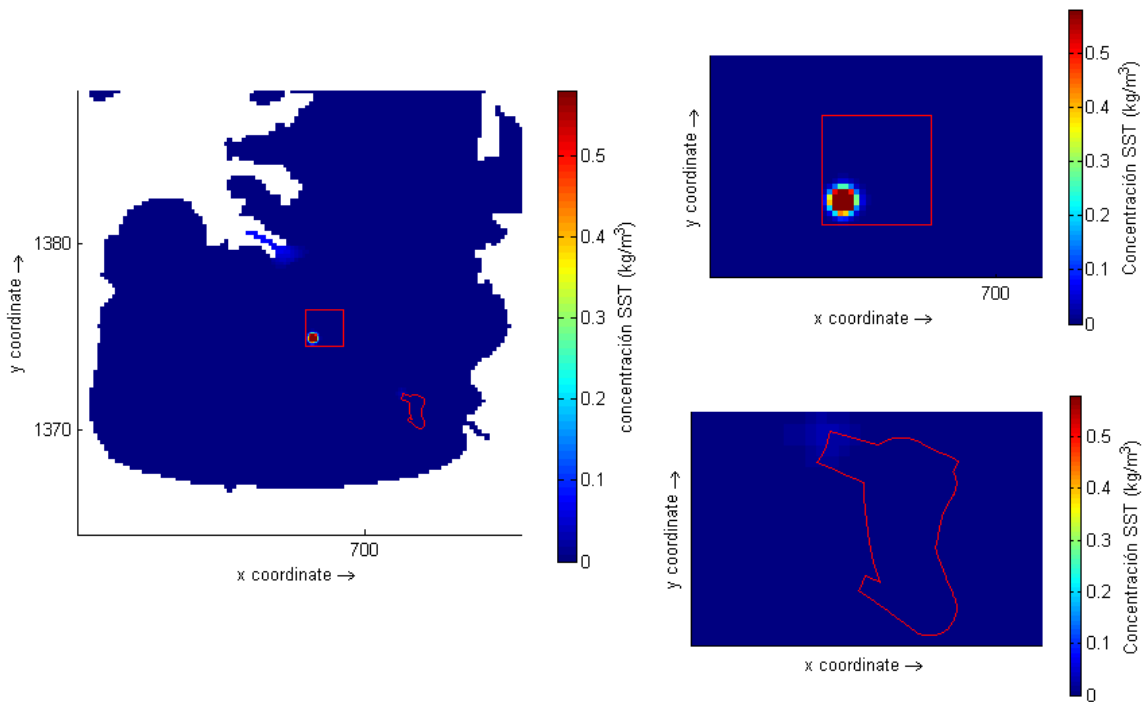
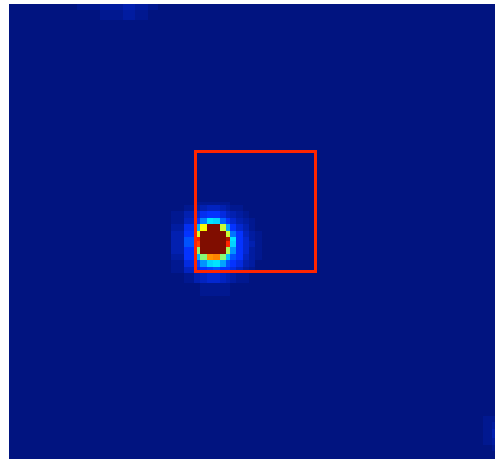
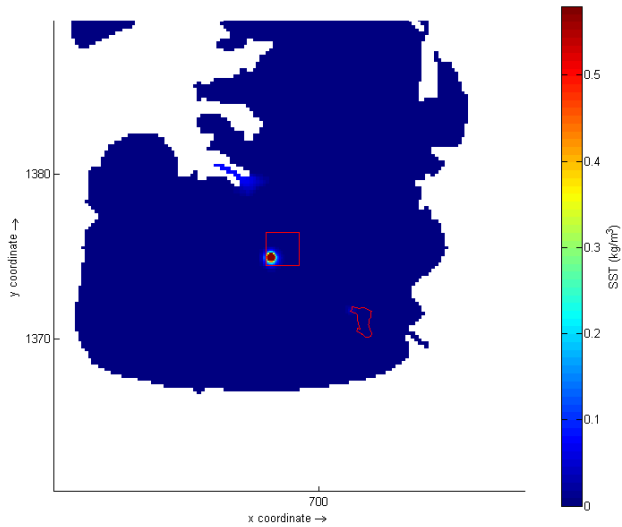
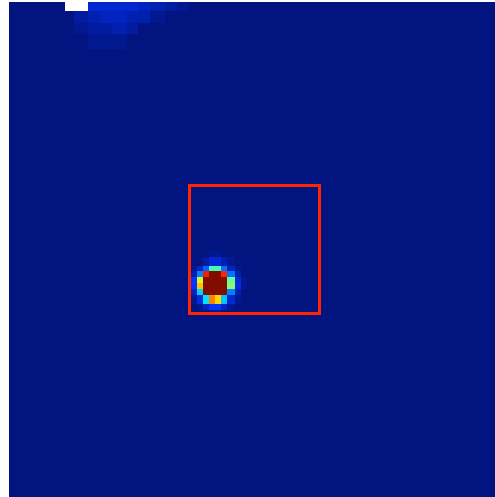
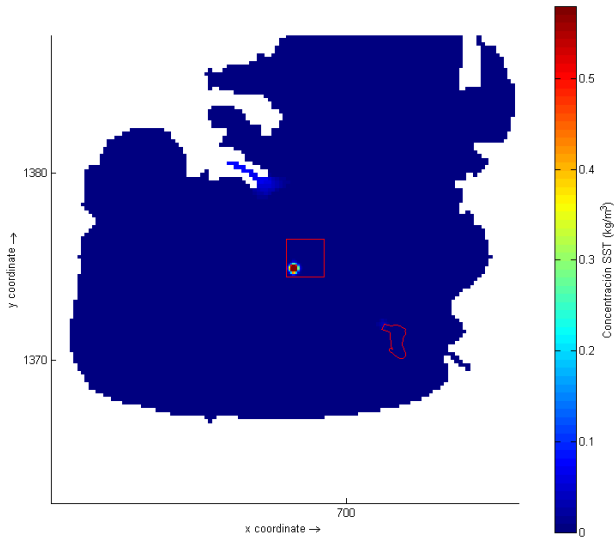




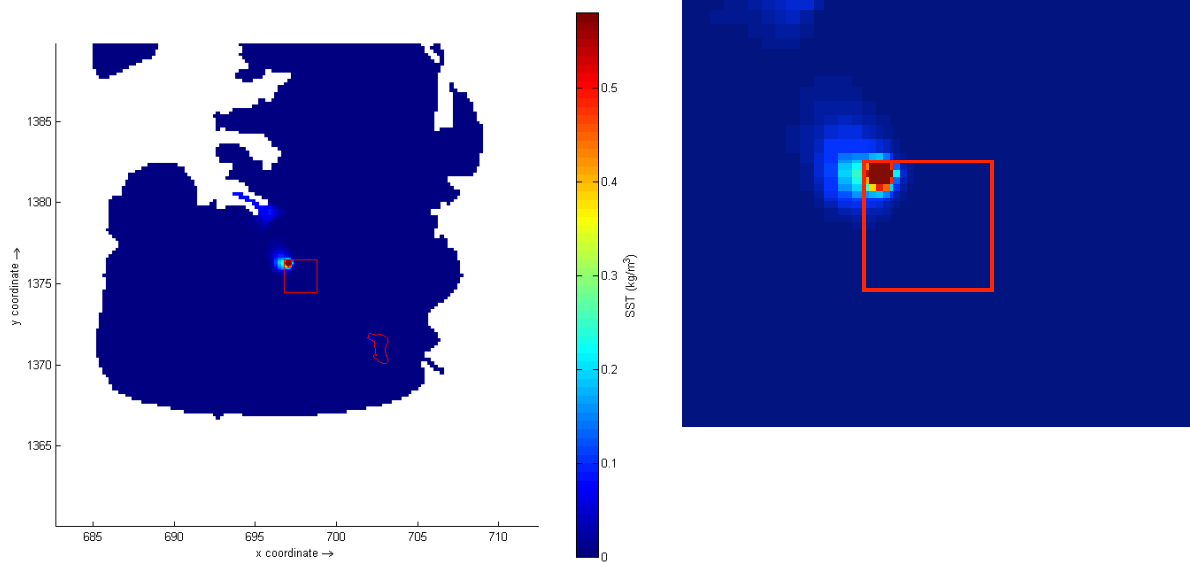
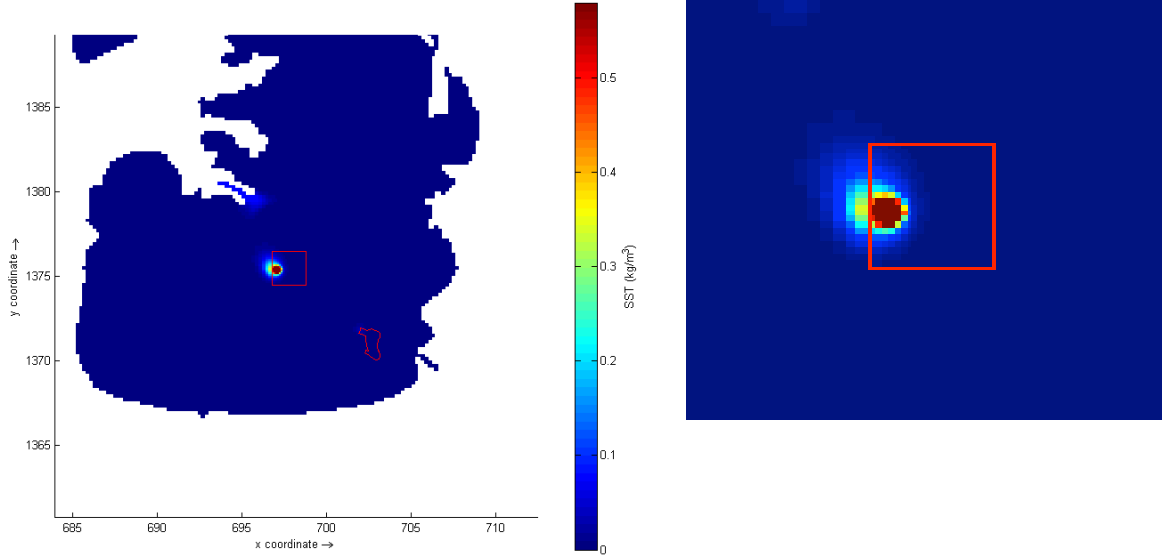
Figura No. 3.55. Localización de área de dragado y botadero



Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados, 2015

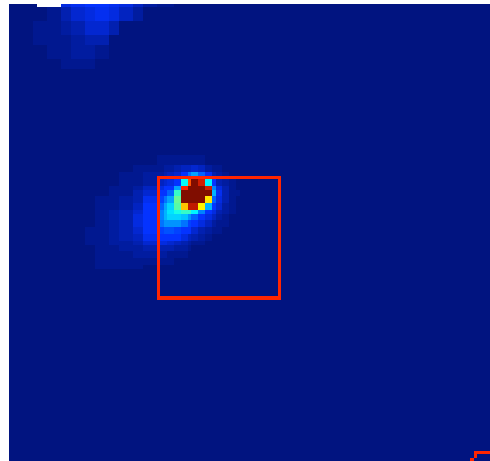
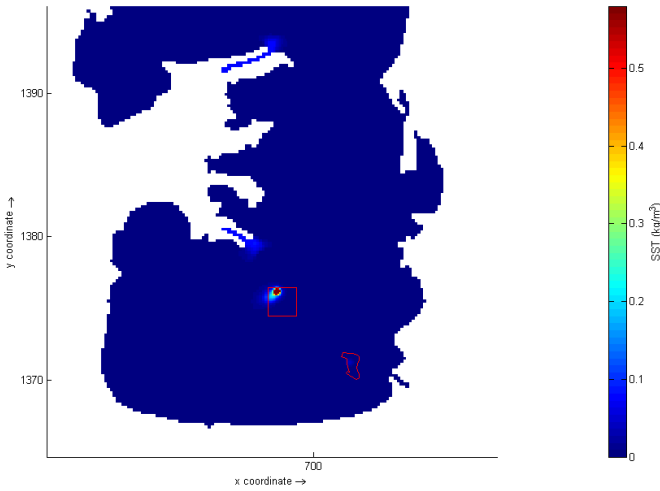
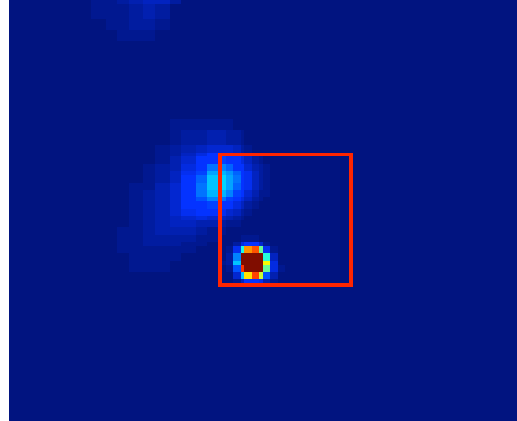
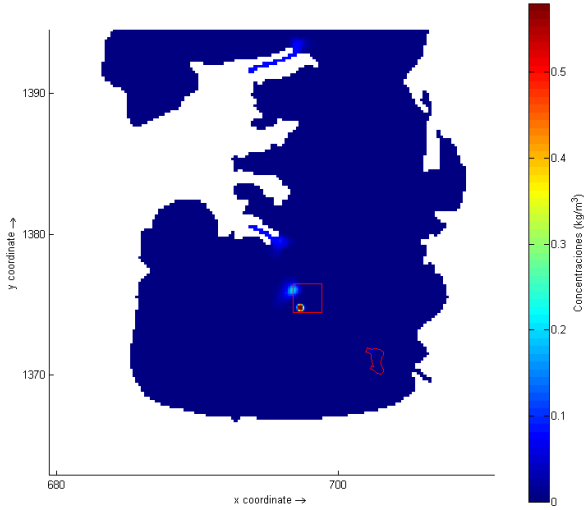
	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 122 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:



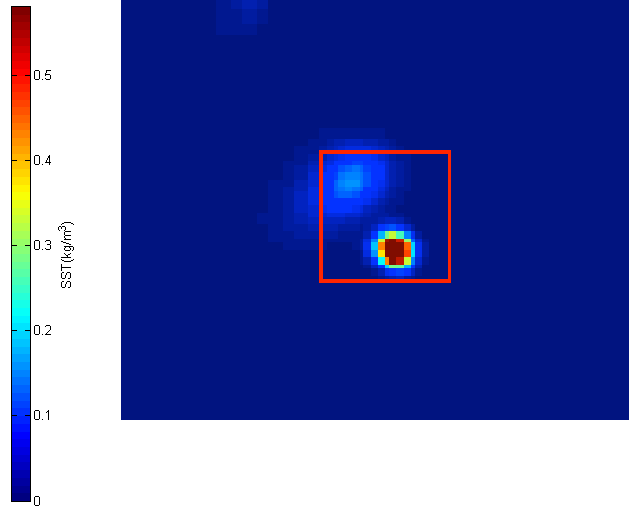
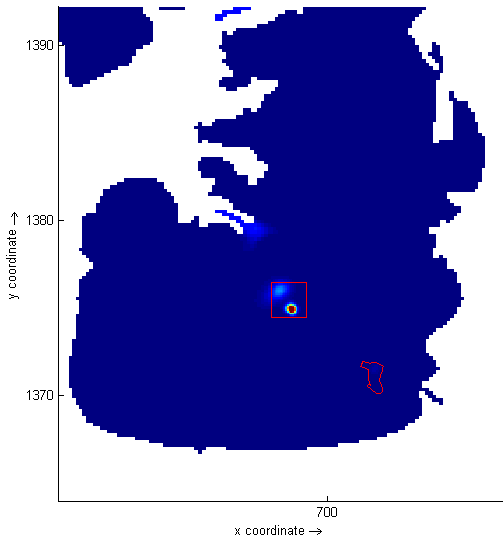
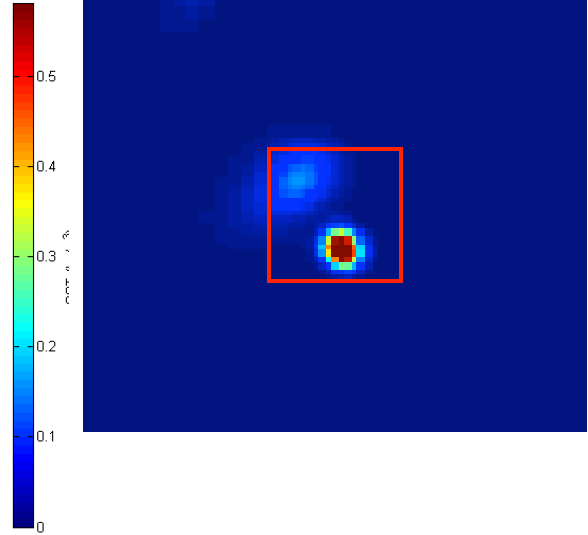
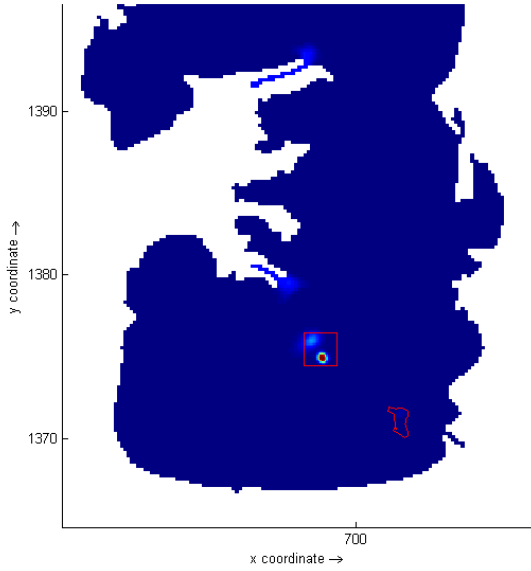
	<p align="center"><b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b></p>	
	<p align="center"><b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b></p>	<p align="right">Página 123 de 162</p>
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión: <input type="text"/></p>



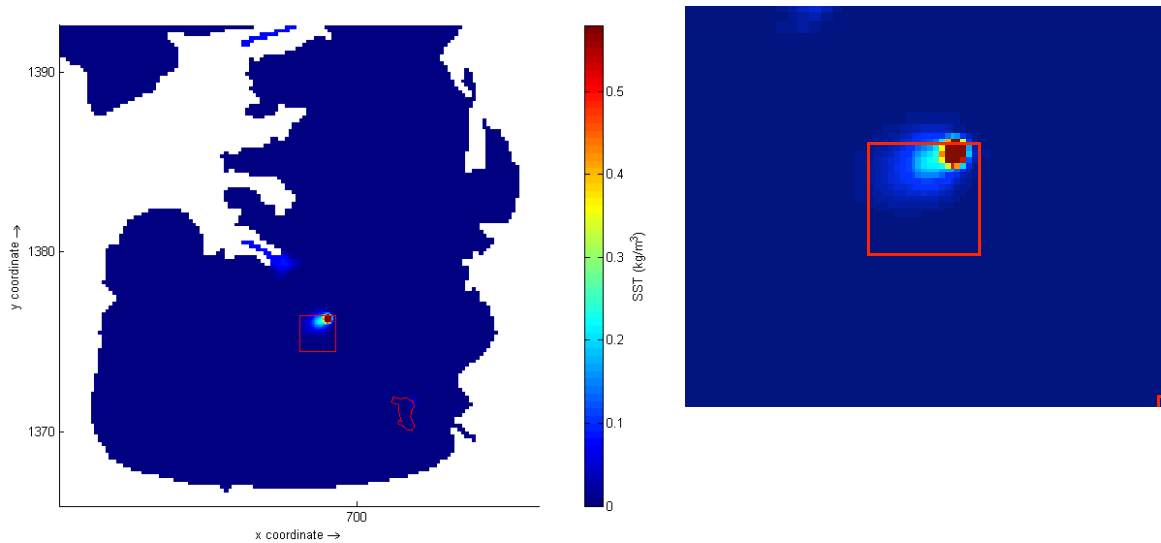
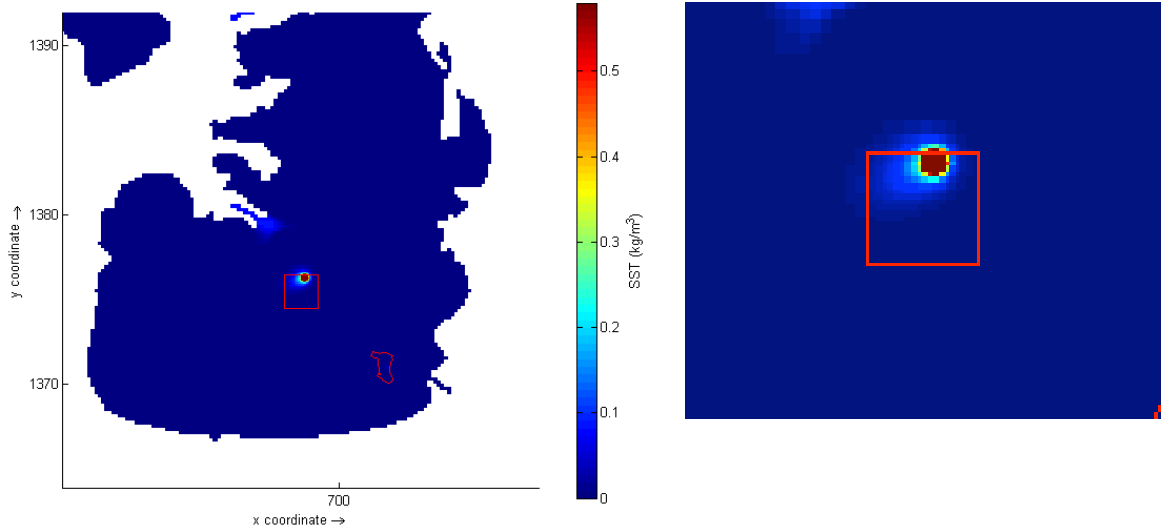
	<p align="center"><b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b></p>	
	<p><b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b></p>	<p>Página 124 de 162</p>
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión: <input type="text"/></p>



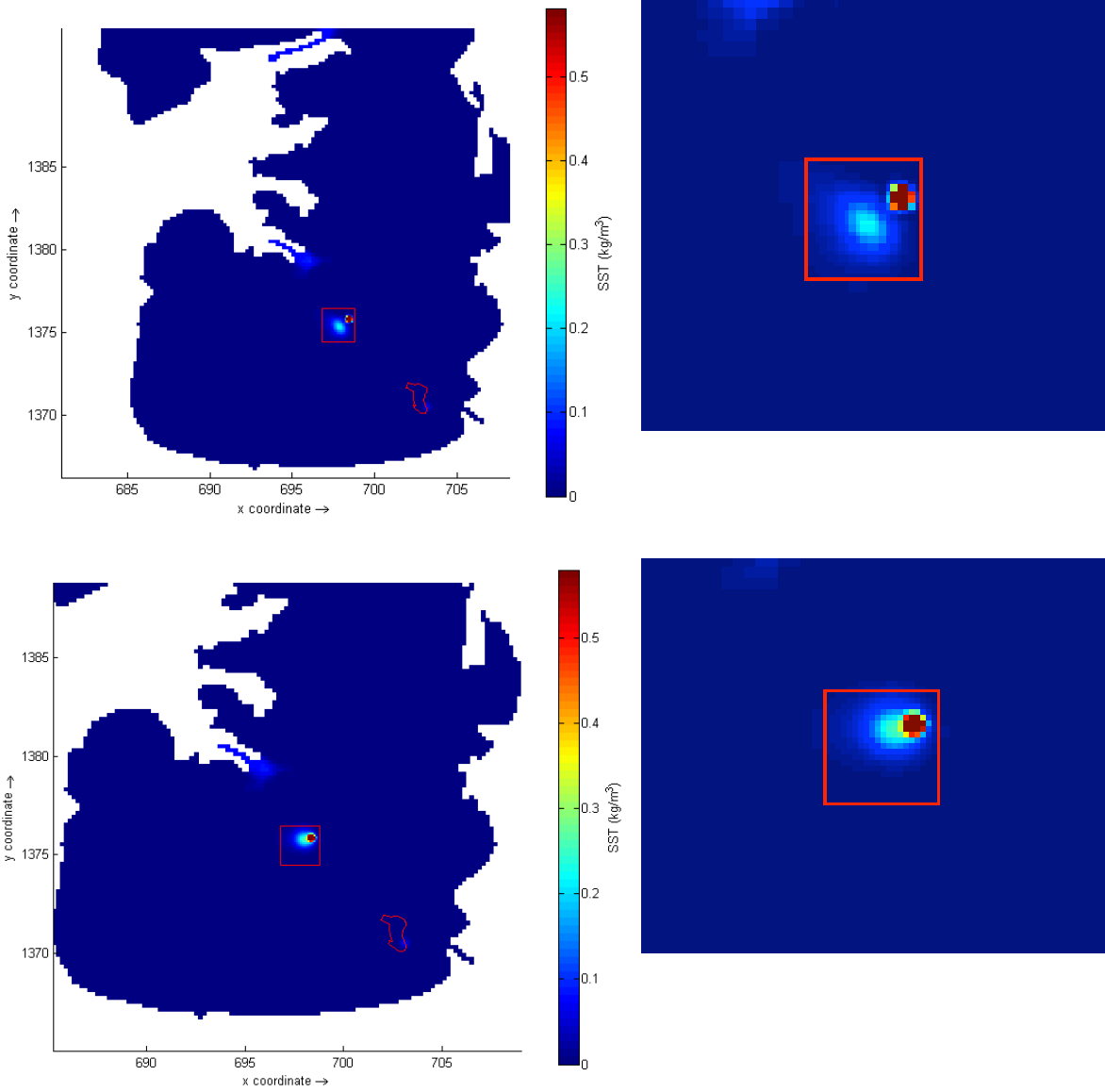
	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 125 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 126 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 127 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 128 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

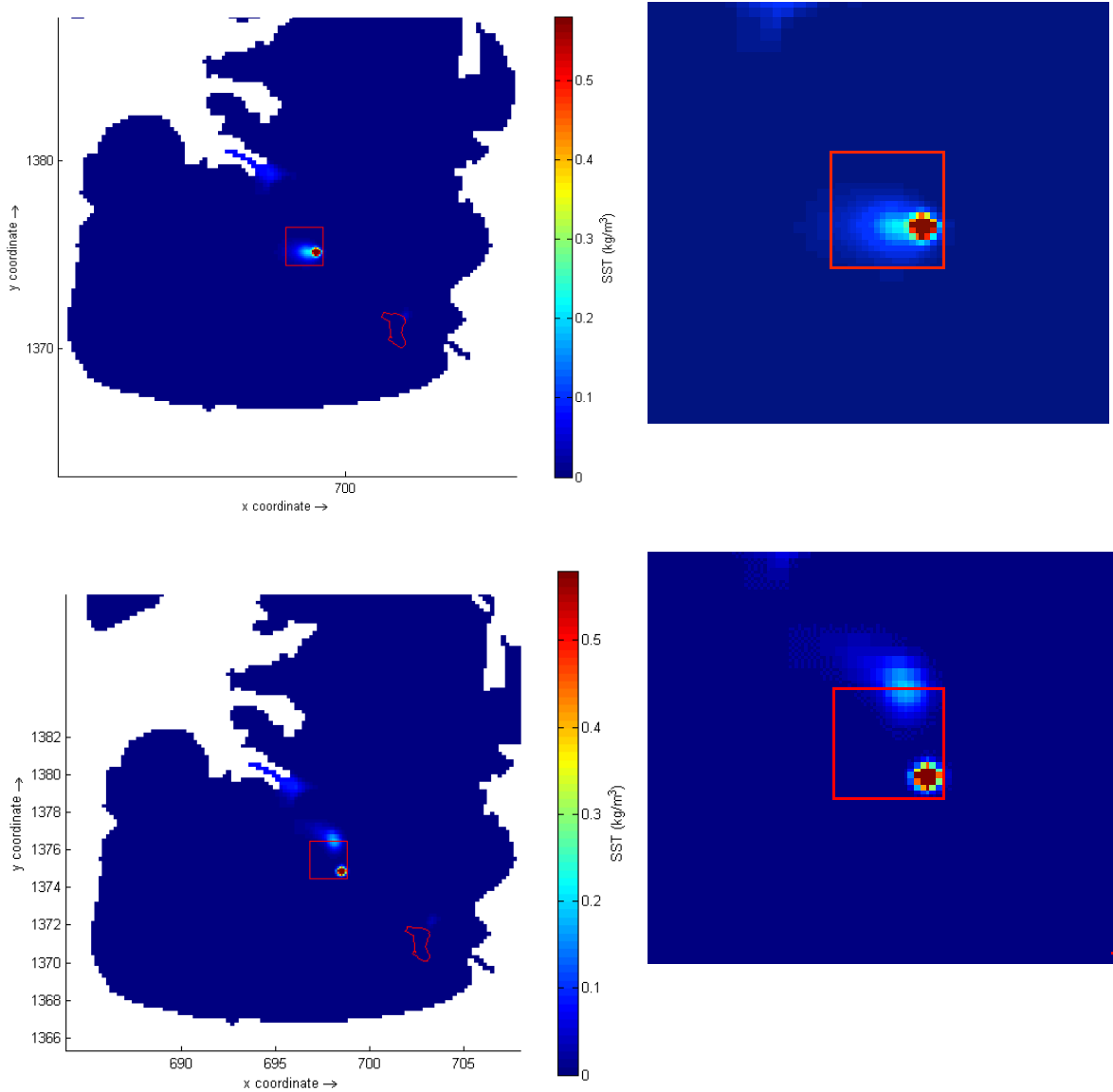



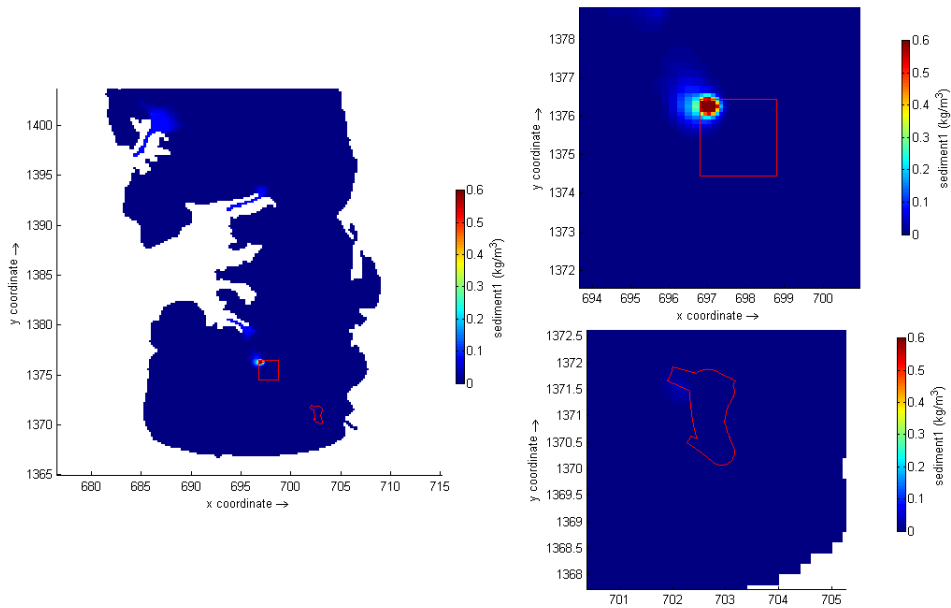
Figura No. 3.56. Secuencia de mayor dispersión sobre el perímetro del botadero.  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados, 2015

Como se evidencia en la secuencia de disposición del material de dragado en el botadero, la dispersión no supera el límite del área de influencia de 2000 m por 2000 m, considerando como punto de partida un área de botadero de 1400 m por 1400 m internamente en esta área. Es importante resaltar que la dispersión del material vertido se disipa en la columna de agua en aproximadamente 4 horas. Para tener un mejor acercamiento de la dispersión que tiene el material, a

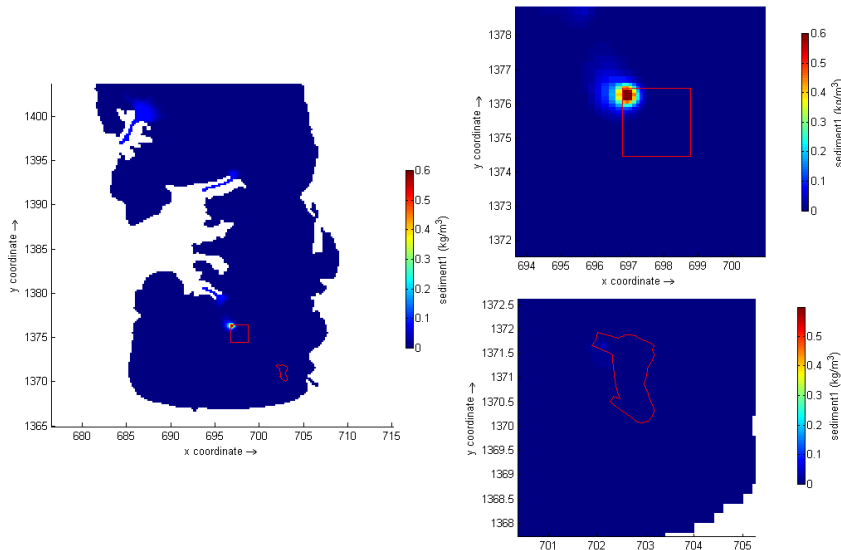


	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 129 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	



continuación, se presenta una serie de figuras cada hora minutos, la cual nos permite evidenciar este fenómeno.

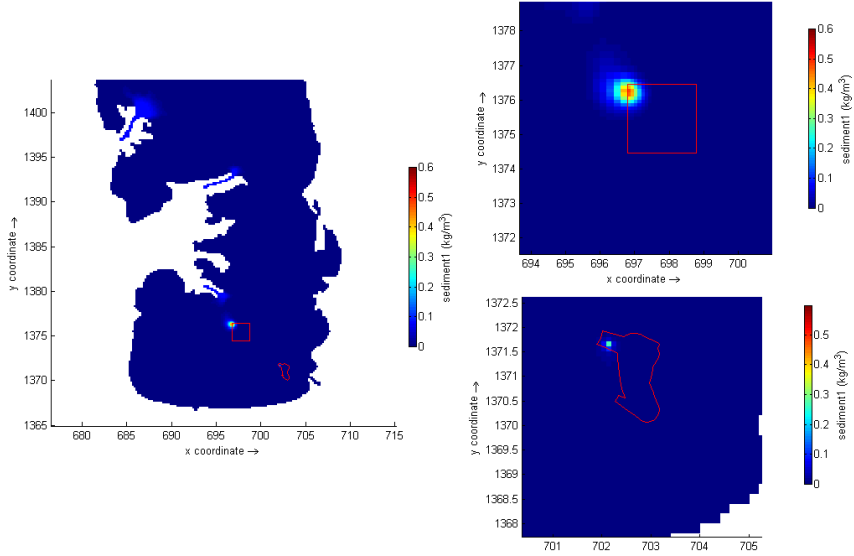


**a. 08/Ene 13:30**

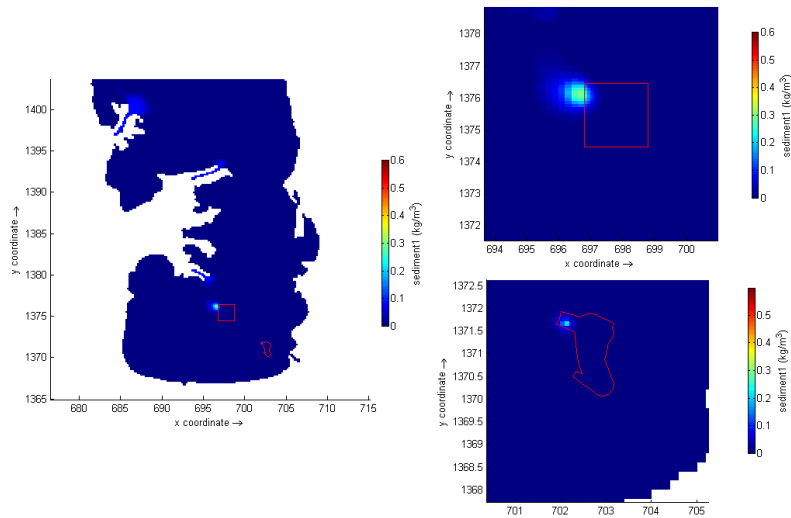


**b. 08/Ene 16:30**


	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		 aqua & terra
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:

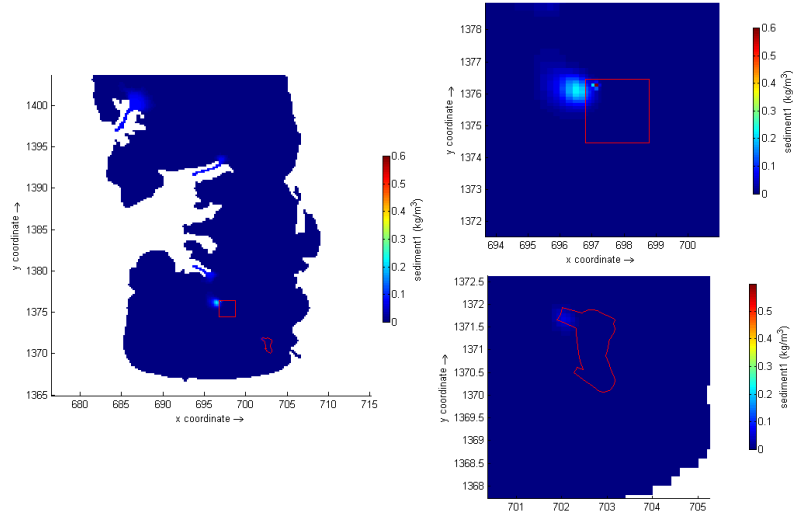


**c. 08/Ene 17:30**



**d. 08/Ene 18:30**

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 131 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	



**e. 08/Ene 19:30**

Figura No. 3.57. Dispersión de sólidos suspendidos totales para una descarga  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados, 2015

Para tener una mejor percepción de lo descrito anteriormente, el presente documento tiene anexado una serie de videos donde para el primer y segundo semestre modelado. Este modelo permite evidenciar, en simultaneo, el proceso de dragado y disposición en el botadero.

Adicionalmente para validar la dispersión máxima o halo de dispersión, se presenta a continuación la primer descarga del modelo sobre el vértice sur occidental del botadero (N 1.374.755,75 m; E 697.097,53 m).

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 132 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

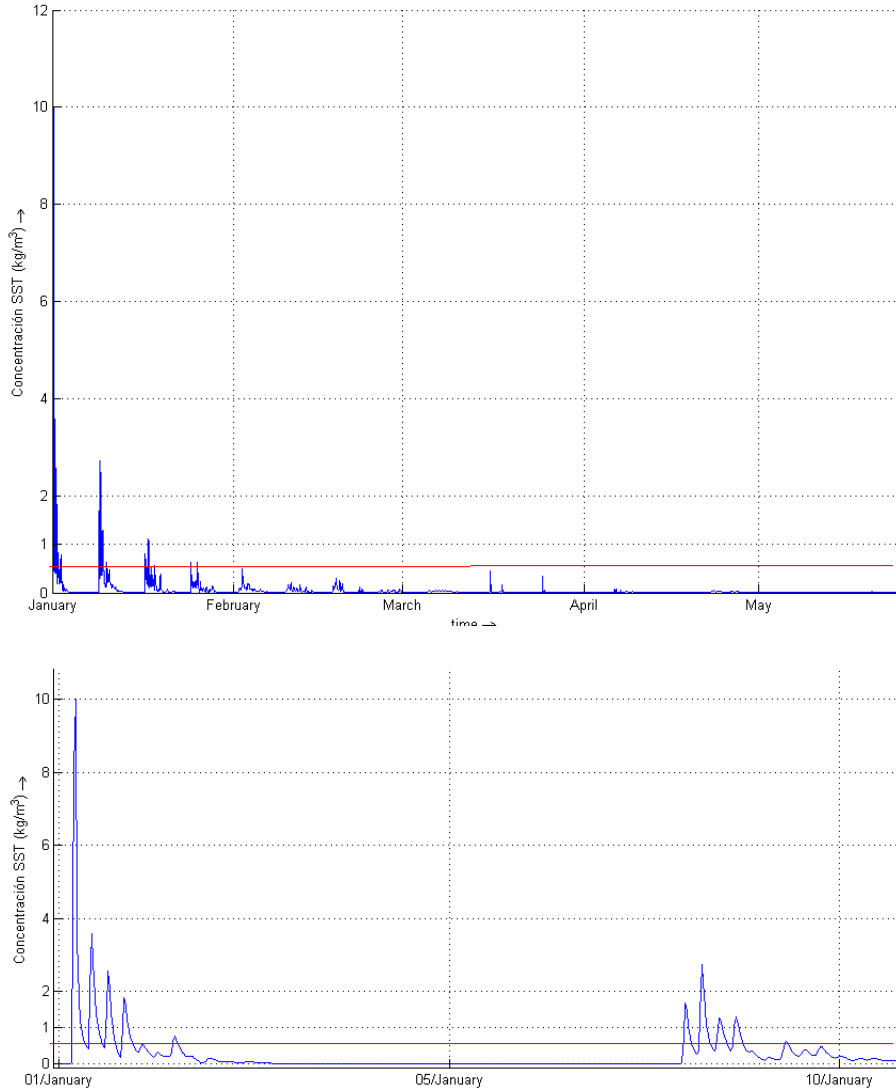


Figura No. 3.58. Concentración SST de la primera descarga primer semestre (N 1.374.755,75 m; E 697.097,53 m).

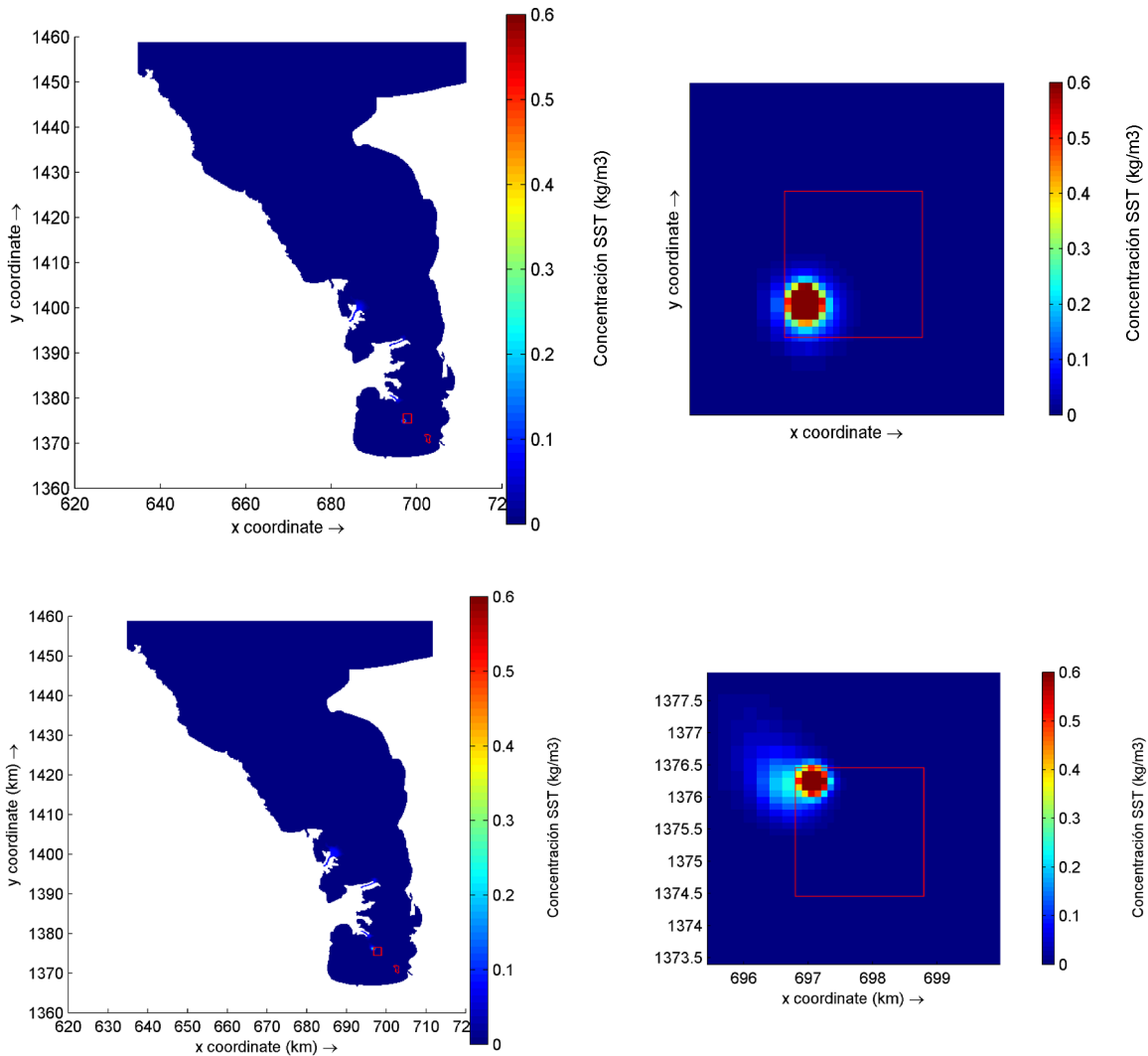
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados

Esta figura permite distinguir varios procesos entre los cuales están: disipación de la pluma de sedimentos en el momento de la descarga (Donde se presentan los mayores picos) y la dispersión por descargas en celdas vecinas (Picos vecinos en la serie de datos). De esta manera se evidencia, que una vez se hace la descarga 300 metros al norte (3 celdas), de acuerdo con el trazado del dragado. Esto ratifica nuevamente que el halo de dispersión o pluma de disipación del oleaje para el umbral definido es de 300 m a partir del borde del botadero.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 133 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

## SEGUNDO SEMESTRE

Un procedimiento similar se llevó a cabo para estimar la dispersión de los sedimentos durante el segundo semestre del año.



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 134 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

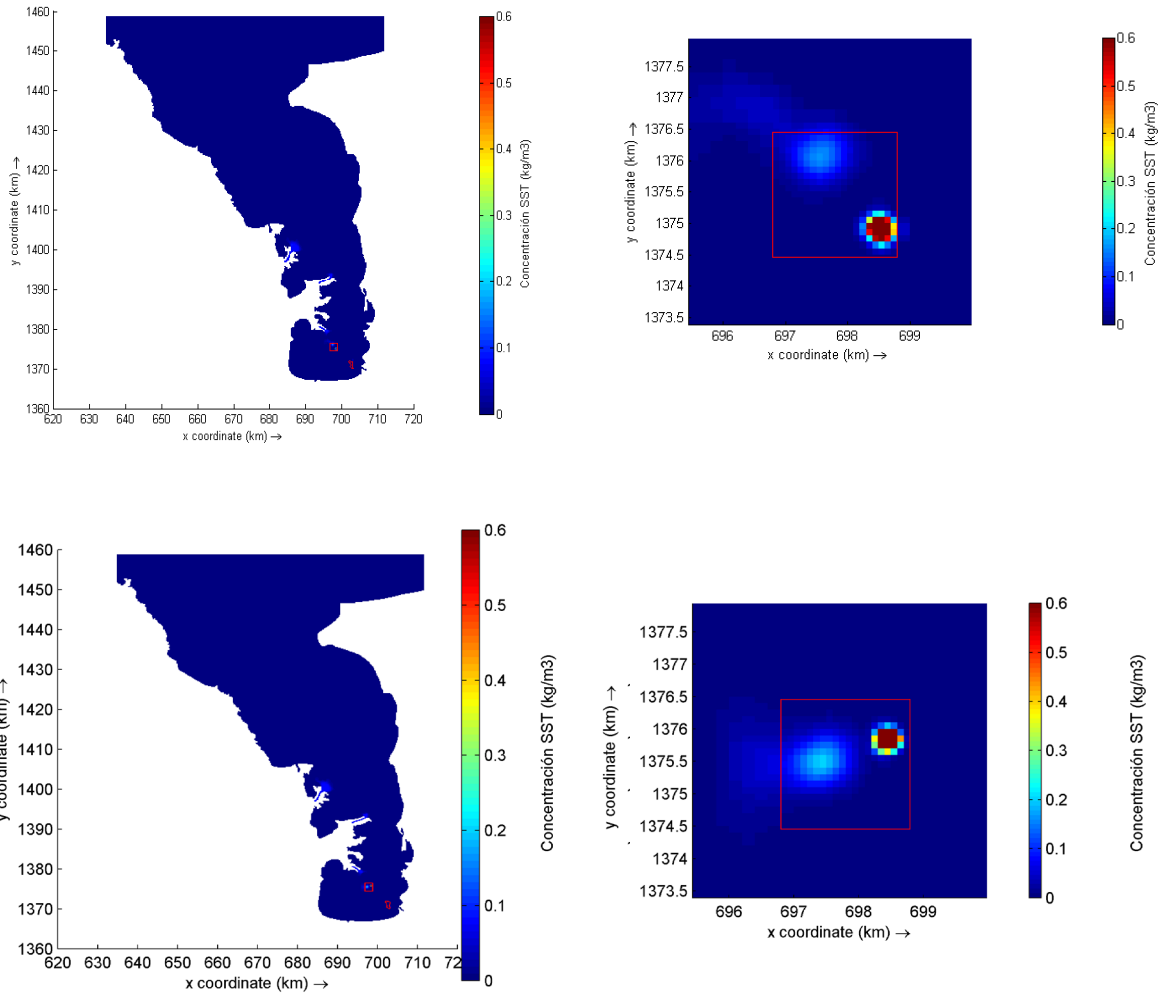




Figura No. 3.59. Secuencia de mayor dispersión sobre el perímetro del botadero, para el segundo semestre del año.

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados

De la figura anterior se puede apreciar como es la dispersión de los sedimentos en el botadero, el cual muestra espacialmente la concentración de sólidos suspendidos en la columna de agua. Se puede ver como para los puntos que se encuentran ubicados en las esquinas del botadero, la dispersión de los sedimentos no alcanza a sobrepasar el área destinada para el vertido de material dragado. Esto ratifica una vez más que el halo de dispersión o pluma de dispersión no supera el límite de 2000 m por 2000 m, para las condiciones modeladas tanto para primer y segundo semestre.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 135 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El halo de dispersión en el área de botadero y dragado no supera los 300 m de diámetro.
- Teniendo en consideración un área de botadero de 1400 X 1400 m, el área de influencia no supera en ningún momento el polígono de 2000 X 2000 definido como máxima área de influencia.
- La dispersión de sólidos suspendidos (SST) una vez es vertido el material proveniente del dragado, toma aproximadamente 4 horas en la columna de agua para recuperar su condición natural.
- Según la hidrodinámica de la zona la pluma de vertido tiene una tendencia al costado occidental del botadero. Por esta razón, se recomienda que el vertido se desarrolle en dirección oriente a occidente.

### 3.3.3 Modelación de las descargas de metales pesados de acuerdo con el tipo de dragado

Inicialmente se ha caracterizado la calidad de los sedimentos marinos de profundidad, para determinar el impacto que estos tienen sobre la actividad de dragado y disposición del material en el botadero.

#### 3.3.3.1 Calidad de sedimentos marinos de profundidad

Para conocer las características del sedimento marino de profundidad en las áreas donde se ejecutarán las actividades del dragado de profundización, se analizaron muestras provenientes de tres (3) perforaciones que se hicieron en Bahía Colombia, ubicadas en el Golfo de Urabá denominadas PF8, PF9 y PF10, teniendo en cuenta que la génesis de estos sedimentos y su formación obedecen principalmente a la misma dinámica sedimentaria en toda la zona, provenientes del río León y el río Atrato, por lo que se puede afirmar y esperar que sean muy uniformes a lo largo y ancho de la zona del proyecto.

Las coordenadas planas y la ubicación de los puntos de perforación para el análisis de sedimentos, se presentan en la Tabla No. 3.21 y la Figura No. 3.60, respectivamente.


	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 136 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

Tabla No. 3.21. Coordenadas de las perforaciones

Perforación	Coordenadas planas	
	Magna Sirgas origen Bogotá	
	Este	Norte
PF-8	703.242,56	1.370.757,58
PF-9	702.766,57	1.370.550,31
PF-10	702.771,47	1.371.303,17

Fuente EDIFICA COLOMBIA LDTA, PIO S.A.S, 2015<sup>32</sup>

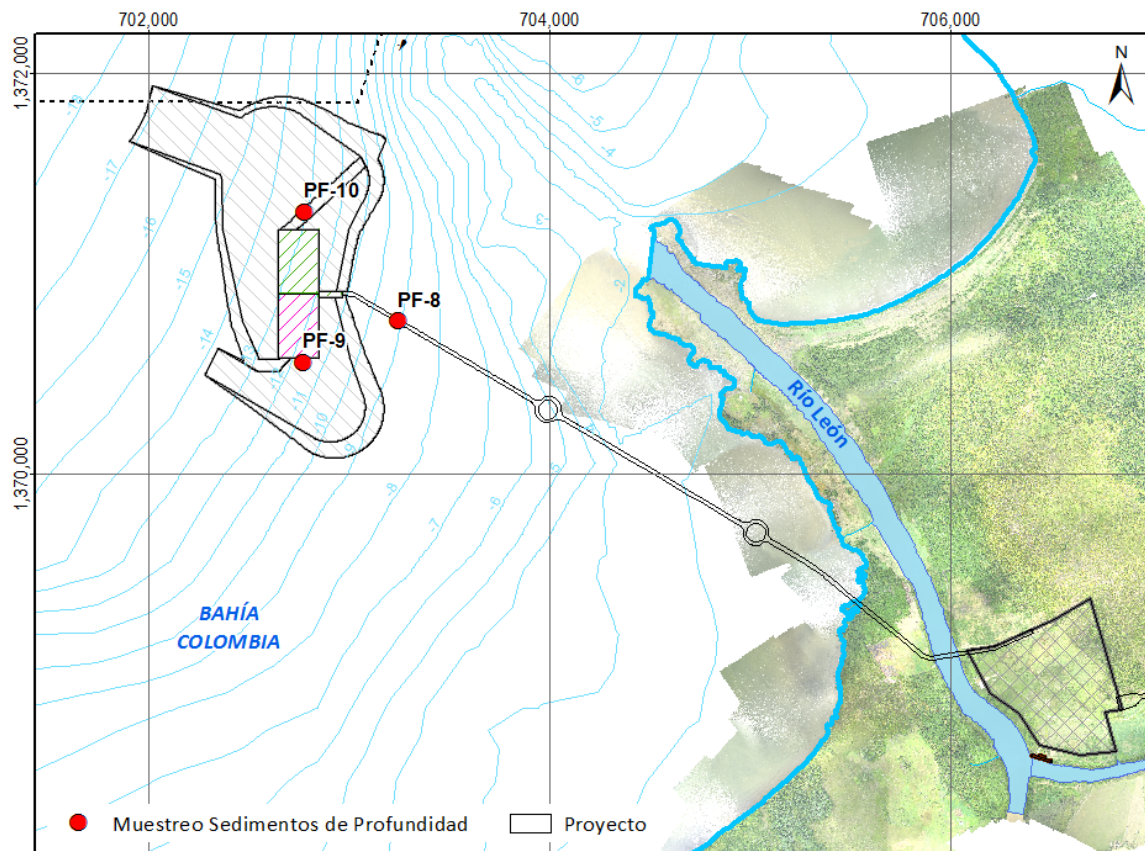




Figura No. 3.60 Ubicación de las perforaciones

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

La perforación PF-08 se encuentra ubicada en la zona del viaducto y no será necesario realizar dragado en este punto. Los otros dos puntos (PF-09 y PF-10) corresponden a las zonas donde se realizarían los dragados de profundización

<sup>32</sup> EDIFICA COLOMBIA LDTA, PIO S.A.S, PUERTO ANTIOQUIA. Estudio Geotécnico para ingeniería conceptual. Terminal Portuario Puerto Antioquia. Bogotá D.C, 2015



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 137 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

para adecuar las áreas de maniobras de los buques y embarcaciones de gran calado que llegarán al terminal marítimo en la etapa de operación.<sup>33</sup>

Las muestras fueron tomadas el 25 de marzo del 2015 mediante perforación con tubo Shelby. Estos implementos también fueron utilizados para el almacenamiento y transporte hasta su entrega a los laboratorios el día 14 de agosto del 2015.

De cada perforación se tomaron cuatro (4) muestras a diferentes profundidades, de tal forma que a partir de los análisis pudieran inferirse los diferentes aspectos ambientales asociados a la actividad de dragado y a su vez, anticipar los posibles efectos en la columna de agua de la deposición del material dragado en la zona asignada como botadero y así, proponer medidas de manejo ante los impactos ambientales que se pudieran presentar.

### **3.3.3.2 Resultados obtenidos de los muestreos de sedimentos de profundidad**

En la Tabla No. 3.22 se presentan los resultados obtenidos de los análisis efectuados por cada laboratorio.

---

<sup>33</sup> ALVAREZ-GUERRA, M., VIGURI, J. R., CASADO-MARTÍNEZ, M. C., & DELVALLS, T. Á. (2007). Sediment Quality Assessment and Dredged Material Management in Spain: Part I, Application of Sediment Quality Guidelines in the Bay of Santander. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 3(4), 529. [http://doi.org/10.1897/IEAM\\_2006-055.1](http://doi.org/10.1897/IEAM_2006-055.1)




	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 138 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

Tabla No. 3.22. Resultados de análisis de la calidad físico-química de los sedimentos marinos de profundidad

Parámetro	PF-8				PF-9				PF-10				CEDEX (España)		
	M1 9,0 - 9,6 m	M2 12,0 - 12,6 m	M3 18,0-18,6 m	M4 20,5- 21,1 m	M1 12,0-12,6 m	M2 15,0-15,6 m	M3 18,0-18,6 m	M4 21,0-21,6 m	M1 13,0-13,6 m	M2 15,75-16,35 m	M3 18,5-19,1 m	M4 21,25-21,50 m	AL1	AL2	
Físicos	Temperatura (°C)	23,4	24,3	24,1	24,2	24	23,7	23,6	24,6	24,1	23,9	24	24,1	-	-
	Potencial de Hidrogeno - pH	8,13	8,15	8,34	8,49	7,92	8,34	8,36	6,56	6,28	8,16	8,28	8,35	-	-
Químicos	Grasas y aceites (mg/kg)	525	386	510	514	546	925	891	676	533	1064	432	<200	-	-
	Arsénico (mg/kg)	4,6	4,4	5	4,6	4,6	5	5,6	6	4,2	4,8	3	4,6	80,00	200,00
	Bario (mg/kg)	24,3	25,1	<23,0	<23,0	59,8	<23,0	24,8	52,2	73,1	<23,0	<23,0	<23,0	-	-
	Cadmio (mg/kg)	<7,72	<7,72	<7,72	<7,72	<7,72	<7,72	<7,72	<7,72	<7,72	<7,72	<7,72	<7,72	1,00	5,00
	Zinc (mg/kg)	36	32	32	32	38	42	30	32	32	30	32	34	500,00	3000,00
	Cromo (mg/kg)	56	52	66	60	58	66	144	56	48	64	50	60	200,00	1000,00
	Cromo hexavalente (mg/kg)	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	-	-
	Cobre (mg/kg)	63,7	73,8	68,1	59,3	61,4	59,5	66,1	46,1	<27,5	66,9	62,3	31,3	100,00	400,00
	Mercurio (mg/kg)	2	<1,8	1,8	<1,8	3,2	<1,8	2,2	<1,8	<1,8	2	<1,8	<1,8	0,60	3,00
	Níquel (mg/kg)	56	60	66	64	60	66	70	56	54	64	46	66	100,00	400,00
	Plomo (mg/kg)	24	20	28	24	20	36	32	32	<20	32	22	26	120,00	600,00
	Selenio (mg/kg)	0,15	0,161	0,147	0,132	0,152	0,136	0,142	0,155	0,153	0,133	0,136	0,141	-	-
	Hidrocarburos Totales %	<0,00625	<0,00625	<0,00625	<0,00625	<0,00625	<0,00625	<0,00625	<0,00625	<0,00625	<0,00625	<0,00625	<0,00625	-	-
	Fenoles (mg/kg)	<0,35	<0,35	<0,35	<0,35	<0,35	<0,35	<0,35	<0,35	<0,35	<0,35	<0,35	<0,35	-	-
	HAPs (mg/kg)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	-	-
	Carbono Orgánico Total (mg/kg)	22545	35121	31069	28832	19713	24001	24046	24341	15676	23469	15789	22612	-	-
Fósforo Total (mg/kg)	<1,50	<1,50	3,51	1,68	2,16	5,81	7,95	1,68	2	5,02	6,6	8,79	-	-	
Nitrógeno Total (mg/kg)	1543,13	1480,86	1789	2840,62	1623,97	1309,67	1965,04	1366	1497,27	1390,47	2717,91	4385,62	-	-	
Sulfuro Ácido Volátil (SAV) (%P/P)			9,26		7,52	2,15			6,90	1,00			-	-	

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 139 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

### 3.3.3.3 Análisis y comparación con la normatividad

#### Características visuales de las muestras

Las características visuales de las muestras variaban en función de la profundidad a la que se tomaban. De manera general se podría decir:

- Las muestras de la capa más cercana a la superficie del lecho marino (9,0-9,6 m) estaban conformadas por arcilla limosa con alta humedad y plasticidad, además de poseer una consistencia blanda.
- En las muestras tomadas en la siguiente profundidad (12,0-12,6 m) se presentó arcilla gris verdosa con algo de limo, alta humedad y consistencia blanda.
- Los análisis de sedimentos de la capa posterior en profundidad (18,0-18,6 m), permitieron observar una capa de arcilla gris con algo de limo, plasticidad alta y humedad alta.
- Finalmente, las muestras de la capa más profunda (20,5-21,1 m) podrían describirse como arcilla gris verdosa con alta plasticidad y humedad.

Esta predominancia de lechos arcillosos y lodosos está relacionada en gran medida por los aportes de sedimentos provenientes de los principales ríos de la zona, dentro de los cuales se encuentran algunos brazos del río Atrato y el río León.<sup>34</sup>


#### Comparación con la normatividad

Colombia no cuenta con una normatividad respecto a las características de los sedimentos marinos producto del material de dragado. Por esta razón, como valores guía para la comparación de los resultados de los análisis fisicoquímicos, se adoptaran los establecidos por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) de España<sup>35</sup>.

Este documento establece unos niveles de acción en función de la concentración determinada para cada parámetro evaluado. A partir de esos niveles, se clasifican los sedimentos en cuatro categorías.

<sup>34</sup> CHEVILLOT, P., MOLINA, A., GIRALDO, L., & MOLINA, C. (1993). Estudio geológico e hidrológico del Golfo de Urabá. Boletín Científico CIOH, (14), 79–89.

<sup>35</sup> MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS TRANSPORTE Y MEDIO AMBIENTE. (1994). Recomendaciones para la gestión del material dragado en los puertos españoles. Madrid, España.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 140 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

La comparación con la normatividad española se realiza para cada punto de manera independiente, indicando la categoría correspondiente para aquellos parámetros que cuentan con valores de referencia. Es importante aclarar que algunos de los parámetros evaluados no cuentan con valores de referencia a nivel internacional, por tal razón no es posible clasificarlos de acuerdo con una norma, en cambio, se utilizaran como referentes las investigaciones relacionadas publicadas en revistas científicas reconocidas internacionalmente.

La Tabla No. 3.23 muestra los valores umbral asociado a cada nivel de acción para cada parámetro analizado.

Tabla No. 3.23. Valores asociados a los Niveles de Acción 1 y 2 en la norma española

Parámetro		CEDEX (España) <sup>36</sup>	
		AL1 (mg/kg)	AL2 (mg/kg)
<b>Físicos</b>	Temperatura	-	-
	Potencial de Hidrogeno - pH	-	-
<b>Químicos</b>	Grasas y aceites	-	-
	Arsénico	80,00	200,00
	Bario	-	-
	Cadmio	1,00	5,00
	Zinc	500,00	3000,00
	Cromo	200,00	1000,00
	Cromo hexavalente	-	-
	Cobre	100,00	400,00
	Mercurio	0,60	3,00
	Níquel	100,00	400,00
	Plata	-	-
	Plomo	120,00	600,00
	Selenio	-	-
	Hidrocarburos Totales	-	-
	Fenoles	-	-
	HAP's	-	-
	Carbono Orgánico Total	-	-
	Sulfuro Ácido Volátil	-	-
Fósforo Total	-	-	
Nitrógeno Total	-	-	

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

<sup>36</sup> Ibid.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 141 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

De acuerdo con la clasificación hecha por CEDEX<sup>37</sup> se establece lo siguiente:

AL1 y AL2: Son los niveles de acción 1 y 2, los cuales corresponden a los valores límites utilizados para la clasificación del grado de contaminación del material dragado de acuerdo a las siguientes categorías:

- *Categoría I:* Cuando el valor es menor a AL1. A esta categoría pertenecen los materiales dragados procedentes de los fondos portuarios cuyos efectos químicos y/o bioquímicos sobre los ecosistemas marinos son insignificantes.
- *Categoría II:* Cuando el valor obtenido se encuentra entre AL1 y AL2. En este caso existe una concentración moderada de los contaminantes y los vertimientos del material dragado al mar deberán efectuarse teniendo en cuenta consideraciones especiales relacionadas con la selección del lugar, la evaluación de los impactos y los programas de vigilancia ambiental en la zona.
- *Categoría III:* Cuando se supera el valor de AL2. A esta categoría pertenecen los materiales dragados con una alta concentración de contaminantes, por consiguiente deberán ser aislados de las aguas marinas o ser sometidos a tratamientos especiales previa disposición en la zona de vertimiento.<sup>38</sup>



Dentro de la categoría III encontramos dos subgrupos:

- La categoría IIIa. Dentro de esta categoría se encuentran los materiales cuya concentración de contaminantes exceden el nivel de acción 02 pero están por debajo de ocho (08) veces el valor de AL2. Corresponde a materiales que requieren técnicas de gestión de aislamiento blandas tales como el confinamiento subacuático y el vertido en recinto acuático o terrestre.<sup>39</sup>
- La categoría IIIb son aquellos materiales cuya concentración de contaminantes es superior a ocho (08) veces el valor de AL2. Requieren técnicas de tratamiento y almacenamiento duro, como el vertido en recintos con características específicas (paredes impermeables, dispositivos de control de lixiviados, entre otros) para el almacenamiento de estos, el tratamiento “on line” antes de realizar los vertimientos en el mar y la solidificación o inertización para la disposición en tierra.

<sup>37</sup> Ibid.

<sup>38</sup> Ibid.

<sup>39</sup> Ibid.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 142 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Para una mejor visualización de las comparaciones entre los resultados y la norma española, se asignará a cada categoría un color, tal como se muestra en la Tabla No. 3.24.

Tabla No. 3.24. Categoría CEDEX para material dragado en función de la concentración de contaminantes

Categoría I	
Categoría II	
Categoría IIIa	
Categoría IIIb	

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

Con base en la información anterior, se procede a realizar el análisis de los resultados obtenidos en cada perforación. A continuación, se presentan las concentraciones correspondientes a las diferentes muestras de cada punto.



### 3.3.3.3.1 Perforación PF8

En la Tabla No. 3.25 se comparan los resultados de todas las muestras tomadas en la perforación PF8 con la norma CEDEX<sup>40</sup> y se clasifica por color y categoría de acuerdo a la Tabla No. 3.24.

Tabla No. 3.25. Comparación de resultados en PF8 con la norma española y clasificación del resultado

Parámetro		PF-8				CEDEX (España)		Clasificación del resultado con la Categoría CEDEX
		M1 9,0 - 9,6 m	M2 12,0 - 12,6 m	M3 18,0 - 18,6 m	M4 20,5- 21,1 m	AL1	AL2	
Físicos	Temperatura (°C)	23,4	24,3	24,1	24,2	-	-	N/A
	Potencial de Hidrogeno - pH	8,13	8,15	8,34	8,49	-	-	N/A
Químicos	Grasas y aceites (mg/kg)	525	386	510	514	-	-	N/A
	Arsénico (mg/kg)	4,6	4,4	5	4,6	80,00	200,00	I
	Bario (mg/kg)	24,3	25,1	<23.0	<23.0	-	-	N/A
	Cadmio (mg/kg)	<7.72	<7.72	<7.72	<7.72	1,00	5,00	N/A
	Zinc (mg/kg)	36	32	32	32	500,00	3000,00	I
	Cromo (mg/kg)	56	52	66	60	200,00	1000,00	I

<sup>40</sup> MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS TRANSPORTE Y MEDIO AMBIENTE. (1994). Recomendaciones para la gestión del material dragado en los puertos españoles. Madrid, España.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 143 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B


Parámetro	PF-8				CEDEX (España)		Clasificación del resultado con la Categoría CEDEX
	M1 9,0 - 9,6 m	M2 12,0 - 12,6 m	M3 18,0 - 18,6 m	M4 20,5- 21,1 m	AL1	AL2	
Cromo hexavalente (mg/kg)	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	-	-	N/A
Cobre (mg/kg)	63,7	73,8	68,1	59,3	100,00	400,00	I
Mercurio (mg/kg)	2	<1.8	1,8	<1.8	0,60	3,00	II
Níquel (mg/kg)	56	60	66	64	100,00	400,00	I
Plata (mg/kg)	<18	<18	<18	<18	-	-	N/A
Plomo (mg/kg)	24	20	28	24	120,00	600,00	I
Selenio (mg/kg)	0,15	0,161	0,147	0,132	-	-	N/A
Hidrocarburos Totales %	<0.00625	<0.00625	<0.00625	<0.00625	-	-	N/A
Fenoles (mg/kg)	<0.35	<0.35	<0.35	<0.35	-	-	N/A
HAP's (mg/kg)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	-	-	N/A
Carbono Orgánico Total (mg/kg)	22545	35121	31069	28832	-	-	N/A
Fósforo Total (mg/kg)	<1.50	<1.50	3,51	1,68	-	-	N/A
Nitrógeno Total (mg/kg)	1543,13	1480,86	1789	2840,62	-	-	N/A
Sulfuro Ácido Volátil (SAV) (%P/P)			9.26				N/A

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

El arsénico, zinc, cromo, cobre, níquel y plomo, se ubicaron muy por debajo del límite que define el Nivel de acción 1. De otro lado, las concentraciones de mercurio se registraron en el rango de 0.6 – 3.0 mg/kg para las muestras M1 y M3.

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla No. 3.25., el material de dragado de las profundidades 9,0-9,6 m y 18,0-18,6 m, pertenece a la categoría II dado que el mercurio alcanza una concentración moderada. Para los demás contaminantes, las concentraciones no alcanzan niveles de riesgo para el ecosistema acuático.

El resultado de la muestra M1 (9,0 – 9,6 m) es de particular interés para el presente estudio, debido a que se encuentra a una profundidad a la que se realizará dragado. Mientras que la muestra M3 (18,0-18,6 m) hace parte solo de la caracterización del área de influencia debido a que el dragado no alcanzará esa profundidad en este punto.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 144 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Adicionalmente, cabe aclarar que las muestras M2 (12,0-12,6m) y M4 (20,5-21,1m) presentaban concentraciones de mercurio por debajo del límite de detección de la técnica analítica empleada por el laboratorio, por esta razón fue posible definir la clasificación de las muestras de acuerdo con las categorías del CEDEX.

### 3.3.3.3.2 Perforación PF9

En la Tabla No. 3.26 se comparan los resultados de todas las muestras tomadas a diferentes profundidades en la perforación PF9 con la norma CEDEX.

Tabla No. 3.26. Comparación de resultados en PF9 con la norma española y clasificación del resultado.

Parámetro	PF-9				CEDEX (España)		Clasificación del resultado con la Categoría CEDEX	
	M1 12,0- 12,6 m	M2 15,0- 15,6 m	M3 18,0- 18,6 m	M4 21,0- 21,6 m	AL1	AL2		
<b>Físicos</b>	Temperatura (°C)	24	23,7	23,6	24,6	-	-	N/A
	Potencial de Hidrogeno - pH	7,92	8,34	8,36	6,56	-	-	N/A
<b>Químicos</b>	Grasas y aceites (mg/kg)	546	925	891	676	-	-	N/A
	Arsénico (mg/kg)	4,6	5	5,6	6	80,00	200,00	I
	Bario (mg/kg)	59,8	<23.0	24,8	52,2	-	-	N/A
	Cadmio (mg/kg)	<7.72	<7.72	<7.72	<7.72	1,00	5,00	N/A
	Zinc (mg/kg)	38	42	30	32	500,00	3000,00	I
	Cromo (mg/kg)	58	66	144	56	200,00	1000,00	I
	Cromo hexavalente (mg/kg)	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	-	-	N/A
	Cobre (mg/kg)	61,4	59,5	66,1	46,1	100,00	400,00	I
	Mercurio (mg/kg)	3,2	<1.8	2,2	<1.8	0,60	3,00	IIIa
	Níquel (mg/kg)	60	66	70	56	100,00	400,00	I
	Plata (mg/kg)	<18	<18	<18	<18	-	-	N/A
	Plomo (mg/kg)	20	36	32	32	120,00	600,00	I
	Selenio (mg/kg)	0,152	0,136	0,142	0,155	-	-	N/A
Hidrocarburos Totales %	<0.00625	<0.00625	<0.00625	<0.00625	-	-	N/A	



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 145 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Parámetro	PF-9				CEDEX (España)		Clasificación del resultado con la Categoría CEDEX
	M1 12,0-12,6 m	M2 15,0-15,6 m	M3 18,0-18,6 m	M4 21,0-21,6 m	AL1	AL2	
Fenoles (mg/kg)	<0.35	<0.35	<0.35	<0.35	-	-	N/A
HAP's (mg/kg)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	-	-	N/A
Carbono Orgánico Total (mg/kg)	19713	24001	24046	24341	-	-	N/A
Fósforo Total (mg/kg)	2,16	5,81	7,95	1,68	-	-	N/A
Nitrógeno Total (mg/kg)	1623,97	1309,67	1965,04	1366	-	-	N/A
Sulfuro Ácido Volátil (SAV) (%P/P)	7.52	2.15					



Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

Al igual que en el punto PF8, el arsénico, zinc, cromo, cobre, níquel y plomo, se ubicaron muy por debajo del límite que define el Nivel de acción 1. Por su parte, las concentraciones de mercurio de la muestra M1 (profundidad entre 12,0-12,6 m) sobrepasaron en un 6% el nivel de acción 02 ya que la norma establece un límite de 3 mg/kg y en la muestra se encontró 3,2 mg/kg encontrándonos muy cerca del umbral, y se puede observar en la muestra de la siguiente profundidad M2, que la concentración de mercurio es inferior a 1,8 mg/kg de Hg, estableciéndonos en el Nivel de acción 02, por lo que podemos pensar que no se trata de una zona con alto grado de concentraciones de mercurio ya que solamente sobrepaso el nivel de acción 02 en un porcentaje muy bajo; cercano al margen de error de la misma prueba.

De otro lado, a mayor profundidad en la muestra M3 (profundidad entre 18,0-18,6 m) estuvieron en el rango entre 0,6-3,0 mg/kg de Hg, confirmando así lo antes analizado.

Por lo tanto, de acuerdo con los resultados presentados en la Tabla No. 3.26, el material que será dragado de la muestra M1 (profundidad entre 12 – 12.6 m) pertenece a la categoría IIIa y el material de las muestras M2 y M3 (profundidad entre 15 -15,6 y 18 – 18,6 m respectivamente) pertenecen a la categoría II; dicho material no será dragado, Para los demás contaminantes, las concentraciones no alcanzan niveles de riesgo para el ecosistema acuático.

Por otro lado, es importante aclarar que las muestras M2 (profundidad entre 15,0-15,6m) y M4 (profundidad entre 21,0-21,6 m) presentaron concentraciones de

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 146 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

mercurio por debajo del límite de detección de la técnica analítica empleada por el laboratorio, por esta razón no es posible definir la clasificación de las muestras de acuerdo con las categorías del CEDEX.

### 3.3.3.3 Perforación PF10

En la Tabla No. 3.27 se comparan los resultados de todas las muestras tomadas para diferentes profundidades en la perforación PF10 con la norma CEDEX

Tabla No. 3.27. Comparación de resultados en PF10 con la norma española y clasificación del resultado.

Parámetro		PF-10				CEDEX (España)		Clasificación del resultado con la Categoría CEDEX
		M1 13,0-13,6 m	M2 15,75- 16,35 m	M3 18,5-19,1 m	M4 21,25- 21,50 m	AL1	AL2	
Físicos	Temperatura (°C)	24,1	23,9	24	24,1	-	-	N/A
	Potencial de Hidrogeno - pH	6,28	8,16	8,28	8,35	-	-	N/A
Químicos	Grasas y aceites (mg/kg)	533	1064	432	<200	-	-	N/A
	Arsénico (mg/kg)	4,2	4,8	3	4,6	80,00	200,00	I
	Bario (mg/kg)	73,1	<23.0	<23.0	<23.0	-	-	N/A
	Cadmio (mg/kg)	<7.72	<7.72	<7.72	<7.72	1,00	5,00	N/A
	Zinc (mg/kg)	32	30	32	34	500,00	3000,00	I
	Cromo (mg/kg)	48	64	50	60	200,00	1000,00	I
	Cromo hexavalente (mg/kg)	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	-	-	N/A
	Cobre (mg/kg)	<27.5	66,9	62,3	31,3	100,00	400,00	I
	Mercurio (mg/kg)	<1.8	2	<1.8	<1.8	0,60	3,00	II
	Níquel (mg/kg)	54	64	46	66	100,00	400,00	I
	Plata (mg/kg)	<18	<18	<18	<18	-	-	N/A
	Plomo (mg/kg)	<20	32	22	26	120,00	600,00	I
	Selenio (mg/kg)	0,153	0,133	0,136	0,141	-	-	N/A
	Hidrocarburos Totales %	<0.00625	<0.00625	<0.00625	<0.00625	-	-	N/A
	Fenoles (mg/kg)	<0.35	<0.35	<0.35	<0.35	-	-	N/A
	HAP's (mg/kg)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	-	-	N/A
Carbono Orgánico Total (mg/kg)	15676	23469	15789	22612	-	-	N/A	
Fósforo Total (mg/kg)	2	5,02	6,6	8,79	-	-	N/A	
Nitrógeno Total (mg/kg)	1497,27	1390,47	2717,91	4385,62	-	-	N/A	

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 147 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Parámetro	PF-10				CEDEX (España)		Clasificación del resultado con la Categoría CEDEX
	M1 13,0-13,6 m	M2 15,75- 16,35 m	M3 18,5-19,1 m	M4 21,25- 21,50 m	AL1	AL2	
Sulfuro Ácido Volátil (SAV) (%P/P)	6,9	1,00					

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

En la perforación PF10 se mantiene la tendencia de los puntos anteriores, donde la mayoría de parámetros cumplen con lo establecido por la norma española: el arsénico, zinc, cromo, cobre, níquel y plomo, se ubicaron muy por debajo del límite que define el Nivel de acción 1. Por su parte, las concentraciones de mercurio de la muestra M2 (profundidad entre 15,75-16,35 m) estuvieron en el rango entre 0,6-3,0 mg/kg de Hg.



Por lo tanto, de acuerdo con los resultados presentados en la Tabla No. 3.27, el material de dragado de la muestra M2 pertenece a la categoría II, dado que el mercurio alcanza una concentración moderada. Para los demás contaminantes, las concentraciones no alcanzan niveles de riesgo para el ecosistema acuático.

De otro lado, es importante aclarar que las muestras M1(13,0-13,6 m), M3 (18,5-19,1 m) y M4 (21,25-21,50 m) presentaron concentraciones de mercurio por debajo del límite de detección de la técnica analítica empleada por el laboratorio, por esta razón no es posible definir la clasificación de las muestras de acuerdo con las categorías del CEDEX.

### 3.3.3.4 Análisis de resultados

Los elementos como el cadmio, cinc, cromo, cobre, mercurio, níquel y plomo, han sido ampliamente estudiados debido a su importancia ambiental, a los efectos producidos sobre la biota acuática, al potencial de bioacumulación y a su persistencia. Los resultados obtenidos para estos elementos fueron comparados con los valores de calidad del sedimento marino desarrollados en España<sup>41</sup>, aplicables principalmente para el material dragado.

<sup>41</sup> MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS TRANSPORTE Y MEDIO AMBIENTE. (1994). Recomendaciones para la gestión del material dragado en los puertos españoles. Madrid, España.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 148 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Estos resultados son presentados en el capítulo 5.1.9 de calidad de sedimentos marinos en profundidad. Sin embargo, para tener un mejor acercamiento de uno de los componentes de mayor relevancia como el mercurio (Hg), se presenta a continuación un análisis de los resultados.

### ❖ Mercurio (Hg)

Después de comparar los resultados obtenidos por el laboratorio con la normativa española (Ver Figura No. 3.61), se pudieron observar tres condiciones:

- En siete (07) de las muestras analizadas (Las muestras M2 y M4 del punto PF8; las muestras M2 y M4 del punto PF9; y las muestras M1, M3 y M4 del punto PF10), la concentración fue inferior al límite de detección de la técnica analítica empleada.
- Cuatro (04) de las muestras (las muestras M1 y M3 del punto PF8; la muestra M3 del punto PF9; y la muestra M2 del punto PF10) registraron concentraciones entre 0,6 y 3,0 mg/kg. Por consiguiente, según las indicaciones de la normativa española, el sedimento se clasifica como Categoría II y la concentración del contaminante es moderada, razón por la cual deberán tenerse en cuenta aspectos como la selección del lugar, la evaluación de impactos y la elaboración de un plan de monitoreo y vigilancia, para poder realizar los vertimientos del material dragado.
- Tan solo una de las muestras (muestra M1 del punto PF9) superó en un 6% el Nivel de Acción 2 (AL2) establecido por la norma española. Por esta razón, se asigna la Categoría III, subcategoría IIIa, al material de dragado del punto PF9, siendo muy exigentes ya que como se mencionó anteriormente nos encontramos muy cerca del umbral de la categoría de acción 2.

Teniendo en cuenta lo anterior, el material de la primera capa a ser dragada, deberá depositarse en la zona central del botadero, para posteriormente ser cubierto con el material proveniente de las siguientes capas de dragado cuyas concentraciones de mercurio están por debajo del nivel de acción 2; y de esta forma evitar una posible alteración del ecosistema circundante a la zona de vertimiento.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 149 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

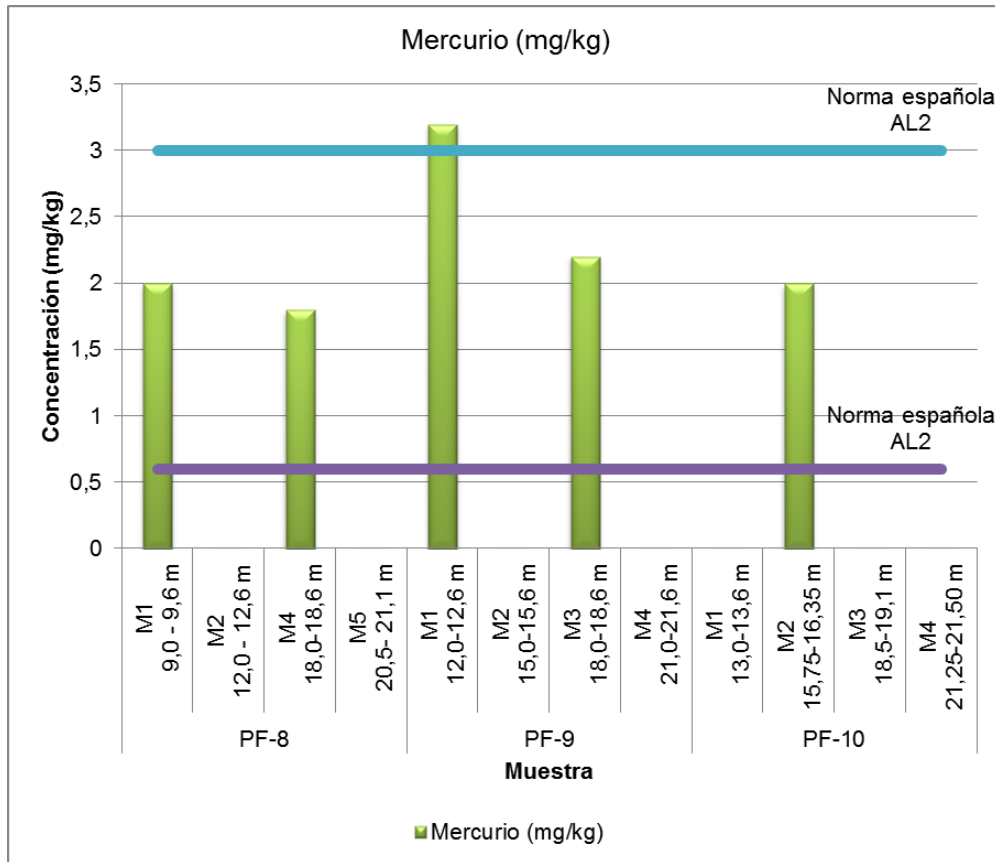



Figura No. 3.61. Comportamiento del Mercurio

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

Es decir, que el material dragado deberá ser vertido en un recinto acuático de tal forma que, no haya una alteración significativa del ecosistema circundante a la zona del vertimiento. Para que esto ocurra, se propone que el material con concentraciones elevadas de mercurio sea vertido en la parte central de la zona designada como botadero y posteriormente sea cubierto con material de dragado que no tenga concentraciones elevadas de contaminantes.

De esta manera se busca que el material que se encuentra con mayores concentraciones de sedimento contaminado sea depositado sobre material con menores concentraciones, disminuyendo el riesgo de esta actividad.

Finalmente, de acuerdo a la modelación de dispersión de sedimentos, para caracterizar el comportamiento de los metales pesados en la columna de agua se

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 150 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

ha inferido que las partículas de estos materiales (sedimento y metal pesado) están ligadas entre sí.

Por esta razón, es de esperarse que los metales pesados posean el mismo comportamiento físico que se describió en la modelación de dispersión de sedimentos en el botadero. Por tal motivo se puede apreciar que los elemento que se encuentran en la columna de sedimento, tengan un halo de dispersión de aproximadamente 300m y una decantación cercana a las 4 horas, en el sitio de disposición del material de dragado.

Adicionalmente, con la metodología que se plantea para llevar a cabo el dragado y la disposición del mismo, se garantiza que los sedimentos contaminados queden debajo de una capa de material limpio. En la Figura No. 3.62 se muestra la dispersión espacial y temporal del proceso de vertido del material de dragado al interior del área del botadero.

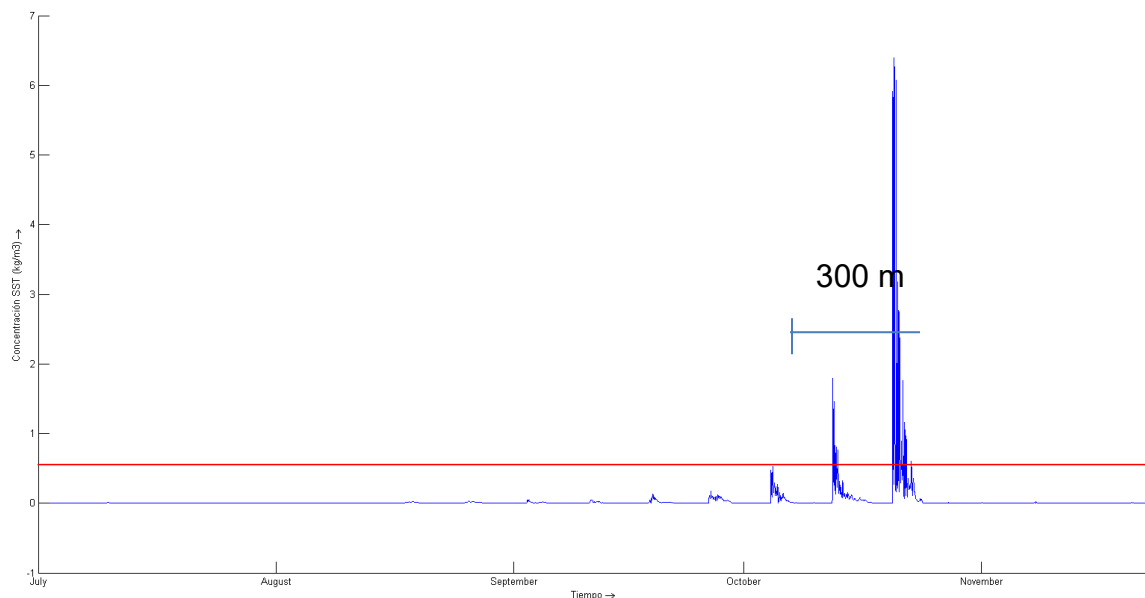


Figura No. 3.62. Serie temporal del material vertido en el botadero.  
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 151 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

### 3.4 Residuos peligrosos y no peligrosos

El proyecto no manejará residuo peligroso alguno. Tal y como se menciona en los capítulos anteriores, el mantenimiento pesado se ejecutará en talleres especializados a las afueras del terminal. Por otra parte, la planta de concreto tendrá un sistema cerrado de circulación mediante lagunas de sedimentación. Sin embargo, es importante distinguir el manejo que se le dará a los residuos en el puerto. Para ello se ha planteado un manejo integral de residuos sólidos peligrosos, no peligrosos y especiales en tierra y muelle. Además, el manejo integral de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos a bordo de la draga y embarcaciones auxiliares.

Para el manejo de residuos sólidos peligroso y no peligrosos en el terminal en tierra y muelle se deben tener en cuenta los siguientes apartes:

- Residuos reciclables: Se pueden entregar a terceros autorizados para su reciclaje. Entre los residuos reciclables se encuentran cartón, papel, plástico, vidrio, aluminio, metales férreos entre otros.
- Residuos Orgánicos: Se pueden aprovechar para generar subproductos en otras actividades, por tanto se podrán estudiar alternativas de aprovechamiento como el compostaje (conforme al Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000), título F), u otra opción que se consideré viable.
- Residuos filtros de aceites: Los filtros hidráulicos y de aceites o recipientes que hayan contenido aceite se deberán drenar por lo menos 12 horas, antes de ser dispuestos en canecas para evitar la acumulación de aceites en las mismas. El lugar donde se escurren los filtros de aceite debe ser impermeabilizados y debe contar con un sistema de control de derrames.
- Residuos Peligrosos: Todo recipiente o residuo de un material o sustancia clasificada como peligrosa, se debe manejar como material peligroso. Así mismo, los recipientes o demás embalajes deberán estar debidamente rotulados con su número y código correspondiente.
- Residuos especiales: los escombros, concretos y agregados sueltos productos de construcción y demolición deberán ser entregados para su manejo y disposición a terceros autorizados. El suelo y subsuelo de excavación podrá ser empleado para la construcción de jarillones u obras requeridas. Las baterías para vehículos livianos, medianos y pesados se devolverán al proveedor o deberán entregarse a terceros autorizados que cuenten con los permisos ambientales vigentes. Los tarros de aerosoles y los tarros de pintura que no se puedan aprovechar como chatarra por su alto

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 152 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B


contenido de residuos de pintura, se almacenaran en una caneca sellada herméticamente, y se entregaran terceros autorizados. Los equipos obsoletos y chatarra deberán ser almacenados y podrán ser vendidos a terceros para aprovechamiento como materia prima. Estos materiales deberán estar ubicados en un centro de acopio.

- Los centros de acopio deberán estar ubicados en un área donde se evite contaminar las aguas del río León, el canal Nueva Colonia y/o los caños circundantes.
- Los centros de acopio deberán contar con un fácil acceso para los trabajadores de la obra, usuarios en general del Proyecto y cargue de los residuos.

Por otra parte, para el manejo de residuos sólidos peligroso y no peligrosos a bordo de la draga y embarcaciones auxiliares, se deben tener en cuenta los siguientes apartes:

- La draga y las embarcaciones auxiliares deberán separar los residuos sólidos al interior de la embarcación, para posteriormente hacer entrega al operador portuario especializado responsable de cada uno de los tipos de residuos generados. Adicionalmente, dichos operadores deberán hacer entrega al Contratista de los registros documentales y certificados que indiquen el período de entrega, la cantidad, el tipo de residuo y tratamiento, tal como lo establece el anexo V del Convenio Internacional para prevenir la contaminación por buques – CONVENIO MARPOL 73/78.
- La draga y las embarcaciones auxiliares, estarán sujetas a la inspección por parte de funcionarios de la DIMAR, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Interventoría Ambiental, en virtud del cumplimiento del anexo V del Convenio MARPOL 73/78.
- Se permite verter al mar restos de comida previamente desmenuzados o triturados, cuando las motonaves se encuentren a más de 12 millas marinas de la tierra más próxima y estos residuos deben ser descargados a un régimen moderado y no instantáneamente.
- La draga y embarcaciones auxiliares, deberán contactar a un operador portuario especializado para realizar la recolección, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos peligrosos generados dentro de las motonaves.
- El operador portuario deberá tener a su disposición y preparado todo el equipo necesario para la atención de emergencias relacionadas con el servicio incluyendo posibles incendios y derrames de productos.





	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 153 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

### 3.5 Costos del proyecto

Los costos totales directo del proyecto son:

ITEM	VALOR (USD)
<b>a) Instalaciones Portuarias</b>	<b>190.944.464</b>
<b>b) Vías (carreteras) a Nueva Colonia</b>	<b>5.047.994</b>
<b>c) Equipos</b>	<b>43.700.082</b>



Para un total de costos directos del proyecto de **\$ 239.692.540 USD.**

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 154 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

### 3.6 Cronograma del proyecto



El cronograma de construcción para Puerto Bahía Colombia de Urabá es de 40 meses y se encuentra discriminado de la siguiente manera:

CODIGO	ACTIVIDAD	DURACIÓN mes																																													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40					
<b>MUELLE, ZONA DE MANIOBRAS Y PATIO DE CONTENEDORES</b>																																															
1.0	ACTIVIDADES PRELIMINARES																																														
1.1	Movilización y desmovilización																																														
1.2	Rehabilitación vía de acceso al puerto																																														
1.3	Mejoramiento de suelos obras provisionales																																														
1.4	Construcción de campamento provisional obra																																														
1.5	Acondicionamiento patio de almacenamiento de materiales de construcción																																														
1.6	Acometida eléctrica e hidráulicas provisionales obra																																														
1.7	Muelle provisional para recepción de materiales de construcción, incluye tablestaca, rellenos, acondicionamiento de terreno y obras necesarias para su buen funcionamiento (Embarcadero)																																														
2.0	<b>MUELLE (Ver Esquema N°1) Área: 35.095 M<sup>2</sup></b>																																														
2.1	Suministro e instalación de Defensas Tipo MCN 1000 Grado 4																																														
2.3	Suministro e instalación de Bitas																																														
2.4	Rieles para grúa pórtico Tipo A-120																																														
2.5	Cajas y Demás Elementos Embebidos en la Placa																																														
2.6	Toperas y Pines de Aparcamiento																																														
2.7	Pilotes Hincados Metálicos D= 70" E=11 mm (534 Verticales y 32 Inclinados )																																														
2.8	Pilotes Hincados Metálicos D= 60" E=11.9 mm (38 Verticales )																																														
2.9	Concretos Prefabricados 35%																																														
2.10	Concretos en Sitio 65%																																														
2.12	Señalización Canal de Acceso y Dársena																																														
2.13	Balizas de Enfilamiento																																														
3.0	<b>PLATAFORMA DE EMPALME (Ver Esquema N°1) Área: 3.861 M<sup>2</sup></b>																																														
3.1	Pilotes Hincados Metálicos D= 70" E=11 mm (48 Verticales y 6 Inclinados )																																														
3.2	Concretos Prefabricados 35%																																														
3.3	Concretos en Sitio 65%																																														
4.0	<b>PLATAFORMA DE CONTENEDORES (Ver Esquema N°1) Área: 32.905 M<sup>2</sup></b>																																														
4.1	Pilotes Hincados Metálicos D= 70" E=11 mm (897 Verticales y 68 Inclinados )																																														
4.2	Pilotes Hincados Metálicos D= 60" E=11.9 mm (70 Verticales )																																														
4.3	Concretos Prefabricados 35%																																														
4.4	Concretos en Sitio 65%																																														
4.6	Estructuras Metálicas Para Reefers																																														
<b>(PASARELA EN MAR)</b>																																															
5.0	<b>PASARELA EN MAR (VIADUCTO) 3.38 Km (Ver Esquema N°2) Área: 3.380 ML x 11.2=37.856 M<sup>2</sup></b>																																														
5.1	Pilotes Hincados Metálicos D= 50" E=11.9 mm (10 Verticales y 420 Inclinados )																																														
5.2	Concretos Prefabricados 35%																																														
5.3	Concretos en Sitio 65%																																														
5.5	Anden																																														
5.6	Barandas																																														

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 155 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:


CODIGO	ACTIVIDAD	DURACIÓN mes																																																									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40																	
<b>(PASARELA EN TIERRA)</b>																																																											
6.0	PASARELA EN TIERRA (VIADUCTO) 0.60 Km (Ver Esquema N°2) Area: 600 ML x 11.2=6,720 M <sup>2</sup>																																																										
6.1	Pilotes Hincados Metálicos D= 50" E=11.9 mm ( 54 Inclinaados )																																																										
6.2	Concretos Prefabricados 35%																																																										
6.3	Concretos en Sitio 65%																																																										
6.5	Anden																																																										
6.6	Barandas																																																										
6.7	Cantitavel o Similar como Estructura de Apoyo																																																										
<b>PUENTE SOBRE EL RIO LEON</b>																																																											
7.0	LUZ TOTAL 132 Mts... Ancho de Tablero 20.00																																																										
7.1	Pilotes Hincados Metálicos D= 50" E=11.9 mm ( 4 Verticales y 12 Inclinaados )																																																										
7.2	Concretos Prefabricados 35%																																																										
7.3	Concretos en Sitio 65%																																																										
7.5	Estructura Metálica																																																										
7.6	Apoyos y Juntas																																																										
<b>CARRETERA DE ACCESO AL PROYECTO</b>																																																											
8.0	CARRETERA NUEVA COLONIA - PUERTO																																																										
8.1	Rehabilitación del Area mejorada en Numeral 1.2 Para Pavimento																																																										
8.2	Base Asfáltica E=0.10																																																										
8.3	Base Granular E=0.30																																																										
8.4	Mezcla Densa en Caliente Tipo 2 ( E=0.12 Incluye Imprímación)																																																										
8.5	Conformación y Empradización de Taludes																																																										
8.6	Cunetas y Obras de Drenaje																																																										
8.7	Cercos de Delimitación																																																										
<b>INSTALACIONES EN TIERRA FUERA DEL REGIMEN FRANCO</b>																																																											
9.0	ZONA NO-Aduanera																																																										
9.1	Mejoramiento de suelo																																																										
9.2	Edificio de vigilancia y Control ( No. 2 )																																																										
9.3	Edificio de Administración ( No. 3 )																																																										
9.4	Edificio Comedor de Administración ( No. 4 ) - Son : 2 Módulos típicos -																																																										
9.5	Pavimento flexible para parqueaderos de vehículos livianos ( No. 5 )																																																										
9.6	Parqueadero de Entumamiento ( No. 6 ) con mejoramiento de suelo																																																										
9.7	Complejo de Alojamiento de Policía Antinarcótico ( No. 7 )																																																										
9.8	Módulo de Baños ( No. 4 ) - Son : 4 dobles -																																																										
9.9	Andenes en adoquin de concreto																																																										
9.10	Zona Verde																																																										
9.11	Vías en Pavimento flexible para vehículos livianos																																																										
9.12	Vías en Pavimento flexible para vehículos pesados tipo C6 ó T3-S3																																																										
9.13	Cerramiento en malla eslabonada ( Altura : 3.00 mts )																																																										
9.14	Cerramiento en muro de concreto ( Altura : 3.00 mts )																																																										

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO  
 PUERTO URABA - ESIA - CAP 03 - DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO  
 [Medellín], 2015

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	 Página 156 de 162
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Revisión:
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	

CODIGO	ACTIVIDAD	DURACIÓN mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
<b>INSTALACIONES EN TIERRA DENTRO DE LA ZONA FRANCA</b>																																											
10.0	ZONA ADUANERA																																										
10.1	Mejoramiento de Suelo																																										
10.2	Portal de Entrada ( No. 1 )																																										
10.3	Edificio Comedor de Administración ( No. 4 ) - Son 3 Módulos típicos -																																										
10.4	Bodega de Inspección de Exportaciones ( No. 8 )																																										
10.5	Oficina de Policía Antinarcoóticos ( No. 9 )																																										
10.6	Módulo de Baños ( No. 4 ) - Son : 3 dobles -																																										
10.7	Bodega de Inspección de Exportaciones de Alimentos Perecederos ( Nos. 11 y 11A )																																										
10.8	Bodega de Inspección de Importaciones ( No. 12 )																																										
10.9	Bodega de Consolidación y Desconsolidación ( No. 13 )																																										
10.10	Cobertizos de la Maestranza de Mantenimiento de Contenedores ( No. 16 )																																										
10.11	Taller de Mantenimiento ( No. 24 )																																										
10.12	Almacén de Repuestos ( No. 25 )																																										
10.13	Estación de Bomberos ( No. 28 )																																										
10.14	Enfermería ( No. 29 )																																										
10.15	Estación de Combustible ( No. 30 )																																										
10.16	Tanques de Combustible y Oficina de Control ( No. 31 )																																										
10.17	Básculas ( No. 32 )																																										
10.18	Pavimento flexible ( vehiculo de diseño : Reach Stacker )																																										
10.19	Cerramiento en Muro de Concreto ( Altura : 3.00 mts )																																										
10.20	Cerramiento en Muro de Concreto ( h : 3.00 mts ) + Malla eslabonada ( h : 3.00 mts )																																										
<b>INSTALACIONES DE REDES Y SERVICIOS</b>																																											
11.0	REDES DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL																																										
11.1	Agua Potable Instalaciones en Tierra																																										
11.2	Agua Potable Instalaciones en Muelle																																										
11.3	Aguas Residuales Instalaciones en Tierra																																										
11.4	Aguas Residuales Instalaciones en Muelle																																										
11.5	Sistema Contra Incendio																																										
11.6	Residuos Líquidos Oleaginosos																																										
11.7	Aguas Lluvias Instalaciones en Tierra																																										
11.8	Aguas Lluvias Instalaciones en Muelle																																										



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 158 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

### 3.7 Organización del proyecto

Para el adecuado desarrollo de las actividades del proyecto, se requerirá de un equipo de trabajo idóneo, tal como se presenta en el organigrama del proyecto (ver Figura No. 3.63). Este cronograma puede variar de acuerdo a la dinámica del proyecto.

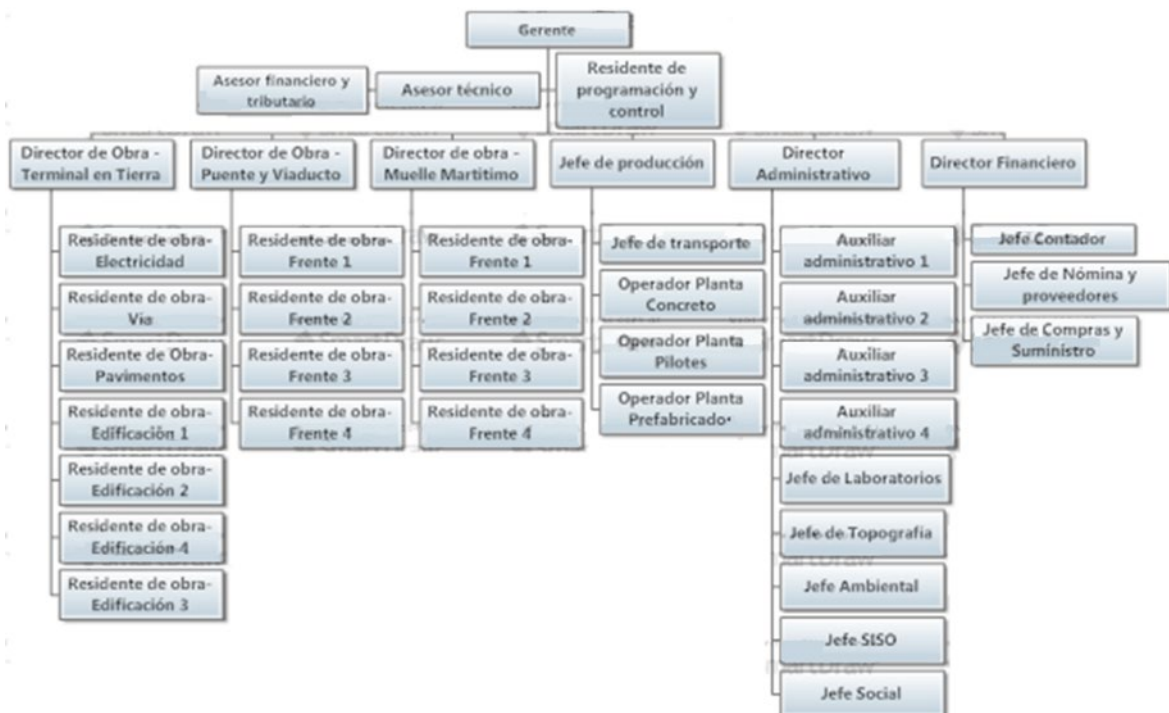


Figura No. 3.63. Propuesta de organización del proyecto.

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados

Algunas de las funciones a desempeñar por cada uno de los integrantes se enumeran a continuación.

- Director de Obra:

El director de obra es el encargado de dirigir el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales del proyecto a ejecutar. Teniendo en cuenta los términos de referencia y las restricciones otorgadas por las diferentes licencias.


Sus funciones son:

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 159 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

- Avalar y demostrar que el proyecto para el cual se solicita la licencia de construcción cumple con todos reglamentos y lineamientos aplicables.
- Comprobar que las áreas del proyecto a su cargo y para las cuales dio su visto bueno sean ejecutadas de acuerdo a los planos y documentos aprobados por las licencias y permisos
- Llevar un control y registro documental del proceso constructivo por medio de una bitácora de obra.
- Supervisa las obras durante todo el proceso y etapas de construcción.
- Al término de la obra entregar al propietario de la misma, todos los documentos técnicos de la obra, como son los planos de obra terminada, si es que hubo alguna modificación al proyecto original, bitácoras de obra y memorias técnicas, y conservara para sus registros un juego de copias de los mismos.
- Asesorar al propietario de la obra para que no caiga en faltas al reglamento por omisión o ignorancia del mismo.
- Tramitar ante la administración municipal, una vez concluida la obra el Dictamen de Terminación de obra, y si el tipo de construcción lo requiere el Visto Bueno de Seguridad y Operación.
- Director administrativo:


Obtener y mantener un grupo humano con las competencias necesarias para que el proyecto cumpla con sus objetivos, diseñando y proponiendo directrices, planes y programas para lograr una efectiva dirección de la gestión Humana. Coordinar la adecuada aplicación de estas directrices. Responder por los procesos de: Vinculación del Personal, Formación Integral, Compensación Salarial, Bienestar laboral y Salud Integral, con el fin de contribuir a lograr el desarrollo integral del personal.

- Dirigir y coordinar la marcha administrativa de la unidad a su cargo, para que cada uno de sus funcionarios laboren con eficacia y eficiencia, cumpliendo a cabalidad con sus funciones y con las normas legales que son de competencia del servidor público.
- Dirigir, coordinar y adelantar el proceso de selección y contratación de personal
- Atender y resolver las solicitudes y problemas de los servidores desde el punto de vista laboral y personal para el mejor desarrollo en sus funciones.

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 160 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

- Conocer y aplicar la normatividad vigente respecto a las leyes, acuerdos, decretos y convenciones que rigen sobre prestaciones sociales, legales, extralegales y salarios que se apliquen a los empleados, trabajadores oficiales y jubilados.
- Procurar por el mejor entendimiento y armonía en las relaciones laborales con los empleados, así como, por su bienestar social y pago de todas las prestaciones parciales y totales.
- Coordinar el adecuado manejo de los tipos de Contratos constituidos a nivel de personal, así como el control de las afiliaciones, retiros, informes de novedades y demás obligaciones patronales contraídas con los distintos organismos externos para el bienestar del trabajador y el jubilado.
- Dar cumplimiento a la normatividad vigente (Leyes, Decretos, Resoluciones, Normas y Jurisprudencias) en materia de contratación estatal, analizando, evaluando y recomendando sobre la favorabilidad técnica, económica y legal de las propuestas presentadas; además de coordinar y vigilar el cumplimiento por parte del Contratista de todas las obligaciones adquiridas antes, durante y después de la celebración de los contratos y que hayan sido asignados por el Jefe Inmediato.
- Coordinar con salud ocupacional todo lo relacionado con dotación de uniformes e implementos para el personal que lo requiera, teniendo en cuenta las medidas de seguridad industrial necesarias.
- Informar permanentemente al personal a su cargo acerca de políticas, normas, procedimientos, reglamentos de la administración y de sus dependencias.
- Informar al jefe inmediato sobre las eventualidades que se presenten en el normal desempeño de su cargo.
- Elaborar anteproyectos de presupuesto de su competencia (nómina, seguridad social, salud ocupacional, capacitación, cuotas partes jubilatorias, pasivo pensional y prestacional, etc.) para toda la planta de cargos de la administración.
- Presentar informes periódicos y los que le sean solicitados por el jefe inmediato, oportunamente. Vigilar el adecuado diligenciamiento y manejo de las Hojas de Vida del personal activo, inactivo y jubilado, y coordinar el manejo con el archivo municipal del personal inactivo y jubilado.
- Director financiero:



	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 161 de 162	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	

- Coordinación de la elaboración de los Estados Contables y Financieros, siendo a este respecto especialmente importante, los ajustes a las Normas Contables Internacionales.
- Supervisión del Control de Gestión: definición de procedimientos, diseño de los procesos presupuestarios.
- Gestión de las variables financieras: gestión de Tesorería, Credit Management, Gestión de Cobros.
- Optimización de la política fiscal del proyecto.
- Supervisión de la relación con terceros: Auditores externos, Administraciones.
- Estudios de informes de viabilidad de inversiones / proyectos, reorientaciones estratégicas.
- Selección, formación y desarrollo de sus equipos.
- Jefe de producción:

Es el máximo responsable del correcto funcionamiento, coordinación y organización del área de producción del proyecto, tanto a nivel de producto, como a nivel de gestión de personal obrero, con el objetivo de cumplir con la producción prevista en tiempo y calidad del trabajo, mediante la eficiente administración del departamento a cargo.

- Gestionar y supervisar al personal a su cargo
- Organizar y planificar la organización de la obra
- Organizar y planificar el aprovechamiento de materia prima y la distribución y transporte del producto
- Coordinar los diferentes frentes del proyecto, finanzas, recursos humanos
- Optimizar los procesos de trabajo dentro la planta de producción o frentes de trabajo
- Gerente:
- La coordinación de recursos del proyecto u organización

	<b>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Página 162 de 162
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

- La ejecución de las funciones gerenciales o administrativas para lograr la coordinación
- Planificar estratégicamente las actividades de la empresa, fija las políticas y los objetivos de la organización para el largo y mediano plazo, el plan estratégico se sustenta en un presupuesto y en los estados financieros proyectados.
- Toma decisiones y dirige el rumbo de la empresa hacia sus objetivos, para lo cual efectúa análisis de la situación y evalúa y sopesa las acciones por adoptar y elige las más conveniente, estas generalmente son en condiciones de incertidumbre.
- Es el vocero y representante de la organización ante los representantes de otras entidades ya sea gubernamentales, autoridades locales o nacionales, prensa y medios de comunicación.