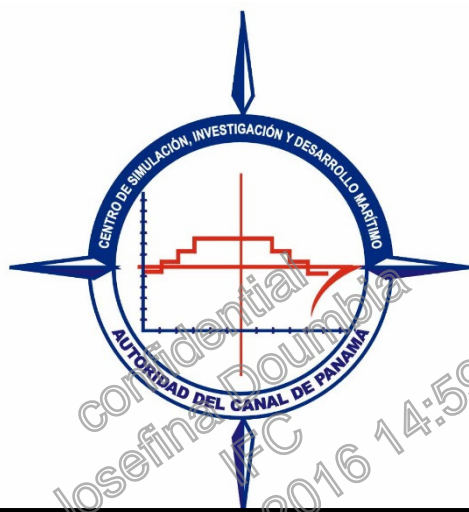





# *CENTRO SIDMAR*

*Simulación, Investigación y Desarrollo Marítimo*



## **Simulación operacional de atraque y desatraque en muelle LNG en Cristóbal**



 <b>Centro de Simulación, Investigación y Desarrollo Marítimo (SIDMAR)</b> Autoridad Del Canal de Panamá	<b>Pág. 2 de 31</b>
	<b>Septiembre/2015</b>
<b>Proyecto LNG</b> Simulación operacional atraque y desatraque en muelle LNG en Cristóbal	Preparado por: Equipo SIDMAR

<b>Proyecto LNG</b> Simulación operacional atraque y desatraque Muelle en Cristóbal	<b>Centro SIDMAR:</b> Tel.: (507) 272-8550 Fax: (507) 272-8222 Correo electrónico: <a href="mailto:SIDMAR@pancanal.com">SIDMAR@pancanal.com</a>
<b>Coordinador:</b> Peter Pusztai	<b>Diseño y Operación Simulador:</b> Marelisa Gelabert

### Características de la Terminal:


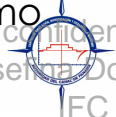
- El atracadero estará ubicado en la Isla de Telfer, específicamente en el área que se encuentra al sur del anclaje "F" del muelle de Cristóbal en la Provincia de Colón.

### Dimensiones de los buques que probablemente utilizaran las terminales:

- Buque Eslora máx.: 315 m, Manga: 50 m, Calado: 12 m

### Propósito de la simulación (entregables):

- Analizar la factibilidad operacional del muelle.
- Analizar número y máximo de fuerza estática de tiro de los remolcadores necesarios para garantizar maniobras seguras de atraque y desatraque.
- Observar los efectos del viento (20, 25 nudos norte, noreste) a las maniobras de atraque y desatraque al muelle.
- Determinar la factibilidad de las maniobras y su interacción con una programación típica de buques del Canal de Panamá en dichas maniobras.
- Proveer sugerencias al proyecto para los atraques.

 Confidential Josefina Doumbia IFC	Centro de Simulación, Investigación y Desarrollo Marítimo (SIDMAR) Autoridad Del Canal de Panamá	 Confidential Josefina Doumbia IFC	<b>Pág. 3 de 31</b>
	Jan 28, 2016 14:59	<b>Proyecto LNG</b> Simulación operacional atraque y desatraque en muelle LNG en Cristóbal	Jan 28, 2016 14:59

### Características del buque y remolcadores utilizados en la simulación:

- GAS06L Eslora máx.: 315 m, Manga: 50 m, Calado: 12 m
- Remolcadores ASD Eslora: 27.4m, Manga: 11.6m, máx. Con fuerza estática de tiro 70 toneladas métricas

### Ejercicios de maniobras de atraque y desatraque en simulador de navegación de 360° :


- Se ejecutaron ejercicios de maniobra con vientos de 0, 20, 25 nudos con dirección Norte
- Se realizaron en escenarios diurnos con asistencia de 2 remolcadores 70 toneladas de tiro cada uno.

### Limitaciones:

- Se utilizaron modelos de buques con las dimensiones similares a las propuestas para aproximarse a las expectativas del proyecto.
- Se ajustaron las profundidades artificialmente para mantener un mínimo de espacio bajo la quilla de un 10% del calado, cuando el modelo lo requería.


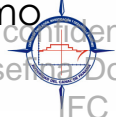
### Observaciones:

- Las maniobras se realizaron únicamente para este puerto incluyendo puertos adyacentes actuales existentes.
- Las maniobras se realizaron con asistencia de dos remolcadores con 70 toneladas de fuerza de tiro estática cada uno.
- Asumimos la existencia del área de dragado sugerido para su proyecto (anexo C-gráfica 1)
- Se entiende que el área está dragada con las capacidades máximas para atender el puerto.

 <b>Centro de Simulación, Investigación y Desarrollo Marítimo (SIDMAR)</b> Autoridad Del Canal de Panamá	<b>Pág. 4 de 31</b>
	<b>Septiembre/2015</b>
<b>Proyecto LNG</b> <b>Simulación operacional atraque y desatraque en muelle LNG en Cristóbal</b>	<b>Preparado por: Equipo SIDMAR</b>

## Recomendaciones:



- Se recomienda colocar boyas (flashing green) para marcar la entrada hacia el muelle.
- Se recomienda colocar boyas de marcación especial (special mark bouys) para delimitar profundidad segura.
- La profundidad mínima bajo la quilla debe ser 1.5 metros.
- Los remolcadores requeridos (70 ton fuerza de tiro cada uno) para atraque y desatraque son mínimo 2 (cada maniobra). Si el práctico necesita un tercer remolcador como medida de seguridad deberá ser proporcionado. Los remolcadores deberán estar disponibles para encontrarse con las naves LNG fuera del rompe olas.
- La dársena de giro debe tener un diámetro mínimo de 1.5 veces el largo del barco de diseño.
- Las naves LNG que entren al canal por el Atlántico o por el Pacífico requerirán un tiempo de separación de 20 minutos entre naves navegando en la misma dirección. Lo mismo aplicará saliendo del muelle hacia el mar .Debe haber un mínimo de 20 minutos entre el tiempo que las naves que entren o salgan del rompeolas
- Los remolcadores asistentes deben estar equipados con sistema contraincendios apropiados para este tipo de carga a su vez la infraestructuras del muelle debe también contar con el personal y equipo apropiado para afrontar siniestros.
- Control de Tráfico deberá coordinar el acceso al rompeolas dependiendo de la disponibilidad al muelle (ya que por el momento para los LNG´s no hay la disponibilidad de fondeo dentro del rompeolas de Cristóbal.)
- La velocidad máxima de aproximación para atraque es de 0.1m/s (0.2 kn).
- Adjunto hemos recomendado área de dragado (anexo C).
- No se permiten atraque ni desatraque cuando la visibilidad sea menos de 2 millas náuticas.
- Deberá estar disponible los pronósticos del tiempo a corto y largo plazo, preferiblemente en un sistema visual para que el práctico pueda determinar la situación climatológica en todo momento.
- Se recomienda tener un tercer remolcador para atracar al muelle con vientos mayores de 25 nudos.

 Centro de Simulación, Investigación y Desarrollo Marítimo (SIDMAR) Autoridad Del Canal de Panamá		<b>Pág. 5 de 31</b>
		<b>Septiembre/2015</b>
Jan 28, 2016 14:59	<b>Proyecto LNG</b>	Jan 28, 2016 14:59
<b>Simulación operacional atraque y desatraque en muelle LNG en Cristóbal</b>		<b>Preparado por: Equipo SIDMAR</b>

### ESQUEMA DE UN MUELLE LNG:

- El espacio entre los amarraderos (o duques de alba) – los extremos exteriores no deben ser menores a la eslora del buque (aproximadamente 300 m).
- Los amarraderos deben estar ubicados a no más de 50 m desde el perímetro del muelle hacia tierra.
- Los amarraderos deben estar ubicados convenientemente y deben ser lo suficientemente fuertes para soportar las condiciones ambientales existentes.
- Fuerza y posición de los bolardos de amarre deben ser apropiados para la operación.
- Debe tener equipo para monitorear los esfuerzos sobre los amarraderos.
- Deben estar diseñados para que el Sistema de Liberación de Emergencia (ERS, Emergency Release System) opere automáticamente.
- Cada amarradero debe estar equipado con un garfio de liberación rápida.
- El espacio entre los amarraderos intermedios debe ser tal, que garanticen poder apoyar apropiadamente la sección paralela del casco del buque.
- Las defensas para los amarraderos y los costados del muelle deben ser los apropiados.

- Este estudio se enfoca únicamente en la viabilidad de las maniobras para atracar el buque y no cubre las necesidades y limitaciones para la operación de un muelle para la descarga de LNG.

 Confidential Josefina Doumbia IFC	Centro de Simulación, Investigación y Desarrollo Marítimo (SIDMAR) Autoridad Del Canal de Panamá	 Confidential Josefina Doumbia IFC	<b>Pág. 6 de 31</b>
	Jan 28, 2016 14:59 <b>Proyecto LNG</b> Simulación operacional atraque y desatraque en muelle LNG en Cristóbal	Jan 28, 2016 14:59 <b>Preparado por: Equipo SIDMAR</b>	<b>Septiembre/2015</b>

## ANEXO A

Ejercicios 1 al 7

## ANEXO B

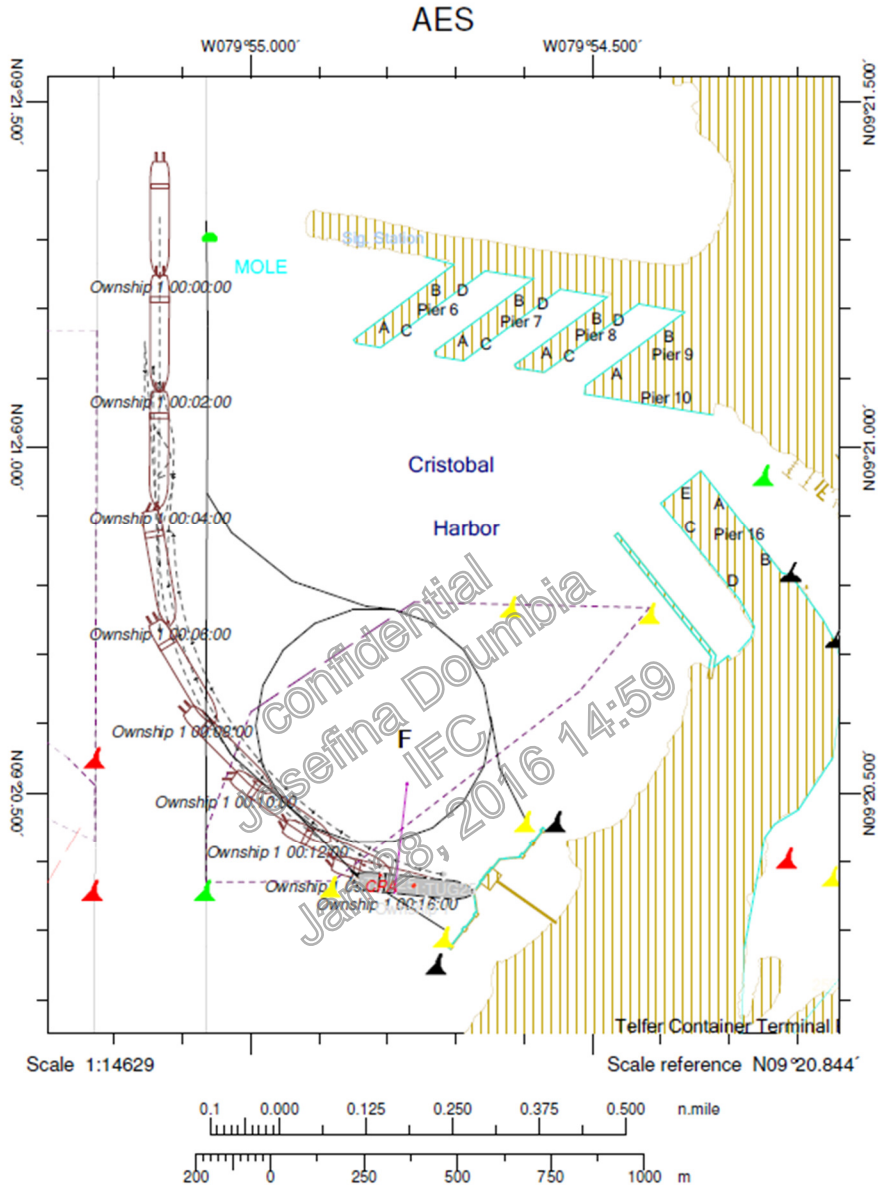
INS  
Grafica 1 al 8

## ANEXO C

VISUALES 1 al 9

# ANEXO A

Norcontrol Polaris, Real date: 29/09/2015 Real time: 14:41:11 Exercise: AES LNG-Instructor Station 1-150828-1418



Comments: GAS06B 315 x 50 x 9.4 mts, sin viento

Line sample period (s)	30
Course marker every	N/A
Heading marker period (s)	60
Shape outline every	02:00

Exc date: 29/07/2015

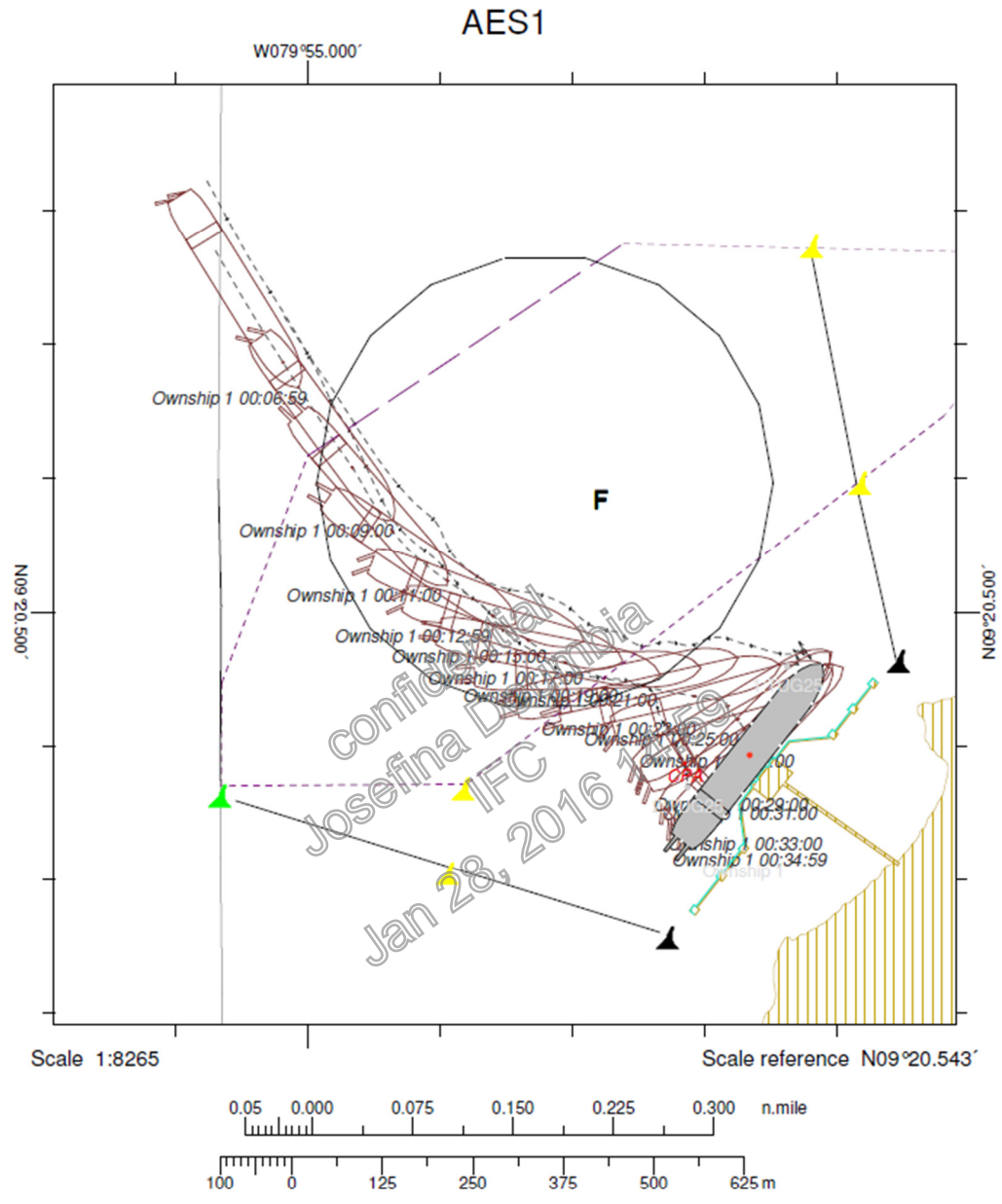
Exc time (elapsed): 08:17:26 (00:17:26)

Page 1

IFC  
Norcontrol Polaris, Real date: 28/09/2015  
Jan 28, 2016 14:59

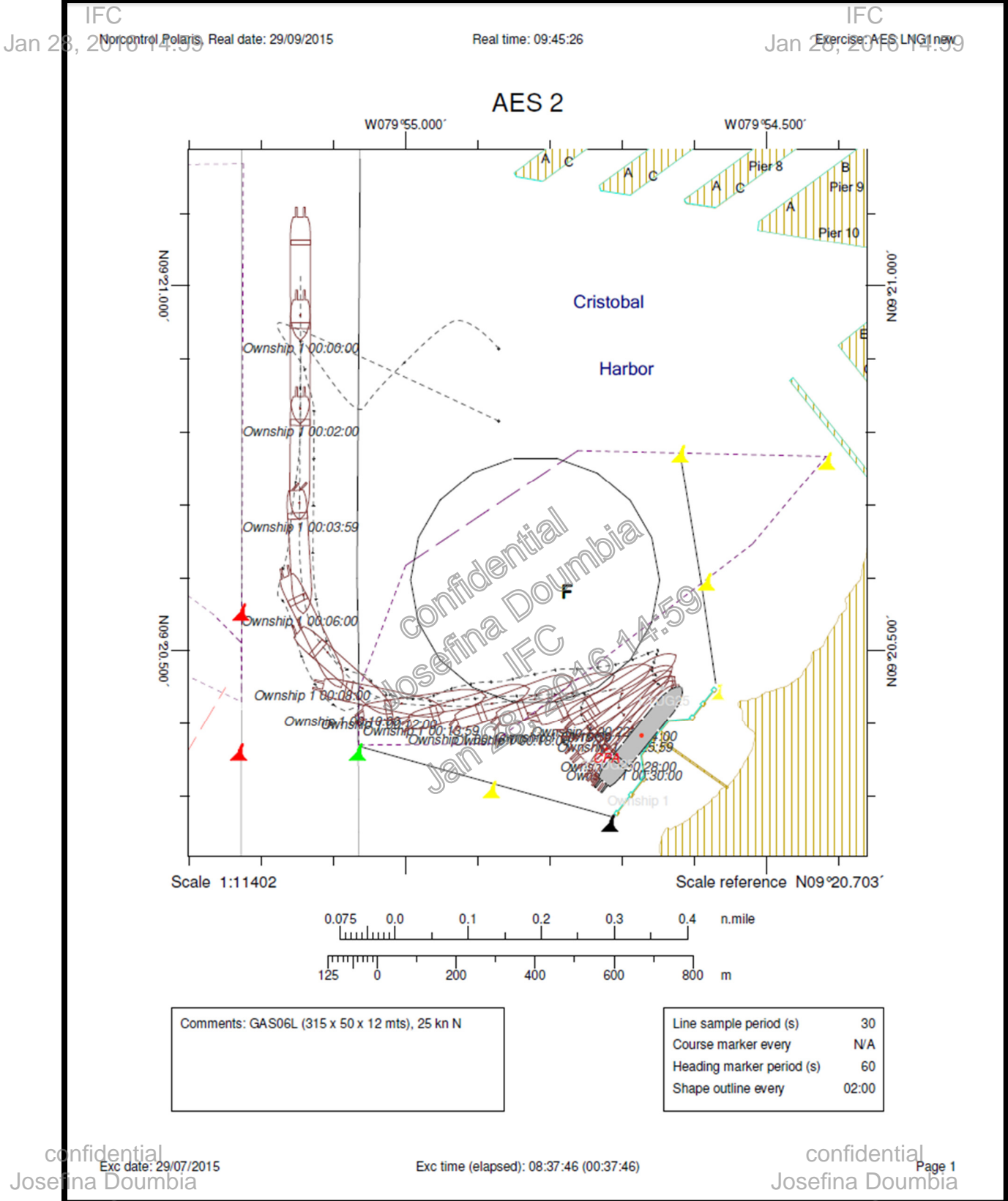
Real time: 02:12:48

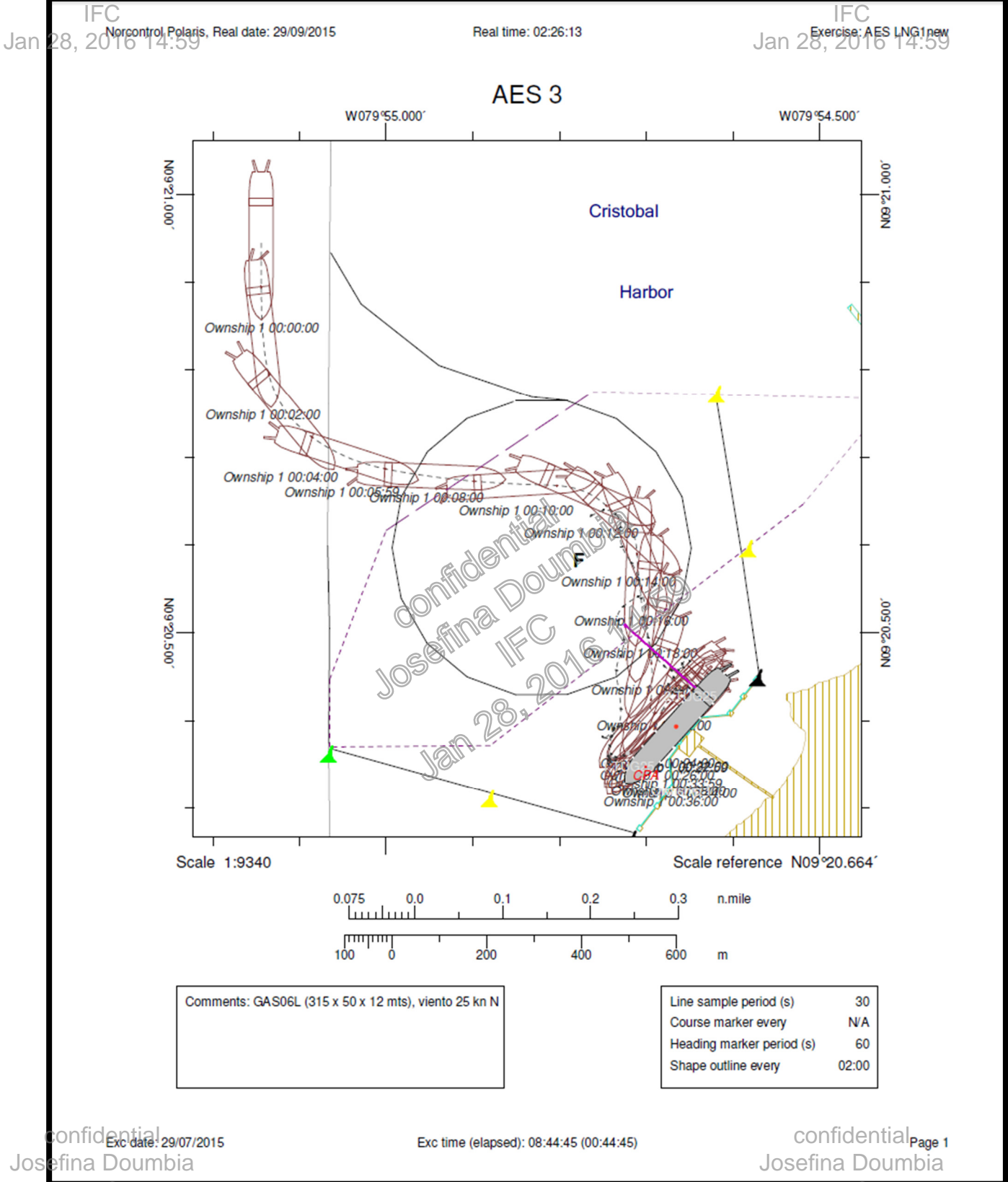
IFC  
Exercise: AES LNG1new  
Jan 28, 2016 14:59



Comments: GAS06L 315 x 50 x 12 mts viento 20kn n

Line sample period (s)	30
Course marker every	N/A
Heading marker period (s)	60
Shape outline every	02:00

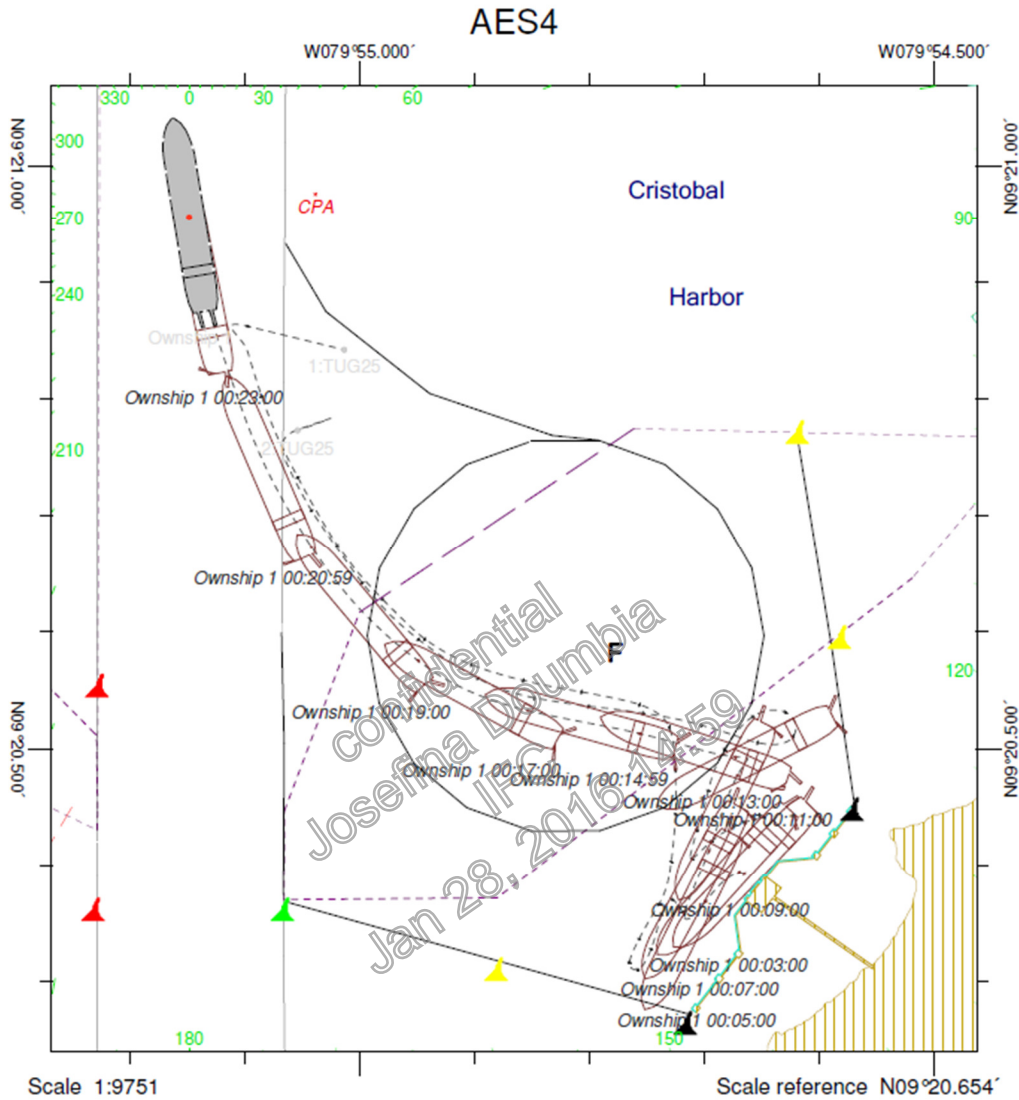




Norcontrol Polaris, Real date: 29/09/2015

Real time: 03:31:53

Exercise: AES LNG1new



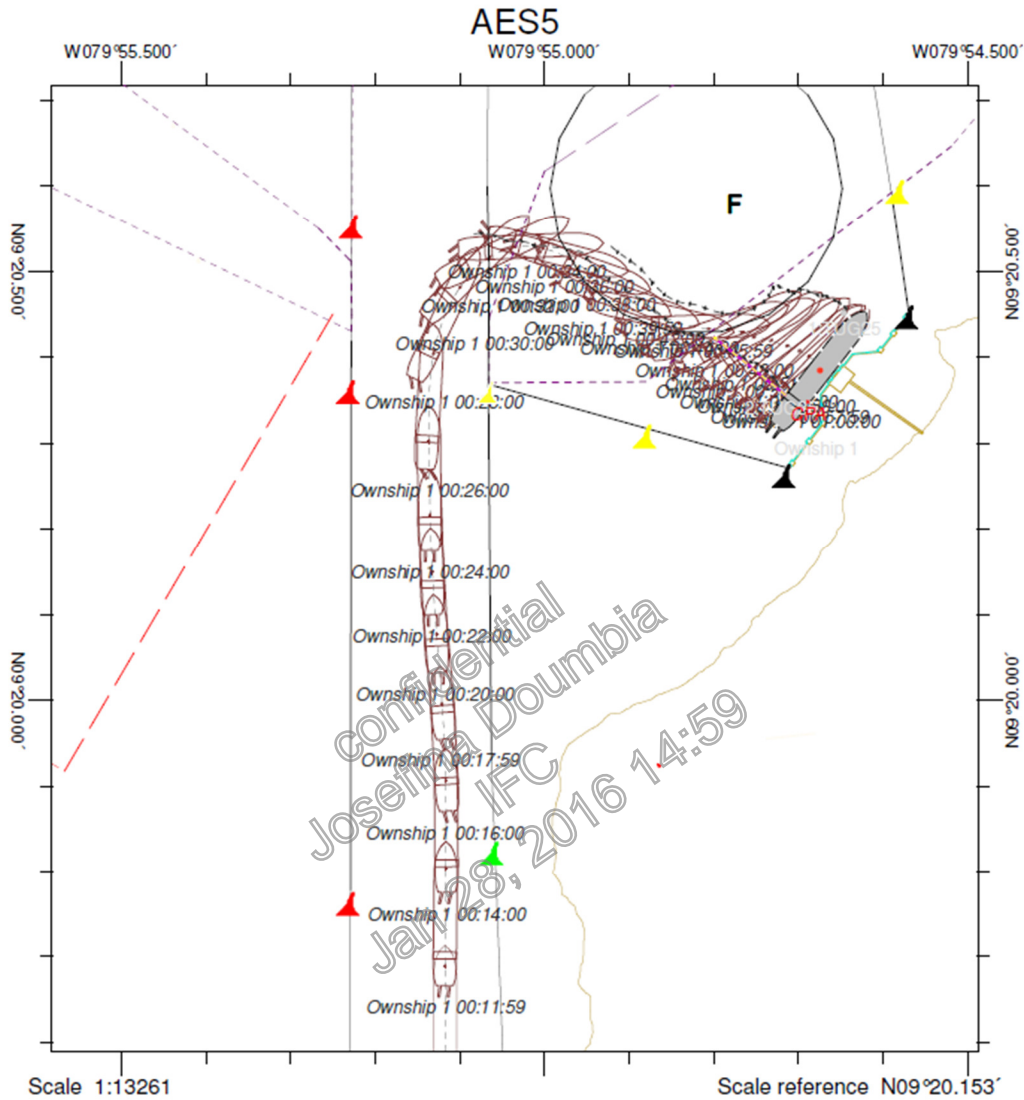
Comments: GAS06L (315 x 50 x 12 mts), viento 25 kn N

Line sample period (s)	30
Course marker every	N/A
Heading marker period (s)	60
Shape outline every	02:00

Norcontrol Polaris. Real date: 30/09/2015

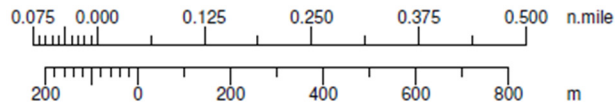
Real time: 08:37:57

Exercise: AES LNG1new



Scale 1:13261

Scale reference N09°20.153'

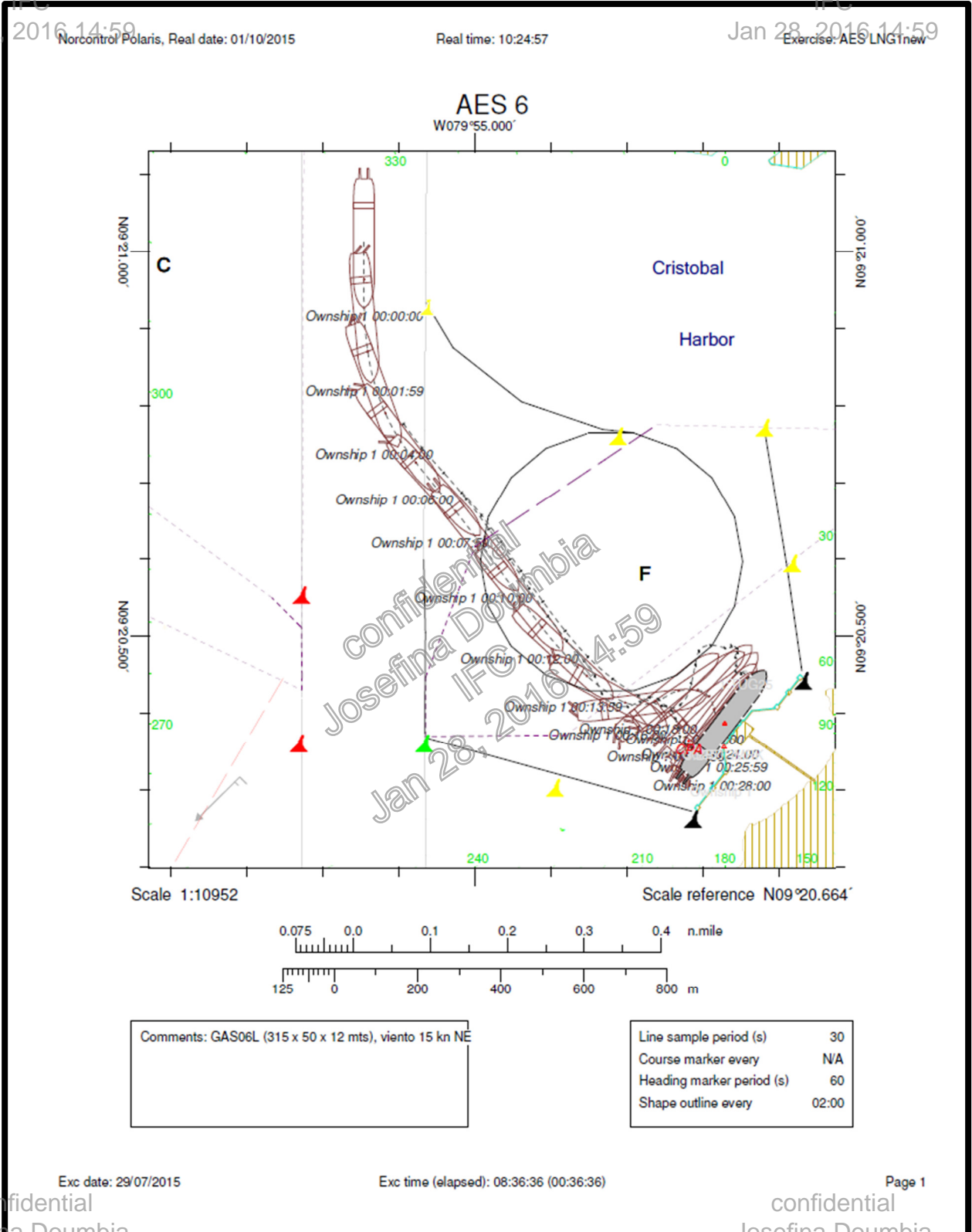


Comments: GAS06L 315 x 50 x 12 mts, viento 20kn N

Line sample period (s)	30
Course marker every	N/A
Heading marker period (s)	60
Shape outline every	02:00

Exc date: 29/07/2015

Exc time (elapsed): 09:05:26 (01:05:26)

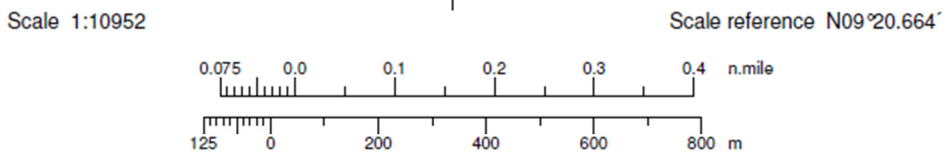
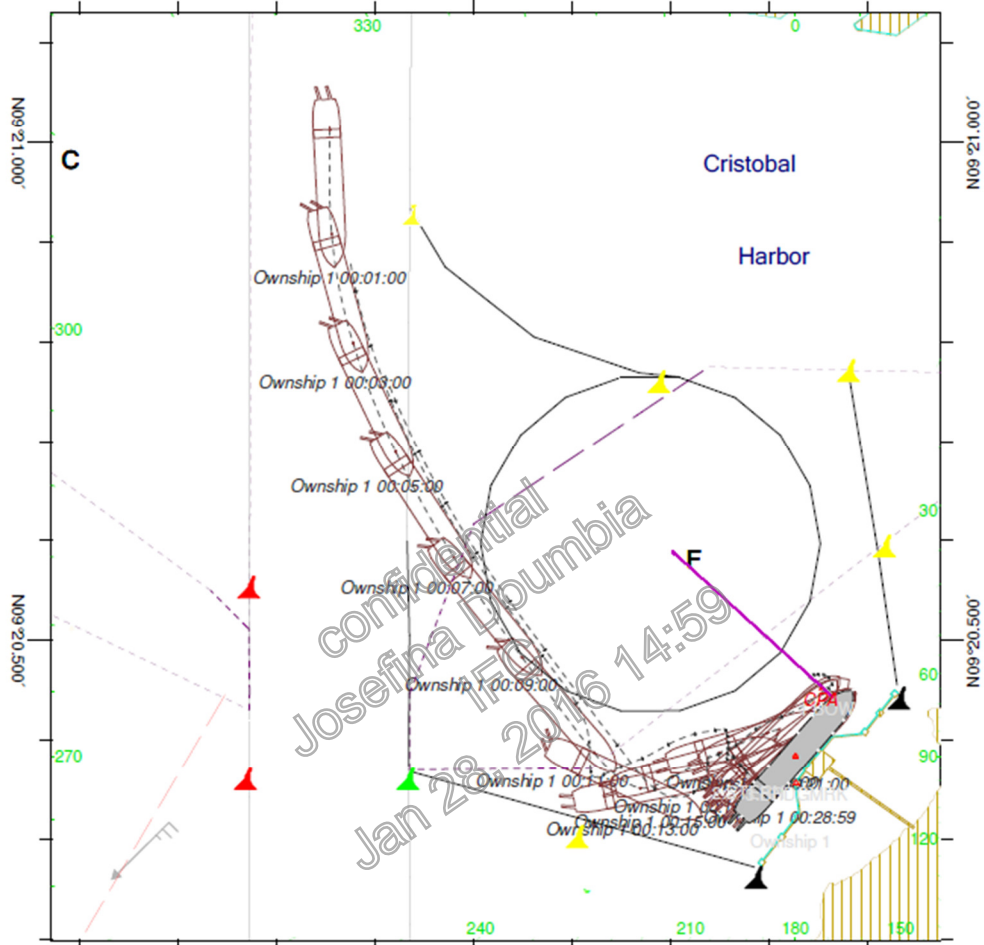


Norcontrol Polaris, Real date: 01/10/2015

Real time: 11:08:26

### AES 7

W079°55.000'



Comments: GAS06L (315 x 50 x 12 mts), viento 25 kn NE

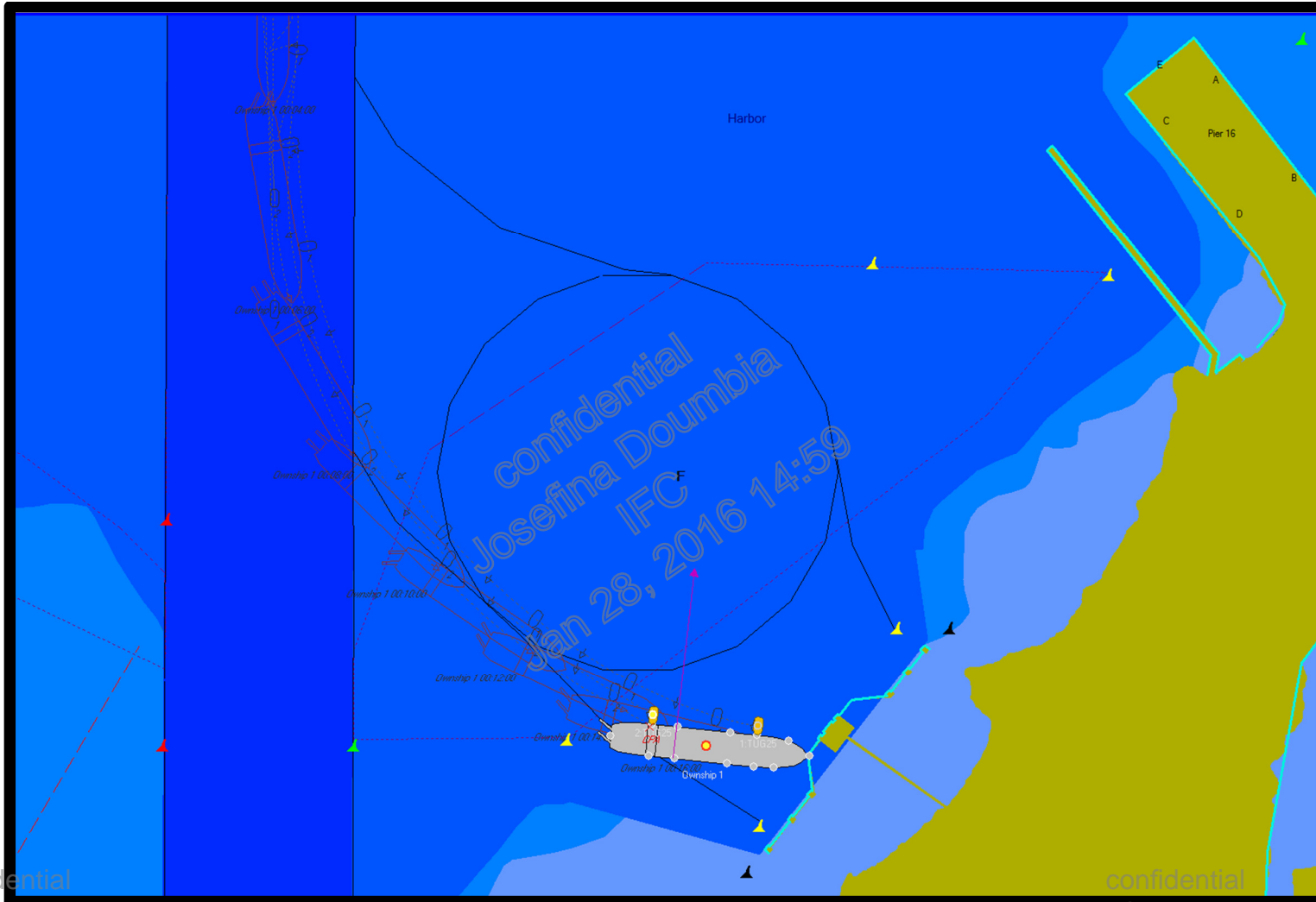
Line sample period (s)	30
Course marker every	N/A
Heading marker period (s)	60
Shape outline every	02:00

Exc date: 29/07/2015

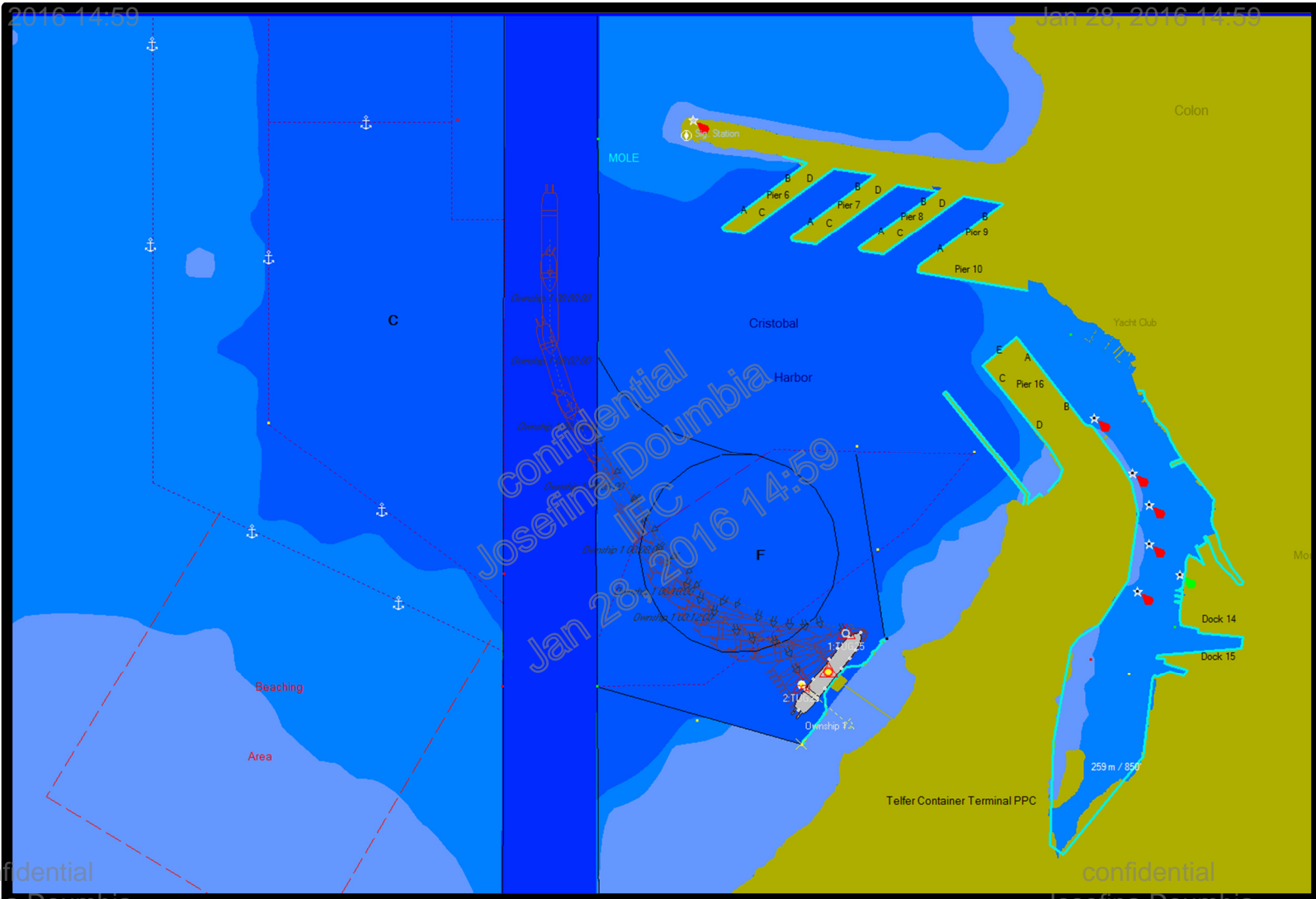
Exc time (elapsed): 08:33:21 (00:33:21)

Page 1

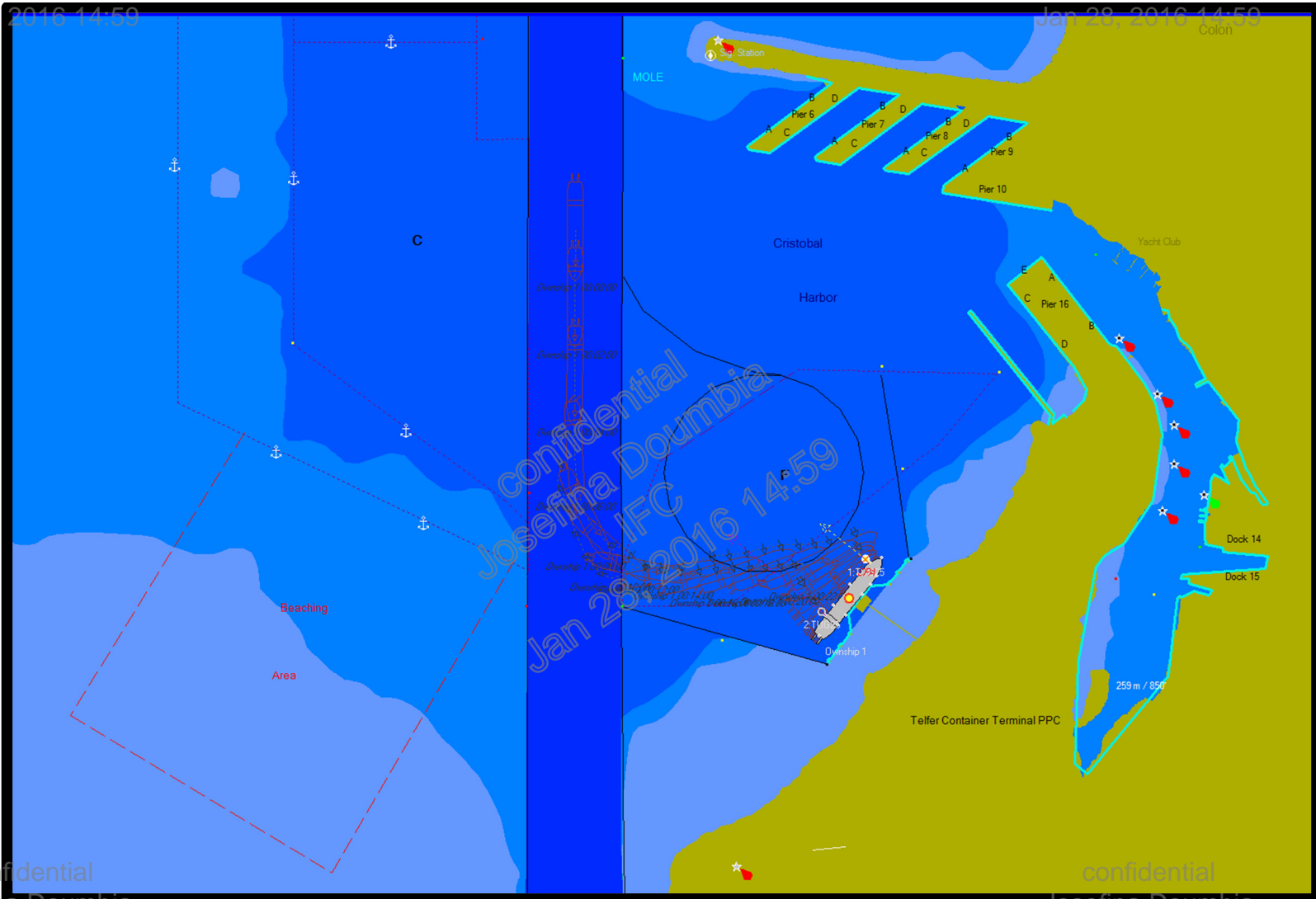
ANEXO B  
GRAFICA 1 –DRAGADO ORIGINAL



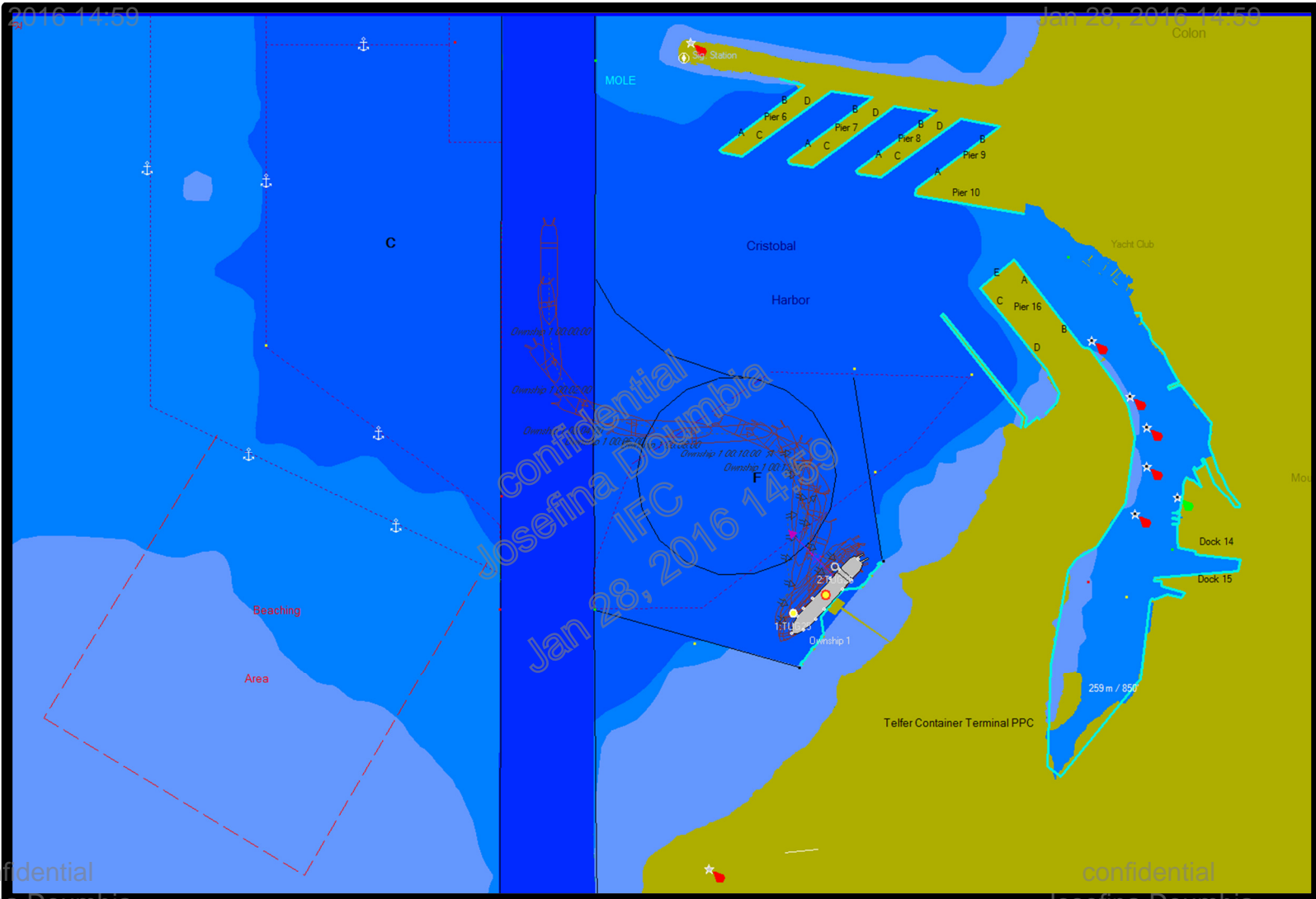
GRAFICA 2



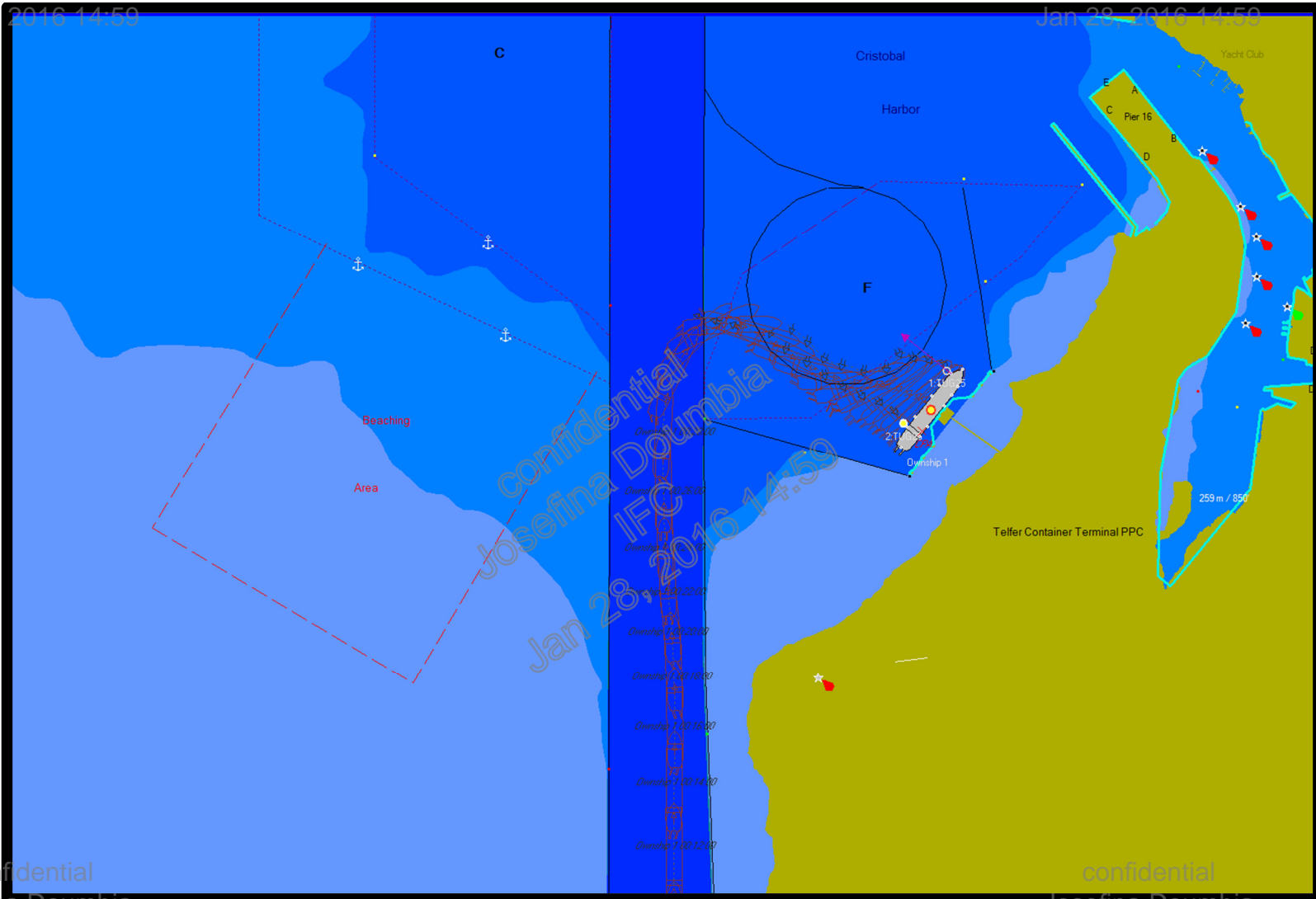
GRAFICA 3



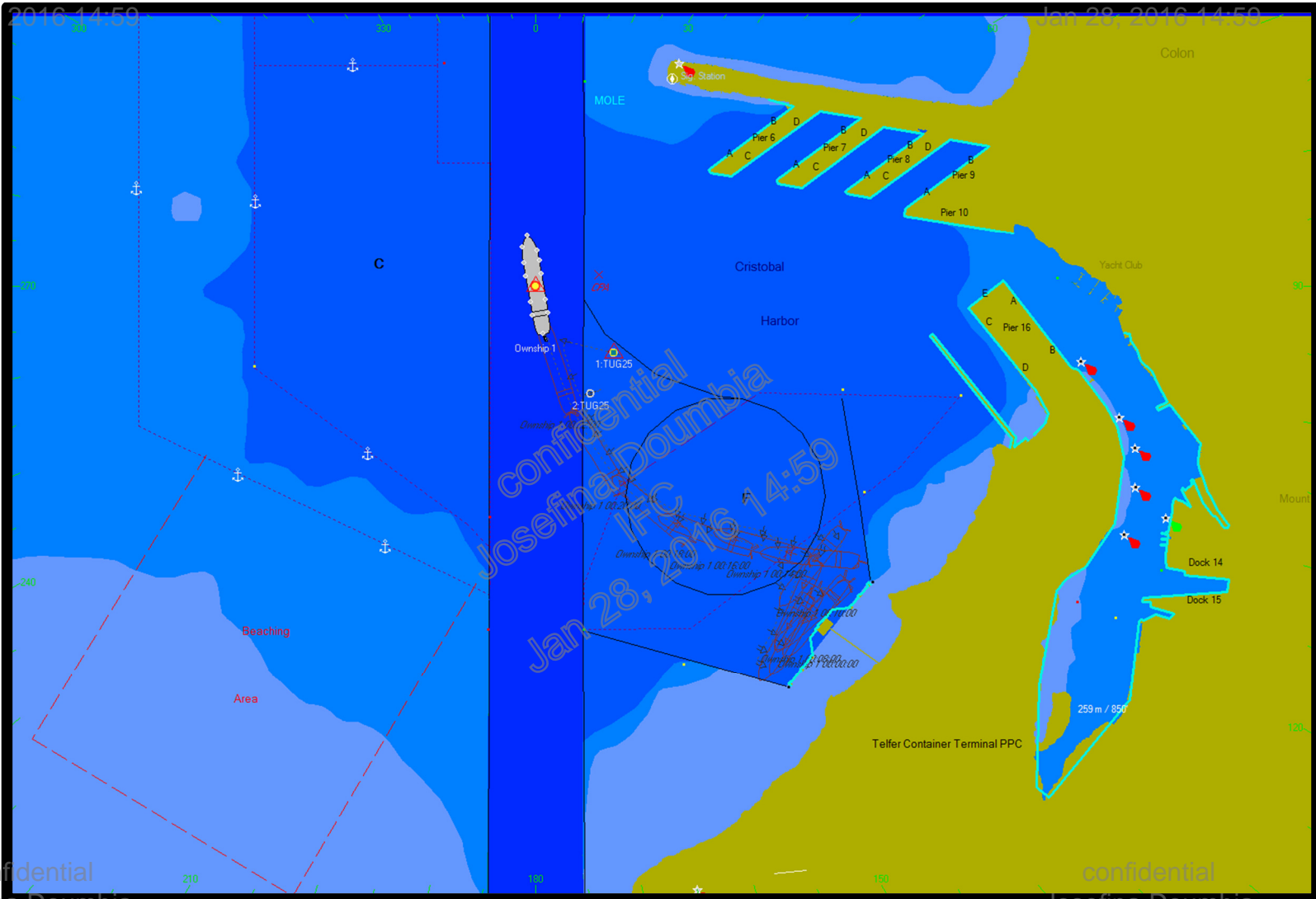
GRAFICA 4



GRAFICA 5

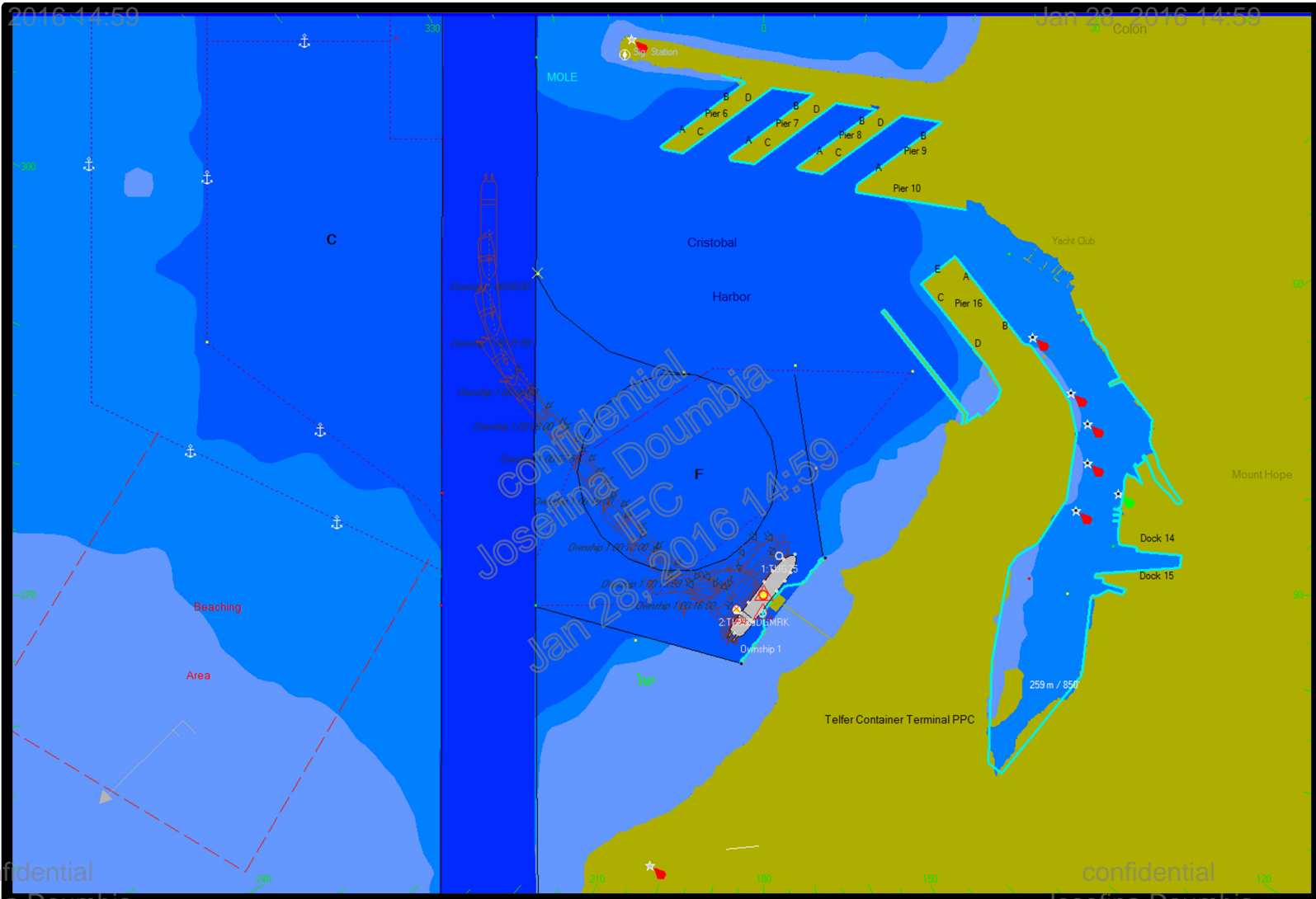


GRAFICA 6





GRAFICA 8



ANEXO C  
Visual 1



confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59

Visual 2

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59



confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59

Visual 3

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59



confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59

Visual 4

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59



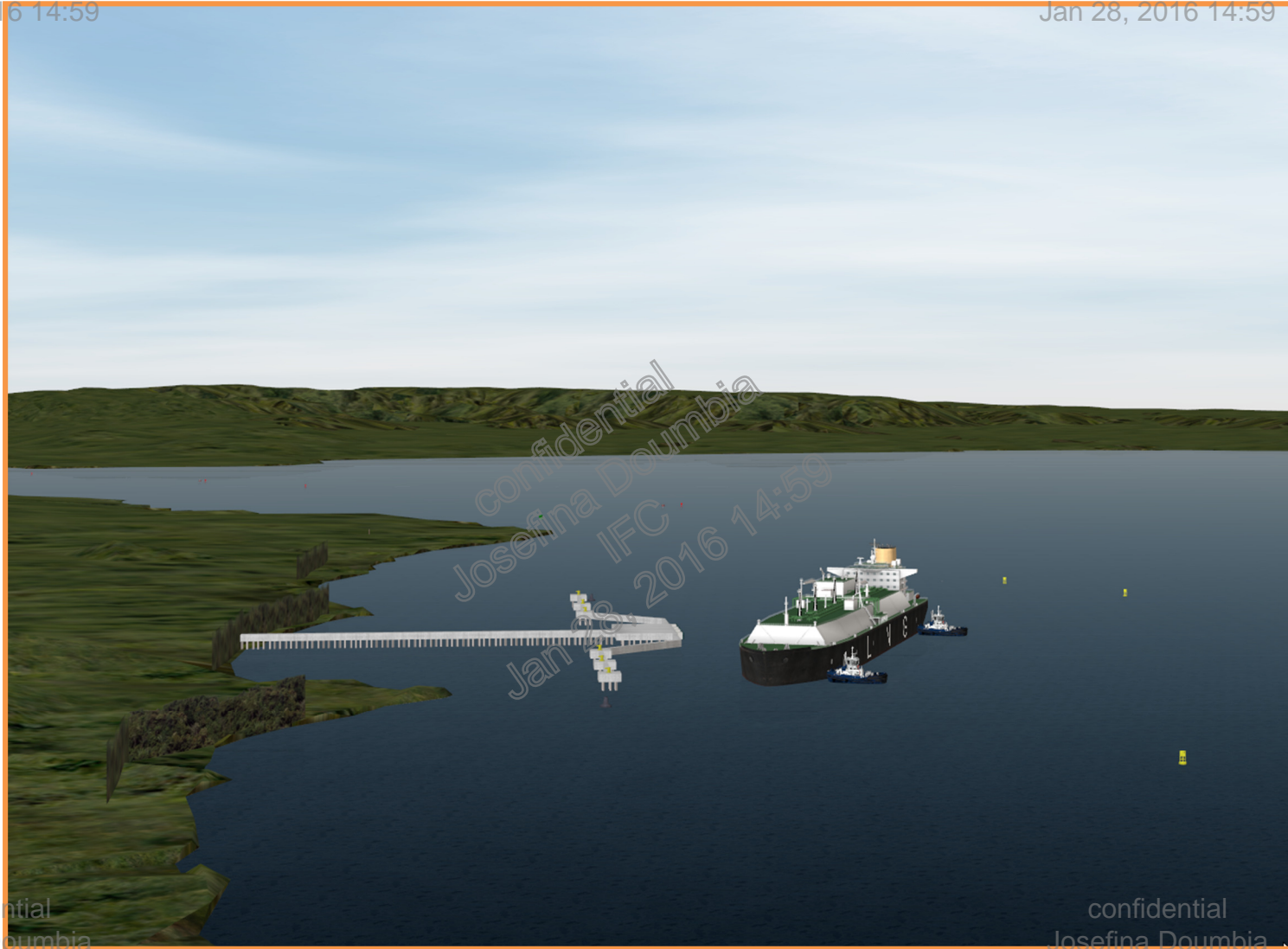
confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59

Visual 5

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59



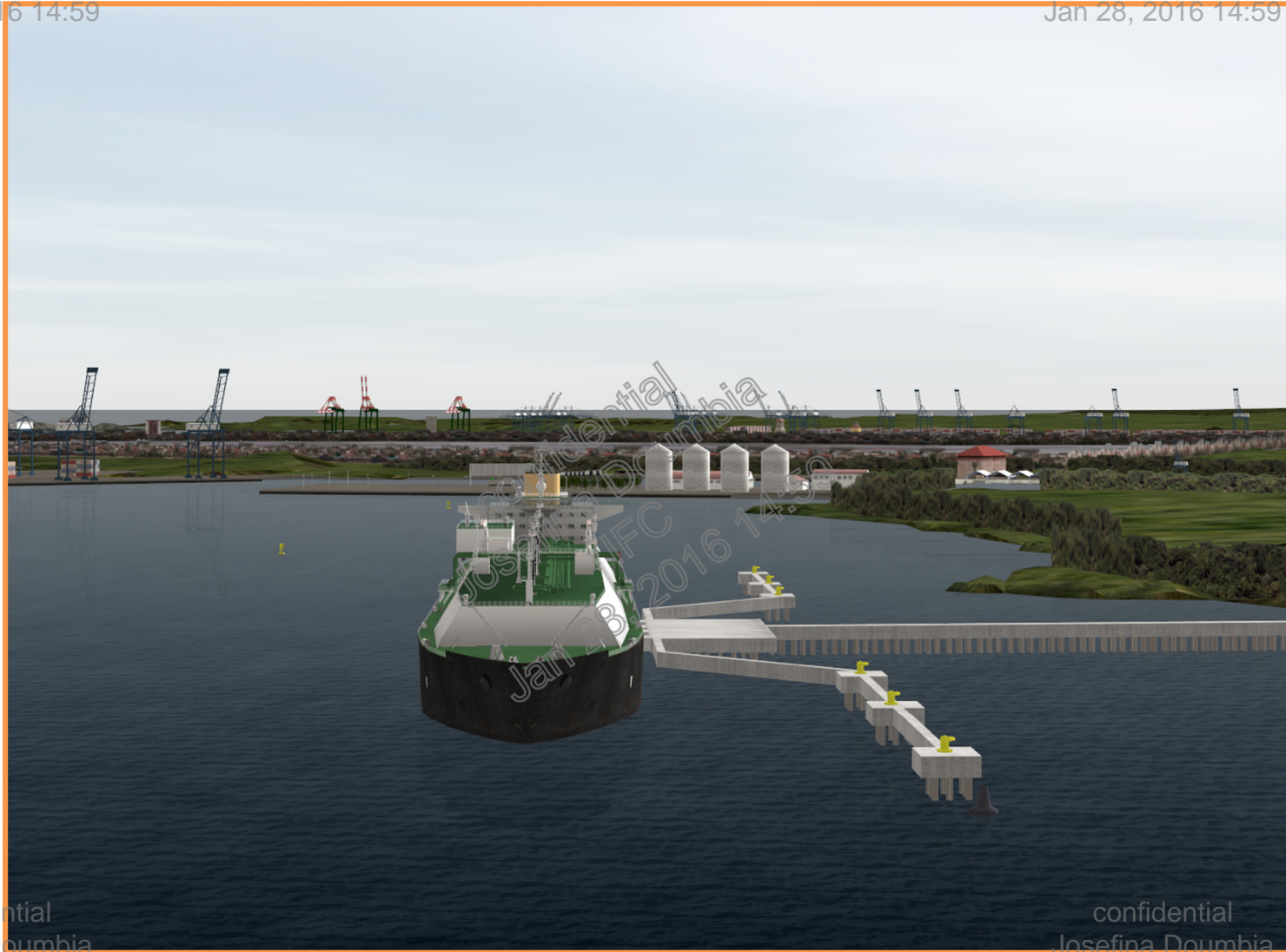
confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59

Visual 6

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59



confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59

Visual 7



confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59

Visual 8

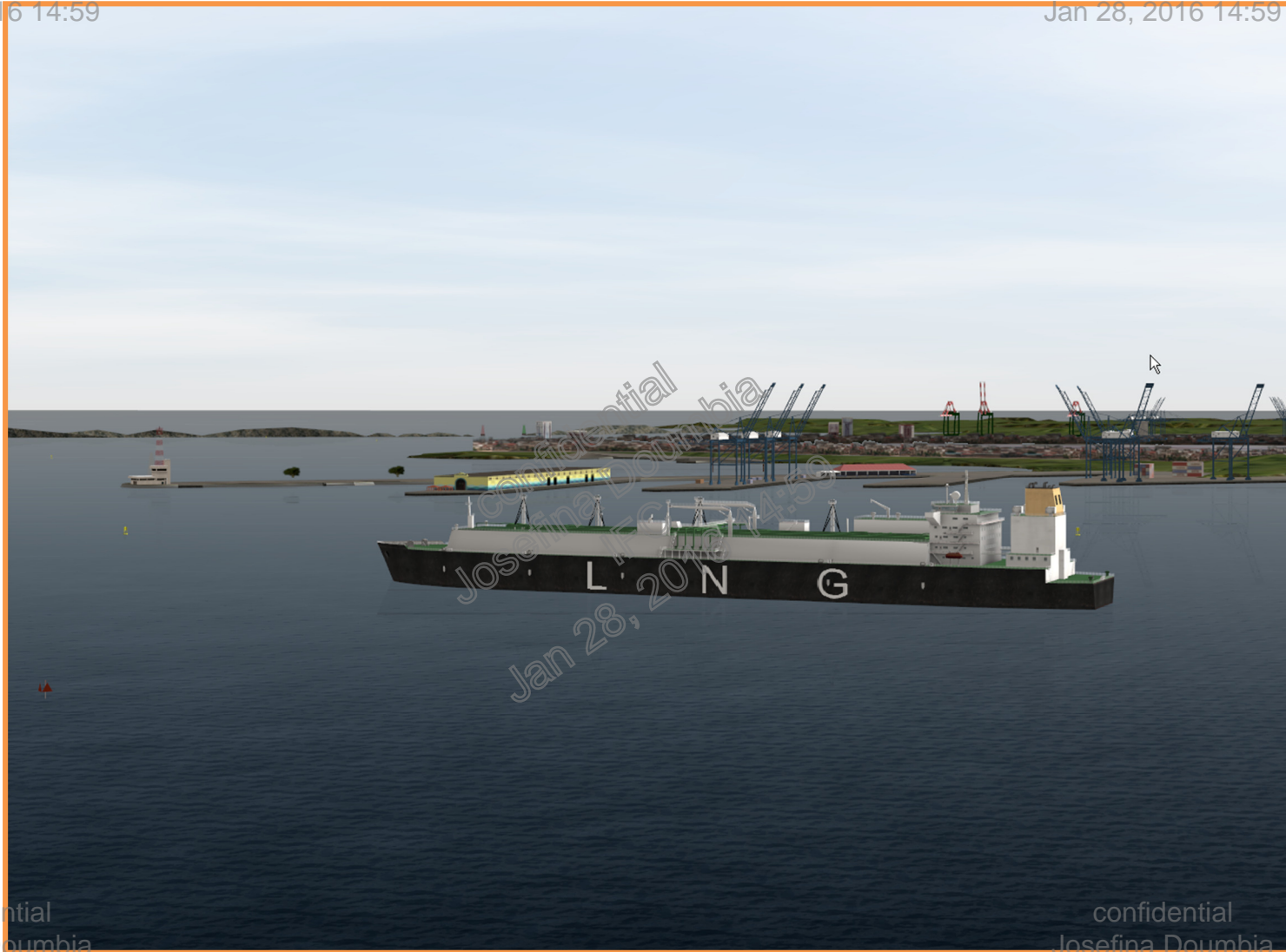
confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59



confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 28, 2016 14:59

Visual 9





**SOLICITUD DE PERMISO DE COMPATIBILIDAD CON LA OPERACIÓN DEL  
CANAL DE PANAMA PARA EL PROYECTO "COSTA NORTE"**

**27 DE OCTUBRE DE 2015**

## Tabla de Contenido

1. NOMBRE COMPLETO E INFORMACIÓN GENERAL DEL PROMOTOR DEL PROYECTO .....	4
2. IDENTIFICACIÓN Y DIRECCIÓN PARA PROPÓSITOS DE INVESTIGACIÓN .....	4
3. OBJETO DEL PROYECTO:.....	4
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: .....	6
4.1. Localización y Zonas de Afectación del Proyecto:.....	6
4.2. Caracterización de las Principales Estructuras del Proyecto: .....	12
4.2.1. Planta Termoeléctrica de Generación a Gas:.....	12
4.2.2. Terminal de Regasificación de Gas Natural:.....	25
4.2.3. Línea de Transmisión: .....	38
4.3. Principales Actividades en el proceso de Construcción:.....	43
4.3.1. Preparación del Terreno .....	43
4.3.2. Excavaciones y Relleno de la Superficie del Terreno .....	44
4.3.3. Instalación de Campamentos y Obras Temporales .....	45
4.3.4 Localización y replanteo.....	47
4.3.5 Movilización de Materiales, Equipos y Maquinaria hasta el Sitio de la Obra .....	47
4.3.6 Fundaciones para Obras Civiles, Equipos y Estructuras de Soporte .....	49
4.3.7 Actividades de dragado del canal de navegación y dársena de maniobras.....	50
4.3.8 Construcción del Muelle de la Terminal de LNG.....	51
4.3.9 Construcción de Obras Civiles de la Terminal y Central Termoeléctrica .....	52
4.3.10 Transporte de Equipos .....	53
4.3.11 Montaje Electromecánico .....	54
4.3.12 Pruebas y Puesta en Servicio .....	55

4.4. Identificación y valoración de Impactos del Proyecto .....	57
4.4.1. Impactos al Medio Físico:.....	60
4.4.2. Impactos sobre el ambiente biológico:.....	75
4.2.4. Impactos al Medio Socioeconómico .....	79
4.2.5. Impactos al Paisaje.....	81
4.2.6. Impactos al Medio Histórico Cultural .....	81
5. Plan de Manejo Ambiental.....	81
5.1. Plan de Contingencia.....	82
5.1.1. Objetivo.....	83
5.1.2. Prioridades de Actuación .....	84
5.1.3. Definición de Responsabilidades .....	84
5.1.5. Sistemas de Comunicación .....	86
5.1.6. Planes de Acción para Emergencias.....	87
5.2. Plan de Prevención de Riesgos .....	95
5.2.1. Riesgos Identificados.....	95
6. Experiencias y Referentes: AES ANDRES.....	112

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

## 1. NOMBRE COMPLETO E INFORMACIÓN GENERAL DEL PROMOTOR DEL PROYECTO

Nombre del Promotor: GAS NATURAL ATLÁNTICO S. De R.L.

Certificado de Registro Público # 155588964 fechado 08 de abril de 2015 (Anexo I)

Representante Legal de la Compañía: Miguel Bolinaga

## 2. IDENTIFICACIÓN Y DIRECCIÓN PARA PROPÓSITOS DE INVESTIGACIÓN

**Nombre del solicitante:** José Gregorio De Sousa Costa, mayor de edad, portugués,, ingeniero

Teléfono: 206-26-00, Cel. +507-69302349.

Correo Electrónico: [jose.desousa@aes.com](mailto:jose.desousa@aes.com)

Enviar correspondencia a:

Ing. Miguel Bolinaga

Gas Natural Atlántico S. de R.L.

Av. La Rotonda. Business Park V. Piso 11.

Costa del Este, Panamá. Panamá.

Teléfono:(+507)206-2600

Fax: (+507)69302349

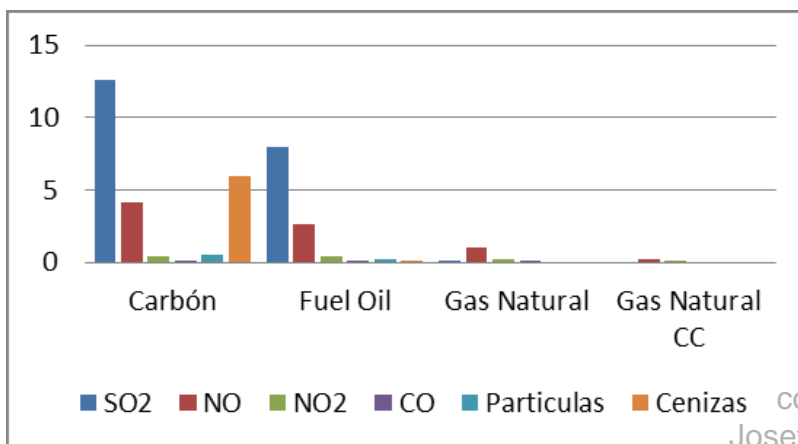
## 3. OBJETO DEL PROYECTO:

El Proyecto procura abastecer al Sistema Eléctrico Nacional con una capacidad neta de 380 MW la cual será generada a través de un complejo termoeléctrico basado en Gas Natural, el cual a su vez recibirá el combustible de una Terminal de recepción, almacenamiento y regasificación de Gas Natural instalada en el lugar. De igual manera, el proyecto establece la posibilidad de expansión del parque termoeléctrico a través de la instalación de una Central de Ciclo Combinado adicional con capacidad neta de 380 MW. La fecha de entrada de producción de la primera fase del proyecto entrará en producción en el mes de

Abril de 2018 mientras que la segunda fase entrará en producción en el año 2020. De esta forma, el proyecto contribuirá a lograr los siguientes objetivos:

- 1) Incrementar la oferta de capacidad de energía eléctrica en Panamá para hacer frente al vertiginoso crecimiento de la demanda eléctrica (alrededor del 7% promedio interanual en los últimos años, con proyección a situarse según pronósticos del CND alrededor del 6% en los próximos 5 años)
- 2) Incrementar la oferta de capacidad firme de energía al Sistema Interconectado Nacional (actualmente más del 60% de la energía depende de fuentes hídricas) mitigando de esta forma el riesgo a condiciones ambientales (sequía, baja radiación o poco viento) o a la volatilidad de los precios del combustible mediante la incorporación de una fuente energética más limpia y estable.
- 3) Contribuir a diversificar la matriz energética del parque de generación del país, con centrales termoeléctricas con combustibles limpios, a base de gas natural.
- 4) Introducir al país las posibilidades en infraestructura que permitan considerar al Gas Natural como alternativa energética a los combustibles fósiles, permitiendo una reducción considerable en la emisión de gases de efecto invernadero y demás emisiones al medio ambiente.

El uso del LNG como combustible garantiza cero emisiones de óxidos de azufre y material particulado, así como la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> en un 60% y en más del 80% de NO<sub>x</sub>, en comparación con otros combustibles fósiles (ver Figura 1). Esta relación abre la puerta hacia una reducción importante en el nivel de emisiones nacionales derivadas de la actividad de generación eléctrica (contribuyendo así al logro de los objetivos planteados en convenciones internacionales), no sólo por el aporte de este proyecto sino por la posibilidad de migrar otras plantas de combustibles menos amigables ambientalmente (diesel, bunker, entre otros) a este esquema.



**Figura 1: Nivel de Emisiones Asociado a Cada Tipo de Combustible**

5) Promover la activación económica de la Provincia de Colón a través de la generación directa de posiciones de empleo temporal en el momento de construcción (se prevén alrededor de 2.000 empleos directos y al menos un 30% por ciento adicional como empleos indirectos) y adicionalmente alrededor de 300 posiciones durante la operación. De igual forma, en función de experiencias previas en Panamá y otros países de la región, el nivel de activación del entorno que se produce como resultado de la puesta en marcha de las actividades de construcción y operación, tales como nuevos comercios, ocupación hotelera, entre otros, genera un alto nivel de actividad y ocupación que beneficia el crecimiento económico de la provincia.

6) La incorporación del Gas Natural Licuado (LNG) incidirá directamente sobre la baja en el precio de venta “spot” de la energía en el mercado permitiendo así ofrecer al pueblo panameño un menor costo de la energía y en paralelo, disminuir los subsidios energéticos al Estado que pueden ser reutilizados en forma de inversión social.

7) Desarrollar la infraestructura de Gas que permita a su vez la integración vertical de nuevas industrias asociadas como la distribución a minoristas a través de estaciones de descarga por camiones (*truckloading*) o del ferrocarril, el bunkering de barcos o la conexión y venta de gas natural a otros proyectos que contraten los servicios de la terminal.

## 4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

### 4.1. Localización y Zonas de Afectación del Proyecto:

El proyecto Costa Norte estará ubicado en la provincia de Colón, distrito de Colón, corregimiento de Cristóbal. La Figura 2 muestra la localización general del proyecto dentro de la República de Panamá.

El área en la que se desarrollará el proyecto forma parte del área concesionada por la Autoridad Marítima de Panamá (AMP) a Panama Ports en el año (1997), según el Decreto Ley Nro 51. Dicha concesión mantiene vigencia hasta el año 2023. Panama Ports a su vez ha otorgado al Promotor dicho

terreno en leasing por el tiempo de vida del proyecto según carta de certificación del contrato de arrendamiento anexa a este reporte (Ver Anexo 2).

El terreno limita al norte con tanques y muelle de la empresa Telfer Tanks que dispone de tanques para el almacenaje y suministro de combustibles. Al sur limita con terrenos sin uso que forman parte de la concesión de Panama Ports. Al este limita con tanques de la empresa Petroports y la carretera pública administrada por el MOP y al oeste con la entrada del sector Atlántico del Canal de Panamá y con la bahía de Manzanillo.

El polígono en consideración tiene una extensión de 20 Hectáreas, así como un área marina de 10 Has.+3,375.924, los cuales se encuentran limitadas según lo establecido en la figura anexa. El terminal propuesto como parte del proyecto funcionará en el límite de esta concesión.

Por otra parte, las instalaciones temporales del Proyecto, serán emplazadas en el predio que pertenece a Panama Canal Railway Company (PCRC), ubicado al sur del sitio de obras permanentes, según la Figura 3. En tal sentido se ha seleccionado una extensión de 4 Hectáreas libre de vegetación con manglares para procurar minimizar el riesgo de impacto ambiental por tala de estas especies. Esta área de instalaciones temporales servirá para albergar obras asociadas a la construcción de carácter temporal por un máximo de dos años asociados al tiempo de construcción.

<b>COORDENADAS UTM Sistema WGS84</b>		
<b>Área de obras permanentes</b>		
<b>ID</b>	<b>X (Este)</b>	<b>Y (Norte)</b>
1	619895,711	1032086,812
2	620036,387	1032256,209
3	620227,684	1032582,104
4	619922,187	1032758,765
5	619856,979	1032656,506
6	619865,379	1032591,927
7	619828,929	1032534,680
8	619761,790	1032495,073
9	619719,644	1032457,359
10	619609,384	1032324,592

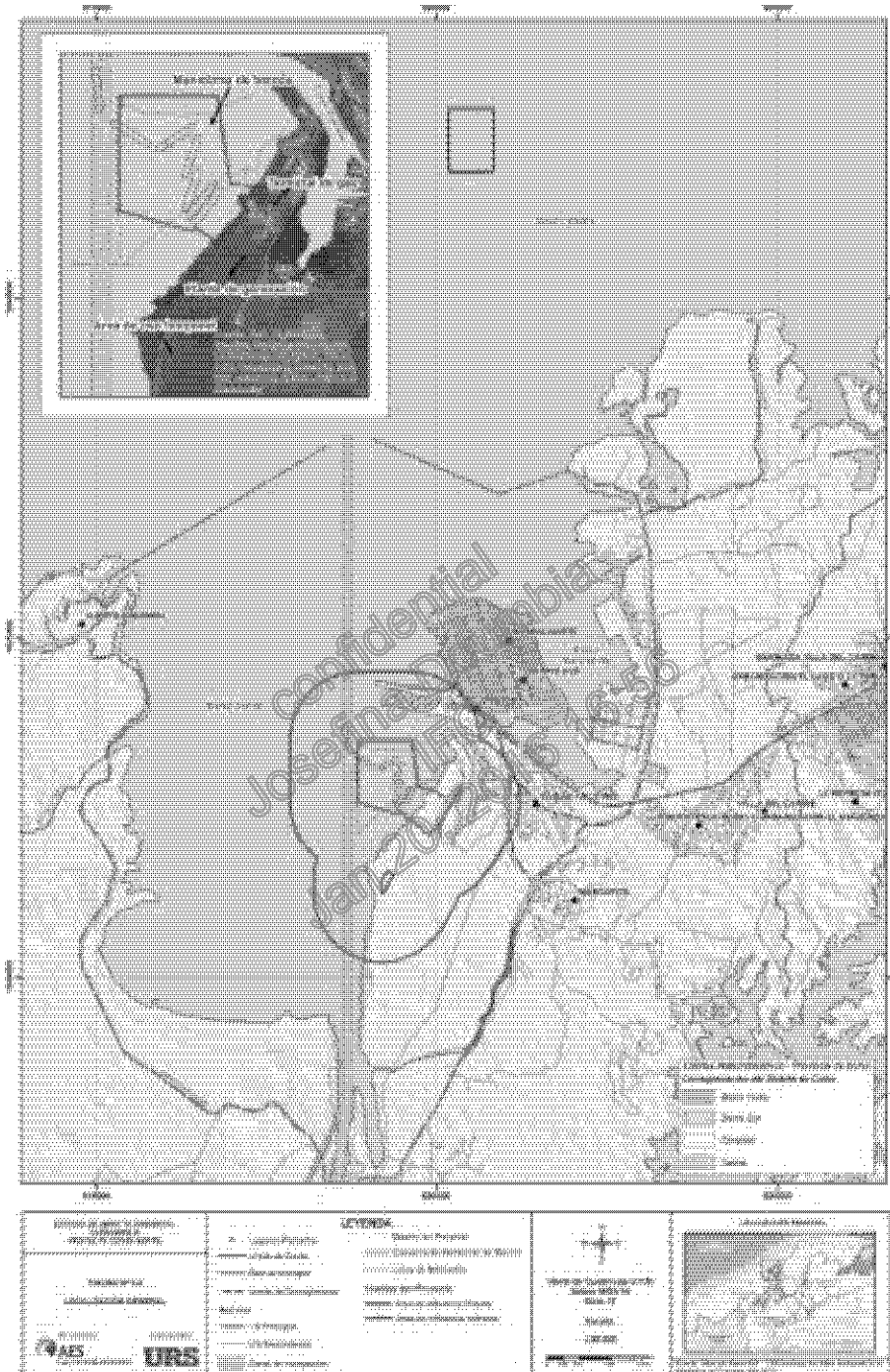
<b>Área de obras temporales</b>		
<b>ID</b>	<b>X (Este)</b>	<b>Y (Norte)</b>
1	619301,397	1031575,352
2	619382,560	1031513,527
3	619312,604	1031410,675
4	619253,471	1031271,546
5	619198,146	1031222,419
6	619193,797	1031437,294
<b>Área de dragado</b>		
<b>ID</b>	<b>X (Este)</b>	<b>Y (Norte)</b>
1	618845,405	1033492,570
2	619638,736	1033491,501
3	619749,234	1032730,427
4	619492,374	1032410,401
5	618844,161	1032569,428
<b>Área de disposición de material dragado</b>		
<b>ID</b>	<b>X (Este)</b>	<b>Y (Norte)</b>
1	620177,560	1042783,640
2	620848,570	1042785,750
3	620851,470	1041864,310

**Tabla 1.**

**Coordenadas de Ubicación del Proyecto**

El proyecto contempla además para su funcionamiento y puesta en marcha el dragado del área conexas al proyecto hasta una profundidad de 14.5 metros para garantizar la maniobrabilidad de los buques que estarán ingresando al complejo los cuales podrán tener una capacidad de hasta 180.000 metros cúbicos. Las dimensiones de las áreas a dragar son resultado del estudio realizado por el Centro de Simulación, Investigación y Desarrollo Marítimo (SIDMAR) quien condujo la simulación marítima de la operación de esta terminal de barcos de Gas Natural Líquido. Dicho estudio establece que la ubicación del muelle

permite la realización de las actividades propuestas siempre y cuando se incluyan las recomendaciones del informe (que se encuentra reflejado en el anexo 3) en el Diseño de la Terminal.



**Figura 3. Área de Afectación del Proyecto**

El material de dragado (estimado alrededor de 3.5 Millones de Metros Cúbicos) resultante de la operación de dragado será dispuesto en un área asignada por la Autoridad Marítima de Panamá para tales fines identificada como Manzanillo 03, cuyas coordenadas detalladas se plasman en la Figura 4.

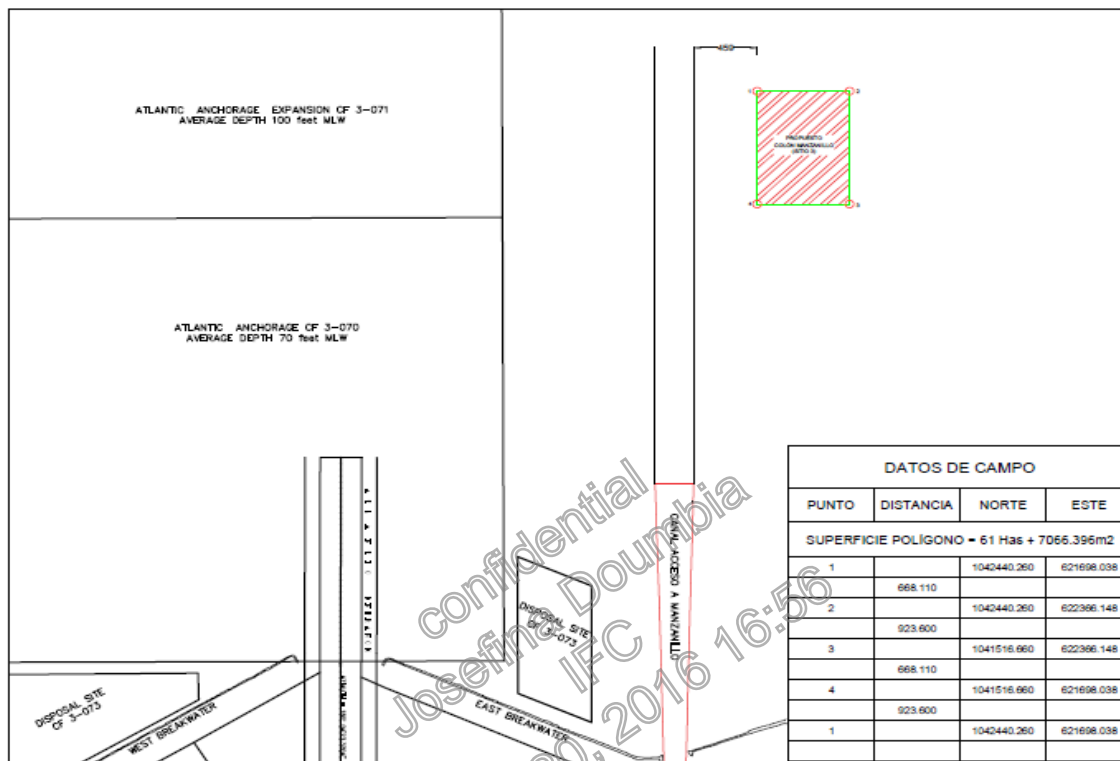


Figura 4. Área de disposición en Manzanillo 3

Tal como puede apreciarse en la Figura 5, donde se detalla el emplazamiento terrestre del sitio de obras permanentes del proyecto, la localización del mismo traerá los siguientes impactos sobre el uso actual del suelo en el área:

1. Relocalización del incinerador de la empresa "Servicios Tecnológicos de Incineración S.A.", el cual pasará a estar ubicado en otra posición dentro del área de concesión de Panama Ports.
2. Cancelación del camino de acceso que funciona actualmente dentro del área de proyecto, el cual forma parte del área integral del desarrollo de la planta
3. Reubicación del área de anclaje para embarcaciones de poco tamaño que funciona actualmente en el área del Canal de Panamá (Ver detalle en Figura 6, relativo al requerimiento del área de dragado



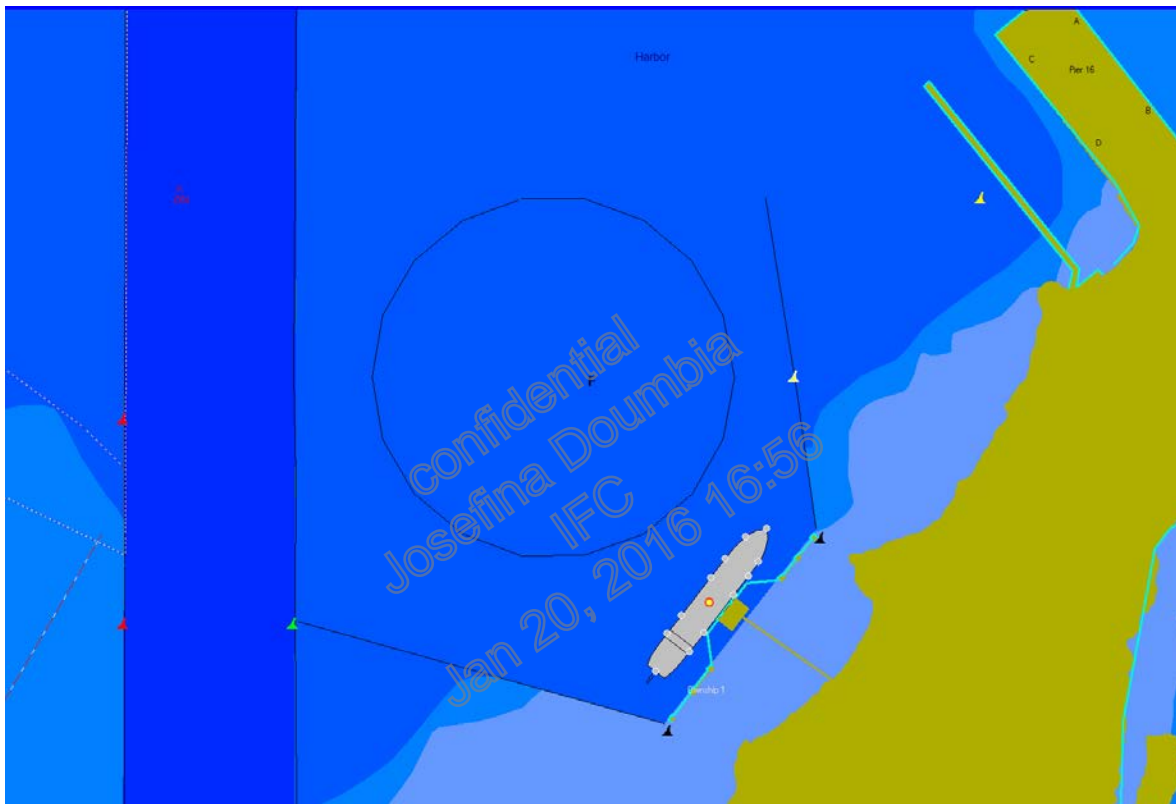
**Figura 5. Área de Afectación del Proyecto en Obras Permanentes**

Debe destacarse que el equipo de Desarrollo del Proyecto consideró la posibilidad de uso de las terminales cercanas para el atraque y desatraque de los buques de Gas Natural, sin embargo, se procedió a la construcción de un muelle propio del proyecto amparado en los siguientes criterios:

- 1) El muelle de Telfers Tanks se consideró poco apropiado en términos de infraestructura para soportar el tamaño de los barcos requeridos, por lo que necesitaría ser reforzado.

2) El muelle 16 no se consideró apropiado para la recepción de tanqueros de LNG debido a la presencia de estaciones de graneleros en la zona lo que pudiera representar riesgos de seguridad.

Sin embargo, la presencia de ambas infraestructuras portuarias en la zona permitirán facilitar la descarga de equipos en la zona utilizados para la construcción sin mayor afectación al tráfico o a las vías del área.



**Figura 6. Área de Dragado Propuesta para localización de la terminal de recepción de Tanqueros de Gas Natural**

## 4.2. Caracterización de las Principales Estructuras del Proyecto:

### 4.2.1. Planta Termoeléctrica de Generación a Gas:

La planta de generación está conformada por dos bloques de ciclos combinados con una capacidad de 381 MW cada uno, que pretenden instalarse progresivamente en dos fases, la primera de ellas con expectativas de operar en Abril 2018 y la segunda en el año 2020. Ambos complejos están conformados

por un ciclo combinado de 3 unidades de gas con recuperadores de calor y una de vapor. La energía producida se inyecta a una subestación de 230 kV donde parte una línea de transmisión, en el mismo nivel de voltaje, para conectarse a la subestación Santa Rita o Sabanitas (según sea establecido por ETESA) que funcionaría como punto de entrega de la energía al Sistema Interconectado Nacional (SIN). La Figura 7 muestra el emplazamiento de la primera central, adyacente y en el mismo predio elegido para la Terminal de LNG. Así mismo muestra en sombra la ubicación tentativa de la Fase II del proyecto para la expansión de 381 MW adicionales.



**Figura 7: Layout Indicativo Central Termoeléctrica a Base de LNG en la Isla Telfers**

La Figura 8 muestra la disposición general de las instalaciones de una central de 381 MW (casa de máquinas e instalaciones auxiliares, como oficinas, taller/almacén, plantas de tratamiento de agua, tanques, etc.).

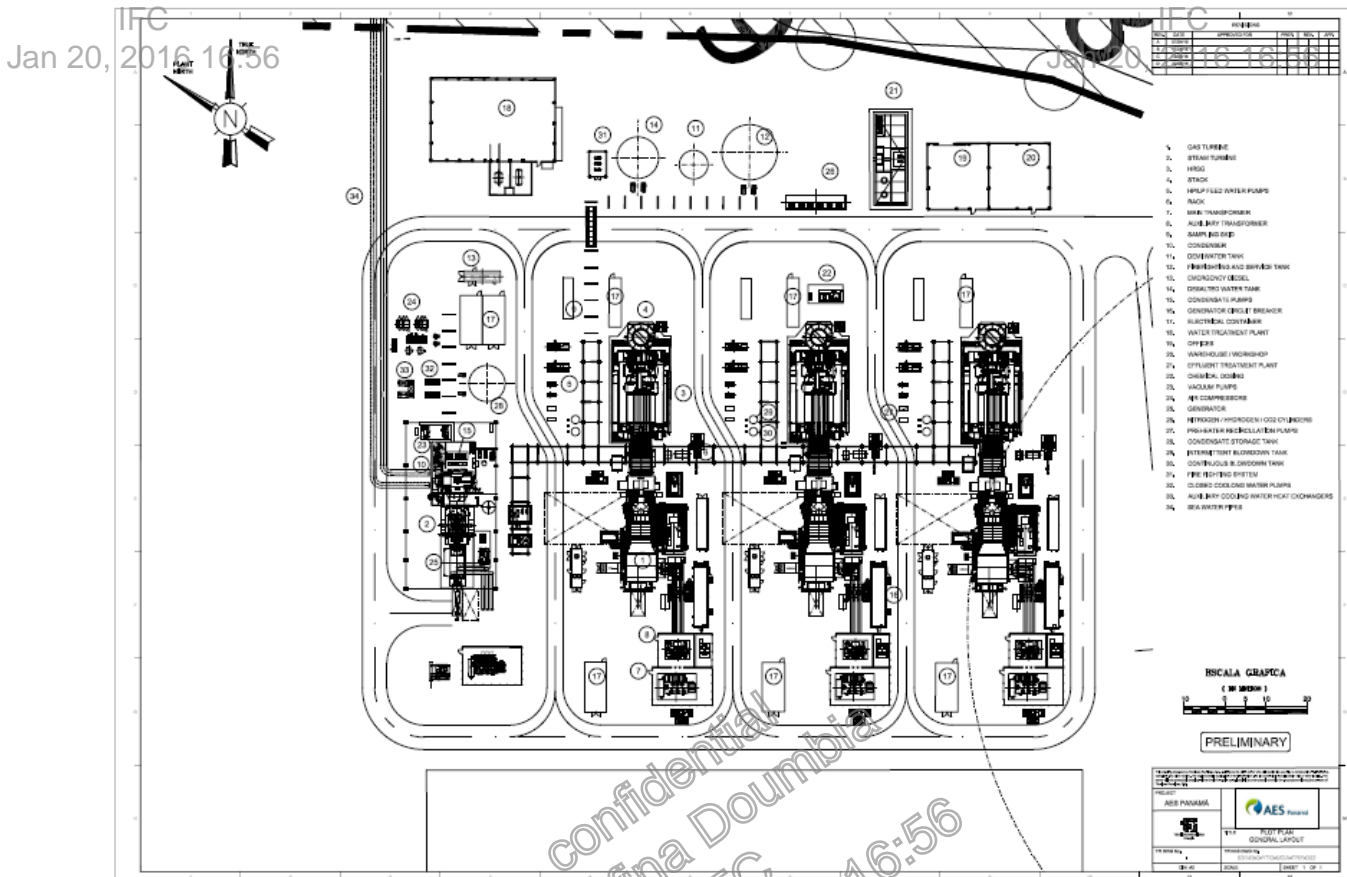


Figura 8: Disposición de las Instalaciones de la Central Termoeléctrica

A continuación se describen los componentes principales de la central.

### Turbina a Gas

La turbina a gas será alimentada con el LNG regasificado proveniente de la unidad de regasificación de la Terminal. Consiste de un motor de combustión interna de alto rendimiento, que convierte la energía térmica producida por la combustión del gas natural en energía mecánica. Luego, la energía rotacional es transformada en energía eléctrica por un generador eléctrico.

En cada central se instalarán 3 turbinas a gas del tipo General Electric Clase F, que funciona a gas natural. Para fines del periodo de *comissioning* y arranque operativo, se ha previsto la opción de uso de diésel liviano. Cada turbina a gas incluirá los siguientes elementos:

confidential  
Josefina Doumbia

IFC  
Jan 20, 2016 16:56

- Sistema de entrada/filtración de aire
- Sistema de limpieza del compresor
- Sistema completo de alimentación de combustible
- Sistema de control de emisiones de NOx
- Sistema de lubricación
- Sistema de detección y protección contra incendios
- Sistema de escape
- Empacaduras de aislamiento térmico y acústico
- Sistema de detección y monitoreo de vibraciones
- Sistema completo de arranque
- Sistema de control de turbina a gas
- Instrumentación completa para monitoreo y control
- Generador con sistema de excitación
- Sistema de protección del generador
- Herramientas especiales de mantenimiento

#### **Generador de Vapor por Recuperación de Calor (HRSG)**

Acoplado a cada turbina a gas, se tendrá una unidad de generación (producción) de vapor, desde donde se alimentará el vapor a la turbina a vapor de la central. Para la producción de vapor, la unidad utiliza un Generador de Vapor por Recuperación de Calor, o HRSG (Heat Recovery Steam Generator por sus siglas en inglés) en el cual el calor residual contenido en los gases generados por la turbina a gas es utilizado para calentar y posteriormente producir vapor de agua, que es el insumo de la turbina a vapor.

La unidad HRSG será diseñada de acuerdo a la más reciente versión del código ASME Sección I. Esta unidad cuenta con tres niveles de presión, alta, intermedia y baja (HP, IP y LP por sus siglas en inglés) y cuenta con las siguientes superficies de calentamiento:

- Economizadores
- Evaporadores
- Sobre calentadores

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

confidential  
Josefina Doumbia

confidential  
Josefina Doumbia

IFC  
Jan 20, 2016 16:56

IFC  
Jan 20, 2016 16:56

Para asegurar la circulación natural y permitir la separación vapor/agua, el HRSG tendrá un tambor de vapor para cada nivel de presión. En todos los tambores, el agua circula a través de los tubos del evaporador por circulación natural. En los tubos una porción del agua es evaporada y la mezcla vapor/agua ingresa a través de tubos ascendentes a los tambores donde, debido al gradiente de densidad, se produce la separación de vapor y agua. Luego, el vapor separado es circulado por los sobre calentadores de modo de obtener un vapor seco y de alta pureza, con la temperatura final requerida.

El vapor así producido es enviado a la turbina a vapor para iniciar el proceso de generación de electricidad.

### **Turbina a Vapor**

La turbina a vapor, alimentada desde el HRSG, convierte la energía térmica del vapor presurizado en trabajo mecánico, el cual es transferido, por el acoplamiento de su eje rotativo, al generador que lo transforma, a su vez, en energía eléctrica.

El sistema de la turbina a vapor incluye los siguientes elementos principales:

- Turbina HP (alta presión)
- Turbina IP (presión intermedia)
- Turbina LP (presión baja)
- Sistema de drenaje
- Sistema de vapor de sellos de eje (Gland Steam)
- Aislamiento térmico y atenuación acústica
- Sistema de lubricación
- Sistema de detección y protección contra incendios
- Sistema de detección y monitoreo de vibraciones
- Sistema de Control de Vapor
- Sistema de protección del generador
- Herramientas especiales

### **Condensador**

El condensador está diseñado para condensar el vapor resultante del proceso de generación en la turbina a vapor y para reinyectar el agua condensada resultante nuevamente al sistema del ciclo de

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

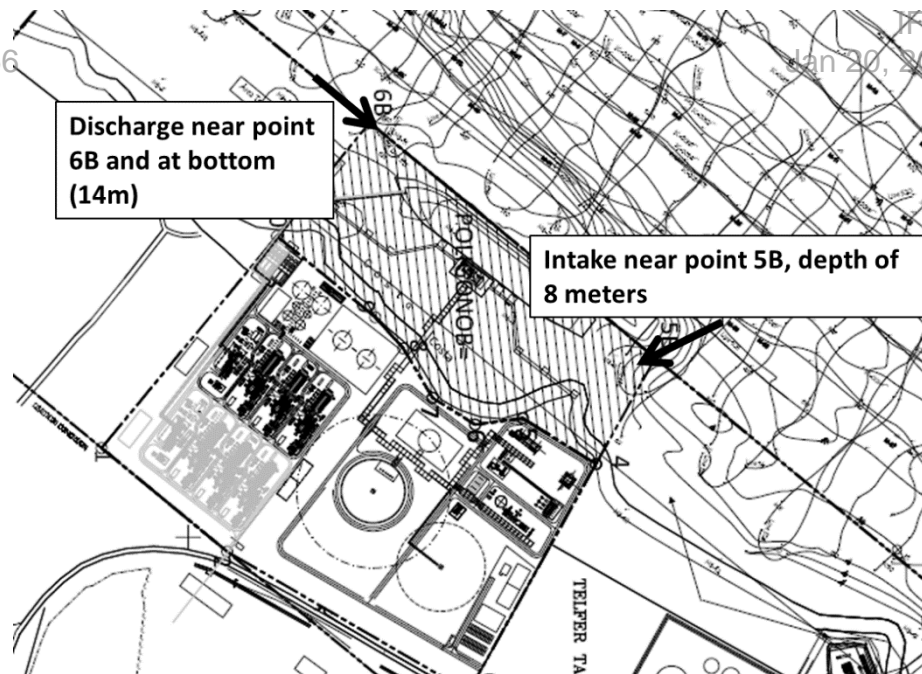
generación a vapor, lo que se consigue mediante 2 bombas que bombean el condensado de vuelta al HRSG, a través del sistema de intercambiadores de calor (Gland Steam Condenser). Este intercambiador está ubicado inmediatamente después de las bombas y utiliza el agua condensada como refrigerante. A su vez, el condensador es enfriado directamente con agua de mar.

### **Sistema de Agua de Enfriamiento**

Para los requerimientos de agua de enfriamiento de la planta, se prevé la construcción de un sistema de captación de aguas de la Bahía y su posterior descarga, mediante tuberías de HDPE o poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), de 2 m de diámetro. El tramo final de la tubería de descarga incorpora un difusor de 60 m con 30 boquillas alternadas espaciadas cada 2 m. La Figura 10 muestra el emplazamiento (Layout) del sistema de captación y descarga de agua para ambas centrales.

En cuanto a su operación, tal como se indicó en los componentes de la Terminal, hay una eficiencia energética entre ambas facilidades; el frío captado por el circuito de agua/glicol en el vaporizador de LNG, es transportado por este circuito hasta la central y utilizado para enfriar el aire de admisión de las turbinas a gas y enfriar el agua del circuito de enfriamiento de la central.

Se asegura de esta forma una integración energética óptima entre los procesos de la terminal de LNG y la central eléctrica. El fluido agua/glicol, recalentado en los procesos de la central, retorna al intercambiador de regasificación del LNG, cerrando así el anillo térmico. La figura 11 muestra el diagrama de Balance de Agua de la Planta de una central de 381 MW. Este diagrama será idéntico, para la segunda central de 381 MW.



**Figura 10 Layout del Sistema de Captación y Descarga de Agua de Enfriamiento**

Se prevé que cada central requerirá de un volumen de captación de aproximadamente 25,073.48 m<sup>3</sup>/hr. La temperatura de las aguas captadas será de aproximadamente 28 °C (temperatura ambiente de las aguas de la Bahía), en tanto que la temperatura de descarga será de aproximadamente 38 °C. Es importante indicar que el Layout mostrado en la Figura 10 ha sido optimizado en base a un modelo de simulación matemática de la dispersión de la pluma térmica y la correspondiente minimización del área de afectación alrededor de los puntos de descarga, que permita cumplir con los requerimientos de la legislación panameña y los lineamientos aplicables del IFC-Banco Mundial. En este contexto, las instalaciones de descarga incluyen las provisiones necesarias para permitir una mezcla eficiente con el agua de mar en el entorno inmediato de las obras de descarga, evitando el fenómeno de recirculación y minimizando la extensión de la pluma térmica, según se describe más adelante.



Con el objeto de obtener el caudal de agua necesario para la refrigeración de la central, se proyecta construir una casa de bombas en la zona de costa en los límites de la Central. Por medio de esa casa de bombas se abastecerá de forma constante la central y se facilitará la limpieza y filtrado previo del agua bruta captada. La captación de agua se realizará directamente de la bahía mediante una tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) apoyada en su tramo marino sobre un pantalán de las dimensiones mínimas necesarias para la tubería y equipado con una campana de captación sumergida. El sistema funcionará mediante un sistema de sifón con unas bombas de succión en la zona terrestre. En la Figura 12 se muestra una vista típica de este tipo de obra, en tanto que la Figura 13 muestra un detalle típico de su construcción.



**Figura 12. Vista aérea del pantalán de captación, con la campana de captación en el extremo en el mar y la instalación de regulación para el efecto sifón en la zona de la playa**



**Figura 13. Vista de detalle de disposición de la tubería de captación en el pantalán formado por vigas artesas**

El agua de mar accederá a la cántara, a una profundidad aproximada de -8 m, donde se distribuirá en vanos donde se alojarán las bombas de impulsión. A continuación se dispondrá una rejilla fija y su sistema de limpiarrejias. La función de este equipo es retener y extraer las partículas sólidas de gran tamaño que puede arrastrar en suspensión o flotación el agua de captación, con el fin de proteger los equipos situados aguas abajo. El sistema limpiarrejias tiene como función la retención y extracción de partículas sólidas de gran tamaño para su posterior eliminación en containers.

Aguas abajo de los sistemas de limpieza se proyecta una instalación de bombeo compuesta por electrobombas de dimensiones suficientes para impulsar el agua hasta la Central para su posterior uso. El vano de aspiración de cada una de las bombas y la velocidad del agua por el vano, estarán dentro de los requisitos de la Hydraulic Institute Standards, y la geometría del mismo será aprobada por el fabricante de las bombas.

Se proyectan válvulas de compuerta de incomunicación de las bombas, con objeto de permitir la inspección y/o reparación de cada una de ellas, sin interferir en el funcionamiento de las otras.

De la cántara el agua se bombeará a la central por una tubería enterrada, que cubrirá la distancia entre la costa y la central.

### Sistema de Descarga

El sistema de descarga previsto consiste en una tubería emisario submarino colocado sobre el lecho del mar en el área de dragado (a -14 m). Se prevé que en cada difusor de 60 m de largo, tenga 30 boquillas de descarga dirigidas hacia arriba con ángulos alternados de  $\sim 30^\circ$ , separadas 2 m una de la otra, para permitir la rápida dispersión y mezcla del flujo de salida con el agua de mar. La velocidad de salida es de aproximadamente 3.5 m/s. Los difusores de ambas centrales estarían separados aproximadamente 20 m entre ellos.

El trazado y diseño definitivo tanto de la obra de toma, como de la de descarga, será definido en la fase de diseño del proyecto.

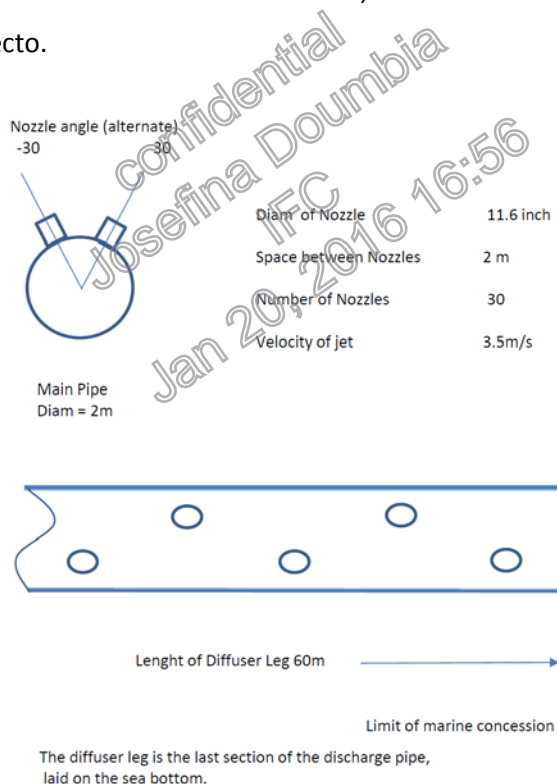


Figura 14. Diseño sistema de difusor en la tubería de descarga

## **Sistema de Suministro de Agua a las Unidades de la Planta y de la Terminal**

El sistema provee agua a las calderas de vapor de HP (High Pressure o alta presión por sus siglas en inglés) mediante 2 bombas de agua de 2x 100% de alta presión e IP (Intermediate Pressure o presión intermedia por sus siglas en inglés), mediante 2 bombas de agua de 2x 100% de presión intermedia.

Se tiene también un sistema cerrado auxiliar de suministro de agua desmineralizada (CCW o Closed Cooling Water System, por sus siglas en inglés) de enfriamiento de los sistemas de lubricación de las turbinas a Gas y Vapor, así como de los generadores eléctricos a ellas acoplados. Este sistema consta de dos (2) x 100% Filtros Simplex de Canasta y dos (2) x 100% Bombas de Agua. El sistema CCW consiste de una distribución tipo anillo para suministrar agua de enfriamiento a una variedad de enfriadores e intercambiadores de calor.

## **Planta de Tratamiento de Agua**

La función principal de la Planta de Tratamiento de Aguas (PTA) será el suministro de agua con la cantidad y la calidad requerida para uso de los servicios siguientes.

- Sistema de agua potable
- Sistema de agua Servicio
- Sistema de agua desmineralizada

La planta funcionará bajo el principio de ósmosis inversa. El agua de mar será suministrada a través de una toma submarina a la planta desalinizadora mediante el uso de bombas de agua salada. Para mejorar la eliminación de los sólidos en suspensión está previsto el uso de coagulante en línea (la coagulación es el proceso de desestabilización por la neutralización de la carga. Una vez neutralizado el líquido, las partículas ya no se repelen entre sí y pueden ser llevadas juntas). La coagulación es necesaria para la eliminación de la materia en suspensión en la tubería de alimentación de estos equipos. También se utilizará una dosis de hipoclorito de sodio para desinfectar el agua.

Las bombas de toma de agua de mar proporcionarán agua filtrada, a través de tres filtros de diferente medida eliminando así los sólidos en suspensión para luego ser almacenada en un tanque. El agua filtrada se pasara por dos filtros de cartucho (2x100%). El agua filtrada se utilizará para el lavado de los filtros multimedia y para suplir la primera pasada de la planta de ósmosis

inversa. Para el retro-lavado de los filtros se utilizarán 2 ventiladores de aire y 2 bombas centrífugas.

El agua filtrada será bombeada por 2 x 100% bombas centrífugas a la primera y segunda etapa del sistema de ósmosis inversa, donde se eliminan los sólidos disueltos. El agua permeada del primer paso del sistema de ósmosis inversa se almacena en un tanque. Por último, el agua permeada es bombeada por 2 x 100% bombas centrífugas a un segundo pase del sistema de ósmosis inversa, donde una extracción adicional de sólidos disueltos es desarrollada.

De este último tanque se envía el agua tratada al tanque de agua osmotizada para la producción de agua potable haciendo pasar el agua a través de un filtro de calcita para la neutralización del pH de las aguas acidas y una dosificación de hipoclorito de sodio para la desinfección. Se prevé de 2 x100% bombas de alimentación de agua potable para la transferencia de agua ya desalada al tanque de almacenamiento de agua potable.

El agua proveniente de la primera etapa se utilizará como agua de servicio. Se prevén 2 x100% bombas de alimentación del agua de servicio desde el tanque de agua desalada a la red de agua de servicio. Igualmente se prevé que este tanque podrá ser utilizado para extinción de incendios. Para ambos sistemas de ósmosis inversa, habrá un sistema de limpieza y el lavado frecuente. El agua desmineralizada se obtiene a partir del agua permeada del segundo pase por medio de un proceso de intercambio iónico.

Por último, el agua desmineralizada se envía al tanque de agua desmineralizada. Desde este tanque, 2x100% bombas de agua desmineralizada suministrarán agua desmineralizada para los diferentes servicios que necesitan este tipo de agua.

### Otros Sistemas

La planta tendrá también un sistema de aire comprimido que tomará el aire del ambiente, lo tratará y distribuirá a los sitios requeridos para las necesidades de aire para instrumentos y servicios.

Del mismo modo, se tendrá un sistema de aire acondicionado de todas las edificaciones y ambientes cerrados (cubiertos), que permita mantener las condiciones climáticas interiores especificadas. Estos sistemas incluirán ventiladores montados en paredes y/o techos y sistemas HVAC tipo Split, incluyendo los ductos, aislamiento y controles.

Por su parte, el sistema contra incendios tendrá la función principal de distribuir el agua contra incendios al anillo principal de protección y equipado con los necesarios hidrantes rodeando la planta, estaciones de mangueras y rociadores y sistema análogo de detección y alarma de la planta.

#### **4.2.2. Terminal de Regasificación de Gas Natural:**

La terminal de suministro de LNG tiene como propósito el suministro de gas a las centrales de generación de 381 MW cada una. El desempeño y funciones de la terminal se adecuarán a las necesidades de gas de las centrales, con la flexibilidad suficiente para abastecer incluso el requerimiento para arranque de las turbinas y para garantizar su funcionamiento ininterrumpido, en función a las variaciones de la demanda de electricidad del SIN.

La terminal de LNG y los bloques (o centrales) de generación, serán instalados en el mismo sitio elegido, en la isla Telfers, lo que permitirá aprovechar las sinergias entre ambas instalaciones, en particular en cuanto al intercambio de calor/frío que, prioritariamente se aprovechará para el enfriamiento hasta unos 10°C del aire en la toma de aire de las turbinas.

En caso de que las centrales no utilicen la totalidad del gas despachado desde la terminal, el volumen de gas remanente se podrá utilizar para suministro a otros consumidores, para el efecto, el diseño de la terminal incluirá las provisiones correspondientes.

Las tres (3) funciones principales de la terminal e instalaciones/sistemas asociados, son las siguientes:

- Descarga del LNG en un muelle paralelo a la costa.
- Almacenamiento (en tierra) del LNG en un tanque principal de almacenamiento con una capacidad de 170,000 m3 y en un tanque secundario de 10,000 m3.
- Regasificación (o vaporización) y despacho (en tierra) del gas hacia las centrales de generación. El sistema de regasificación será seleccionado con el criterio de promover la transferencia de calor/frío con los bloques de las centrales mientras se realiza la regasificación aún con el calor generado en el proceso de generación en las centrales. La regasificación y despacho serán diseñados para una operación continua, requiriéndose una capacidad de despacho de 2,900 m3 de LNG por día para una de las centrales (de 381

MW) y de 5,800 m<sup>3</sup> por día para las dos centrales (2 x 381 MW). La presión de despacho será de 40 bar.

Complementariamente, se tendrá un sistema de recuperación del gas evaporado en exceso (Boil Off Gas – BOG por sus siglas en inglés), para evitar el venteo o quema del gas.

Además, mientras se construye el Tanque principal de Almacenamiento de LNG y obras conexas en tierra, el proyecto contempla en una primera etapa la construcción de un tanque de almacenamiento secundario con una capacidad de 10,000 m<sup>3</sup> y el suministro de gas a la central desde un buque flotante tipo FSU (*floating storage unit*), que entregará el LNG en el muelle. El caudal de descarga del LNG será de 6,000 m<sup>3</sup>/hr. En el período provisional del primer año de operación de la planta en el que se opere con el soporte del FSU, la reposición del LNG vendrá dada por dos alternativas:

- 1) Sustitución del dispositivo flotante de almacenamiento (FSU) por otro barco de características similares, supliendo a la terminal temporalmente a través del uso temporal del tanque secundario (de 10,000 metros cúbicos de capacidad).
- 2) Alimentación a través de otro barco situado al lado del barco anclado, utilizando mangueras para la transferencia de combustible de un barco al otro (maniobra “ship to ship”). Este protocolo se realizará una vez haya sido autorizada la maniobra correspondiente por los prácticos de la Autoridad del Canal de Panamá.

A continuación se describen en más detalle las obras y características de la terminal.

### **Componente de Descarga del LNG**

#### **Operación de Descarga**

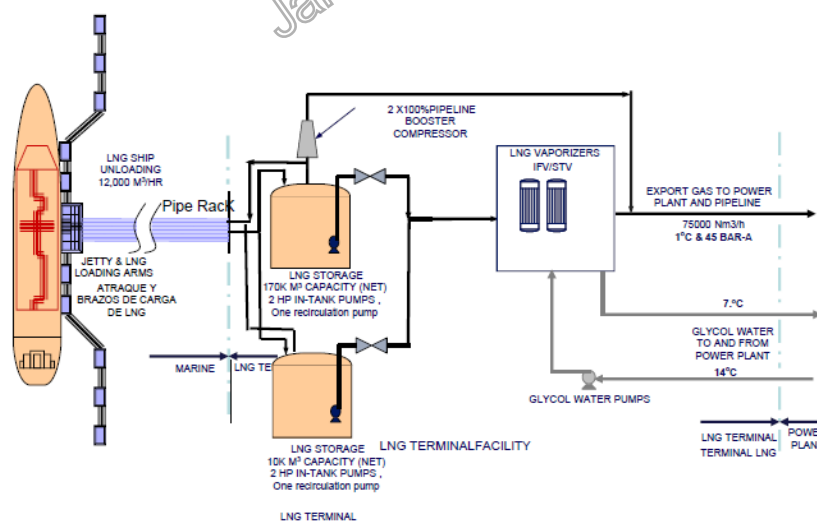
La descarga del LNG se realizará en un muelle a ser construido paralelo a la costa, conectado a la terminal mediante un causeway o plataforma montada sobre pilares emplazados en forma de caballete. Las facilidades de atraque del muelle serán dimensionadas para buques de LNG de 170,000 m<sup>3</sup>, con capacidad de descarga de hasta 12,000 m<sup>3</sup>/hr. De acuerdo a los volúmenes de consumo de la planta se espera recibir entre siete y nueve barcos al año.

El LNG suministrado mediante buques LNGC (LNG Carriers o transportadores, por sus siglas en inglés) será descargado del buque a través de 3 brazos de descarga de 16" y conducido por tubería (o línea de descarga) hasta los tanques de almacenamiento de LNG en tierra.

Durante la operación normal, sin descarga de LNG, bombas de LNG instaladas dentro de los tanques de almacenamiento, son utilizadas para recircular el LNG a través de la línea de descarga para mantenerla fría y re-enviar el gas a los tanques mediante una línea de recirculación.

Antes de comenzar la operación de descarga propiamente, un brazo de retorno de gas evaporado es conectado al buque de LNGC con el objeto de desplazar el LNG líquido de sus tanques de almacenamiento, junto con gas evaporado de recirculación. Una vez completado el enfriamiento de la línea de descarga, se incrementa el caudal de bombeo/descarga del LNG del buque hasta alcanzar el caudal de diseño de descarga, se estima que este proceso de incremento de capacidad toma cerca de media hora. Luego, se realiza la descarga normal del LNGC hasta llenar los tanques de almacenamiento en tierra. La operación de descarga continua hasta que el LNGC está casi vacío, momento en el que se debe disminuir el caudal de bombeo de LNG. El gas evaporado desplazado de los tanques durante la descarga es retornado hacia el buque a través de una línea de retorno de gas evaporado y del brazo de gas evaporado.

El diagrama establecido en la Figura 15 muestra un esquema conceptual del funcionamiento de la terminal.



**Figura 15. Diagrama de Operación de la Terminal de LNG**

La Terminal de LNG estará equipada con un muelle (jetty) accesible durante el día y la noche (dependiendo de las condiciones climáticas), para permitir las operaciones de amarre. La descarga de buques carrier durante las 24 horas será posible, sujeta a las condiciones del mar.

### **Conexiones Buque/Costa**

Las conexiones buque/costa cumplirán con la normas ISO 28460 y NFPA 59A e incluirán:

- Brazos de LNG de barco a costa
- Transferencia de BOG del LNGC desde la costa
- Conexión de datos buque/costa para el LNGC (mediante fibra óptica y cable de cobre, con backup neumático y comunicación por radio).
- Conexión para agua contraincendios para el LNGC.
- Conexión de aguas de servicio de 3"

### **Plataforma del Muelle – Descarga de LNG**

La plataforma del muelle (jetty head) se diseñará para acomodar y soportar lo siguiente:

- Dos o tres brazos de descarga de LNG y brazo de recirculación de gas natural evaporado , equipado con acople hidráulico y sistema de desacople de emergencia con doble válvula esférica. Uno de los brazos de descarga de LNG deberá poder operar como brazo de retorno de gas evaporado .
- Sistema de tuberías con estranguladores y conexiones cruzadas, junto con un tanque de paso de LNG (knock-out drum).
- Una pasarela con pisaderas autonivelantes para acceso al LNGC, combinada con una grúa.
- Una plataforma elevada de acceso, combinada con la plataforma de acceso a la pasarela que le permita al operador monitorear el área del sistema de tuberías de los brazos de descarga.

- Facilidades para apoyar las actividades de mantenimiento.
- Instalaciones contra incendios.
- Equipo misceláneo para el sistema de muestreo del LNG, paquetes hidráulicos, instrumentación y eléctricos.
- Área de maniobra para la grúa de brazo móvil, accesible para pequeñas cargas (hasta un peso de 50 kN).
- Acceso vehicular y área de giro (hasta 30 kN) para permitir acceso a camión pequeño contra incendios, de acuerdo a regulaciones locales y acceso de mantenimiento para una grúa pequeña de brazo de 10 ton.
- Iluminación y luces para navegación marina.
- Defensas a ser instaladas para proteger las caras de la estructura principal de descarga.
- Ganchos de amarre con sistema de monitoreo de tensionamiento de líneas y andenes.
- Conector para sistema contra incendio con agua de mar, acoplado al muelle, para el bote contra incendio.
- Edificio de monitoreo del muelle, ubicado en el cabezal del muelle.

**Causeway y Caballete al Muelle – o Corredor del Muelle a la Terminal**

El caballete hacia el Muelle se diseñará y construirá para:

- Proveer soporte a las tuberías.
- Proveer soporte para los portacables eléctricos, de instrumentación y control.
- Proveer un andén de inspección del entramado de tuberías.
- Proveer acceso al muelle para un camión contra incendio y para una grúa de brazo de 10 ton.

## Tanques de Almacenamiento de LNG

El proyecto prevé la construcción de un tanque principal de almacenamiento de LNG, con una capacidad de 170,000 m<sup>3</sup>, que almacenará el LNG descargado en el muelle desde los buques LNGC y de un tanque secundario con capacidad de 10,000 m<sup>3</sup>, que operará desde el arranque de la operación del proyecto.

Los tanques serán equipados con dispositivos de seguridad e instrumentación para detección y monitoreo de flujos, para asegurar la protección contra sobre-llenado, rebalse, sobre-presión o vacío, bajo diversos modos de operación.

El volumen de BOG de los tanques estará conectado al quemador (flare), para casos de sobre carga. Las válvulas de alivio de presión (PSV) descargarán a la atmósfera y estarán diseñadas para casos extremos (sobre-llenado, rebalse).

El GNL se almacena a  $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ , casi a presión atmosférica, en un tanque de contención total. Este tanque está formado realmente por dos tanques, uno dentro de otro. El tanque interior es de acero criogénico (que soporta muy bajas temperaturas) y tiene un espesor de varios cm. Está rodeado de material aislante y del tanque exterior, de hormigón pretensado de 1 metro de espesor. En el poco probable caso de que el tanque metálico interior sufriera una fuga el tanque exterior de hormigón retendría el GNL y los vapores almacenados.

Los tanques de contención total de GNL son instalaciones extremadamente seguras. En primer lugar el GNL se almacena casi a presión atmosférica y sin la presencia de oxígeno. Estos dos factores impiden que se puedan producir explosiones u otros incidentes.

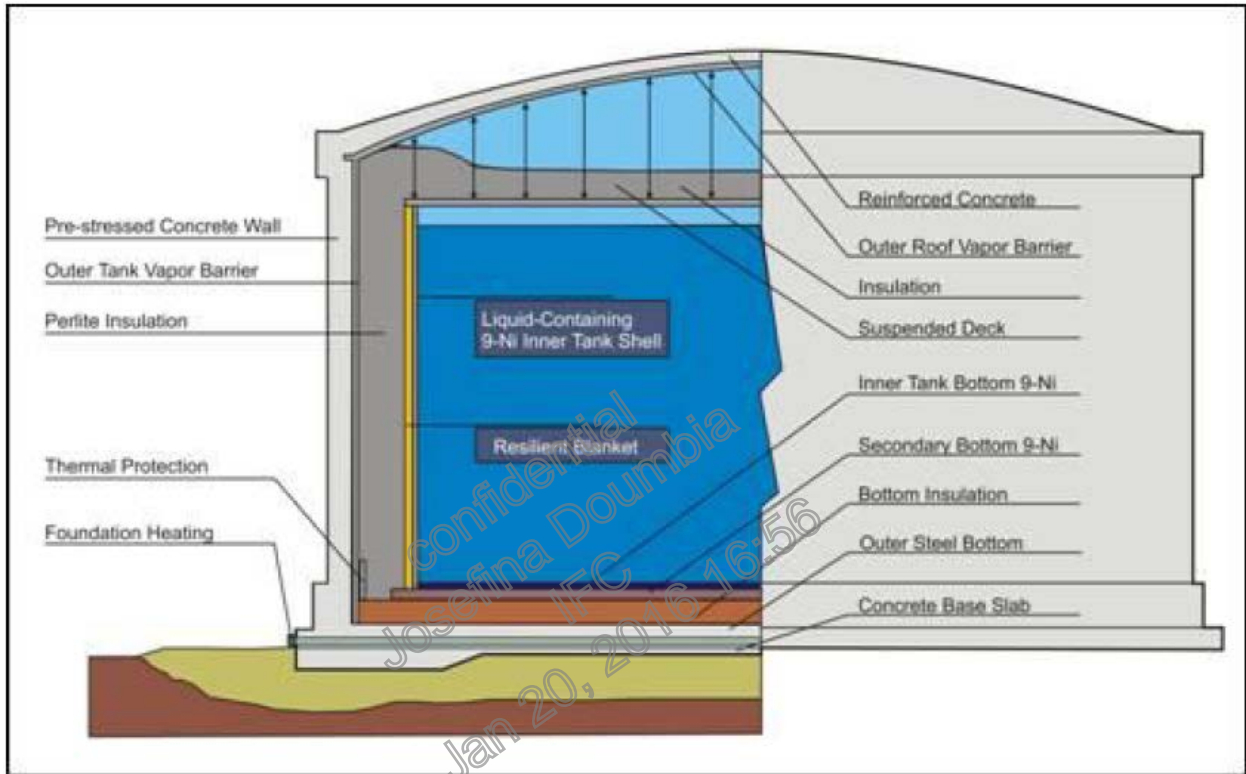
El tanque principal tendrá las siguientes características de diseño:

- Emplazamiento: Sobre el Terreno
- Tipo: Tanque de pared doble completamente contenido, con tanque interno auto-soportado auto-contenido de 9% Ni-Acero; tanque externo de concreto y techo de concreto, de acuerdo a API 620 o tanque de membrana, de acuerdo a Norma NFPA 59.
- Fundación: Pilotes (a ser validado en diseño de detalle). Se estiman pilotes de alrededor de 25 metros de profundidad.

- Aislamiento del tanque, será diseñado para asegurar una tasa máxima de evaporación (boil-off rate) de 0.05% del contenido máximo por día.

El tanque secundario (10,000 m<sup>3</sup> de capacidad) tendrá las mismas características, excepto que será de pared simple, auto-contenido de 9% Ni-Acero, fundado sobre pilotes. Este tanque contará con un recinto de contención secundaria para eventuales derrames de LNG.

La Figura 16 muestra una sección típica del tanque principal.



**Figura 16: Sección Típica del Tanque Principal de LNG**

### Instalaciones de Manejo de Gas Evaporado

Estas instalaciones operarán en los siguientes modos: de Descarga, Neutro y Despacho Cero. Se diseñarán considerando las siguientes condiciones de operación:

- La tasa de evaporación desde los tanques de LNG;
- La tasa de diseño del flujo de descarga de LNG;
- Una fuga de calor de las tuberías de aislamiento de 30 W/m<sup>2</sup>, en base a la superficie externa del aislamiento.

## Área de Procesos/ Equipos

El LNG será bombeado desde los tanques de almacenamiento utilizando tres (3) bombas Internas.

El LNG es bombeado mediante Bombas de alta presión (HP Pumps) hacia los Vaporizadores, de donde gas natural vaporizado será transferido a los bloques de generación (centrales). El gas transferido será medido en una estación de medición antes de su entrada a la línea de transferencia hacia las centrales.

## Vaporización del LNG

La vaporización del LNG se efectúa en un sistema de intercambiadores de calor, de tipo tubular y generalmente instalados verticalmente, en que el LNG es alimentado y circula al exterior de los tubos y el fluido calentador circula en los tubos. Los dos fluidos circulan a contra corriente. El LNG, que se encuentra a -160C es bombeado y presurizado a cerca de 60 bar por las bombas de alimentación del sistema, entra en el intercambiador de calor, se calienta progresivamente y finalmente se vaporiza, saliendo del equipo en forma gaseosa y a una temperatura próxima de 15C. De ahí es enviado por ductos a la central y otros eventuales consumidores.

El "fluido caliente" que participa en este proceso es una mezcla de agua purificada y glicol, circa de 50/50, que circula en un circuito cerrado, a una presión moderada. El glicol es necesario para evitar que, al contacto con el frío aportado por el LNG, se produzca congelación en el circuito de agua.

El frío captado por el circuito de agua/glicol en el vaporizador de LNG, es transportado por este circuito hasta la central y utilizado para enfriar el aire de admisión de las turbinas a gas y enfriar el agua del circuito de enfriamiento de la central. Se asegura de esta forma una integración energética óptima entre los procesos de la terminal de LNG y la central eléctrica.

El fluido agua/glicol, recalentado en los procesos de la central, retorna al intercambiador de regasificación del LNG, cerrando así el anillo térmico.

En todas las situaciones en que la central no esté en operación, el frío captado en los evaporadores de LNG es transferido al agua del mar del circuito de refrigeración de la central, por los intercambiadores previstos al efecto.

### **Sistemas de Quema y Venteo**

La terminal será diseñada con una filosofía de No Quema bajo condiciones normales de operación.

El sistema de quema será utilizado para limitar la presión dentro de los tanques de LNG en caso de situación anormal. El cabezal de BOG estará conectado al cabezal del mechurrio o antorcha de gas mediante una válvula de control de presión que se abrirá únicamente cuando la presión del BOG en los tanques sea excesiva. El cabezal del quemador será limpiado continuamente con nitrógeno para evitar el ingreso de aire.

En cuanto al venteo, éste se enviará hacia la atmósfera en lugares seguros, desde los tanques, mediante válvulas de alivio tipo PSV; en el muelle, a través del tambor de paso de LNG (knock out drum), mediante válvula tipo TRV; y en el vaporizador, mediante válvula tipo PSV.

### **Carga a Camiones de LNG**

Como alternativa de expansión futura, el proyecto incluye la posibilidad de contar con una terminal para carga de camiones de LNG para su distribución a estaciones satélite. La terminal de carga será equipada con su propio puente de pesaje para permitir flexibilidad de operación. La carga a camiones utilizará un brazo de LNG y un brazo de retorno de BOG. Se prefiere la tecnología de brazos en lugar de mangueras flexibles por su operación más sencilla y para ahorrar tiempo en las operaciones de acople y desacople a los camiones.

### **Edificaciones**

Se han previsto las siguientes edificaciones en esta terminal:

- Edificio Administrativo; incluyendo primeros auxilios, cocina y comedores.
- Talleres y almacenes.
- Edificio de Control, incluyendo brigada contra incendios y garaje.

- Subestación Principal de Entrada, en conjunto con el Generador Diesel de emergencia (EDG – Emergency Diesel Generator, por sus siglas en inglés) y distribución de servicios.
- La Subestación de Procesos, conjuntamente con la sala de instrumentación y control.
- Edificio de instrumentación y control para monitoreo del Muelle, a ser emplazado en el muelle para las funciones del operador durante las operaciones de descarga de los buques de LNG.
- Edificio de Medición/Análisis, a ser emplazado en el área de medición.
- Las Bombas HP (alta presión o High Pressure por sus siglas en inglés) y Compresores de BOG serán provistos de un cobertizo para facilitar su mantenimiento.
- La caseta de Seguridad, a ser instalada en la entrada de la Terminal.

Estas edificaciones serán combinadas con las de los bloques de la central de generación para optimizar los costos.

## Servicios

### Sistema de Nitrógeno

Nitrógeno de servicio será suministrado a la planta de proceso utilizando un paquete de generación de nitrógeno tipo Membrana. El paquete alimentará al sistema de distribución de nitrógeno de servicio.

El nitrógeno se utilizará para los procesos de impermeabilización, drenaje e inertización y para alimentar el sistema de suministro de aire del muelle.

### Aire para Instrumentación y Central de Generación

Un sistema de instrumentación (punto de rocío de -40 °C a presión atmosférica) será provisto para cubrir las necesidades de la planta. El aire para la planta será provisto por compresores móviles de aire con generadores.

Se instalará un sistema de tuberías desde la base de los tanques a la plataforma de bombas de los tanques para su conexión/provisión de aire para la planta.

**Combustible Diesel**

El sistema de combustible diésel será diseñado para el suministro a los motores diésel de los equipos como el Generador de Emergencia, bomba diésel de agua del sistema contra incendios y bomba diésel off-shore del sistema contra incendios instalada en el muelle. Cada bomba diésel será abastecida por gravedad mediante tanques individuales de capacidad para un día de operación.

### **Drenaje**

Aguas colectadas de superficies limpias (libres de LNG/hidrocarburos) resultantes de simulacros contra incendios y colectadas en áreas pavimentadas, serán drenadas hacia el mar.

En áreas no pavimentadas, las aguas lluvias y contra incendios serán drenadas por percolación a través del suelo.

En las áreas donde puedan ocurrir derrames de hidrocarburos, las aguas serán conducidas a un tanque separador de Aceites/Agua, antes de su descarga al mar. No se usarán drenes cubiertos en áreas donde pueda derramarse LNG. Adicionalmente, se proveerán bombas para la remoción/drenaje del agua fuera del recinto de contención de posibles derrames de LNG.

En áreas donde se pudiera derramar la mezcla de Agua-Glicol, ésta será contenida y colectada para su disposición especializada.

### **Alcantarillado**

El sistema de alcantarillado coleccionará y transportará el caudal de agua residual doméstica a una planta de tratamiento– almacenamiento, de acuerdo a los detalles descritos anteriormente. Las aguas residuales del edificio del muelle, serán tratadas mediante un sistema de baño higiénico químico.

### **Sistemas Contra Incendios**

La filosofía de diseño del sistema activo contra incendios está basada en el uso, en la medida de lo prácticamente posible, de instalaciones permanentes (de unidades semi-móviles de polvo

químico; generación de espuma, hidrantes, monitores, rociadores, etc.), combinados con una brigada exclusiva contra incendios del sitio, como una primera línea de defensa.

El sistema de servicio de agua contra incendios será alimentado con aguas de servicio y el anillo de aguas contra incendio será presurizado de manera permanente por pequeñas bombas jockey.

La red subterránea de aguas contra incendio será provista con cajas de mangueras, hidrantes, monitores, y válvulas de seccionamiento manuales. Se prevén dos conjuntos de bombas:

- 2 bombas jockey para mantener presurizado el anillo de aguas contra incendio;
- 2 bombas de aguas contra incendio (50% cada una) alimentadas desde el tanque de aguas de servicio. Estas bombas serán usadas para pruebas periódicas del sistema y actuarán en el suministro primario de aguas contra incendio en casos de pequeños incendios/incidentes.
- 1 bomba de aguas de mar contra incendio (con motor diésel), instalada en el sitio de la toma de agua de mar.

La capacidad del tanque de agua de servicio será dimensionada para un incidente de incendio menor, para un periodo no menor a dos horas, asumiendo una única bomba contra incendios.

Si el incidente es prolongado o suficientemente severo para requerir agua adicional, entonces se deberá usar agua de mar para incrementar la capacidad de combate contra incendio.

### **Servicio Eléctrico**

La fuente primaria de suministro de electricidad será la planta de generación, con apoyo opcional (back-up) de la red. El suministro de emergencia se considera mediante un generador de dual diésel, acoplado al sistema de control de las plantas de generación.

Sistemas UPS proveerán el control esencial de equipo crítico y las funciones de protección requeridas para condiciones normales y anormales.

Se tendrá un sistema interno de distribución en Media Tensión (4.15 kV) para equipos grandes, como motores, compresores y otros. También se tendrá un sistema de distribución trifásico de 400/230 V para la mayor parte de las instalaciones, motores y otros, y un sistema monofásico en

120 V. Todos los sistemas serán en 60Hz de frecuencia.

### **Sistema de Control y Monitoreo**

Se tendrá un sistema exclusivo, redundante de control de proceso, para el control de procesos y sistema de servicios para toda la terminal. Un sistema separado redundante de cierre de emergencia (ESD), basado en SIL 3 PLC controlará los parámetros de seguridad e iniciará el proceso de cierre de emergencia.

### **Comunicaciones**

El sistema de comunicaciones de la Terminal incluirá lo siguiente:

- Una conexión al sistema telefónico público;
- Una línea especial para comunicación directa con las Autoridades para casos de emergencia (hotline);
- Una línea exclusiva (hotline) entre el Cuarto de Control de la Terminal (CCR por sus siglas en inglés) y el LNGC (en el muelle);
- Un sistema específico de radio VHF permitirá la comunicación rutinaria entre el CCR de la Terminal y el LNGC;
- Un sistema PAGA será instalado en la Terminal para el despacho de mensajes y alarmas críticas al personal de planta en la Terminal;
- Los operadores de la Terminal y staff técnico se comunicarán mediante radios portátiles con un canal específico para la operación del LNG;
- Un sistema de Intercom en las rejas y puertas de entrada de la Terminal.

### **Seguridad**

El predio de la Terminal de LNG será/tendrá:

- Cerrado por doble barda perimetral, monitoreada por un sistema anti-intrusión y CCTV;
- Equipado con un sistema de seguridad con acceso controlado y monitoreo mediante CCTV;
- Sistema de comando de seguridad de la reja de acceso.

La seguridad de la Terminal de LNG será también gobernada por el código ISPS “International Ship and Port Facilities Security” (Seguridad de Facilidades Portuarias para Embarcaciones Internacionales), que define niveles de seguridad y requerimientos generales.

#### **4.2.3. Línea de Transmisión:**

Se propone realizar la conexión al Sistema Interconectado Nacional (SIN) de Panamá del Central de Generación Termoeléctrica “Costa Norte” de 381 MW, en la barra de 230 kV de la futura subestación Sabanitas 230 kV de ETESA, la cual forma parte del plan de expansión de la empresa de transmisión, a través de una línea trifásica de doble circuito en 230 kV.

Para lograr la conexión del Central de Generación Termoeléctrica “Costa Norte”, se requerirá la construcción y/o adecuación de las siguientes instalaciones:

#### **Infraestructuras del Proyecto:**

- Construcción de una subestación de generación que elevará el nivel de voltaje de las unidades de generación de 13.8 kV a 230 kV.
- Construcción de una línea de 230 kV en doble circuito entre la subestación de generación y la subestación Sabanitas 230 kV.

#### **Infraestructuras de ETESA:**

- Construcción de la subestación Sabanitas en 230 kV.
- Construcción de una línea de 230 kV en doble circuito entre la subestación de Sabanitas 230 kV y la subestación Santa Rita 230 kV.
- Construcción del patio de 230 kV de la subestación Santa Rita y reubicación de las líneas existentes 115-45 y 115-46 al nuevo patio de 230 kV.

- Adecuación del patio de 230 kV de la subestación Panamá II, para permitir la reubicación de las líneas existentes 115-45 y 115-46 del patio de 115 kV al patio de 230 kV.
- Energización de la línea entre las subestaciones Santa Rita y Panamá II en 230 kV (reubicación de las líneas existentes 115-45 y 115-46 de los patios de 115 kV a los patios de 230 kV en ambas subestaciones).

### Línea Costa Norte-Proyecto Sabanitas

Para lograr la conexión de la Central de Generación Termoeléctrica “Costa Norte” al SIN en la subestación Sabanitas 230 kV, se propone la construcción de una línea de 230 kV en doble circuito, entre la subestación de generación y el patio de 230 kV de la subestación Sabanitas, utilizando dos conductores por fase tipo ACAR calibre 1,172 kcmil (CURLEW), soportados en estructuras tipo torres y/o postes. Para el dimensionamiento del conductor de fase, se ha considerado la futura expansión de la Central “Costa Norte”, empleando el criterio N-1 ante la pérdida temporal de una de las líneas.

En el siguiente cuadro se resume las principales características de la línea de alta tensión propuesta:

DESCRIPCIÓN	VALOR
Voltaje Nominal de Operación	230 kV
Punto de Inicio	Subestación de Generación (Central “Costa Norte”)
Punto de Finalización	Subestación Sabanitas 230 kV
Tipo de Construcción	Aérea
Cantidad de Circuitos o Líneas	Doble Circuito Trifásico
Tipo y Calibre de Conductor Desnudo	ACAR 1172 kcmil (CURLEW)
Cantidad de Conductores por Fase	2
Hilo de Guarda	OPGW y Alumoweld
Tipo de Estructura	Torres y Postes
Capacidad por Línea (Operación Normal)	788 MVA
Capacidad por Línea (Operación	1,015 MVA

Las características técnicas del conductor desnudo propuesto, se muestran en el siguiente cuadro:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ACAR
Nombre Código	----	CURLEW
Calibre	kcmil	1,172
Stranding (Al/Al Alloy)	----	30/7
Diámetro (conductor completo)	pulgadas	1.246
Peso (conductor completo)	lb/1,000 ft	1,097.3
Carga de ruptura	lb	24,000
Resistencia		
- DC @ 20 °C	ohm/1,000 ft	0.0152
- AC @ 75 °C		0.0190
Ampacidad Aproximada @ 75 °C	A	989
Ampacidad Aproximada @ 100 °C	A	1,275

Para esta propuesta de conexión al SIN de la Central "Costa Norte", se tiene contemplada la construcción de una nueva subestación en 230 kV en la provincia de Colón, la cual ha sido denominada en el Plan de Expansión de ETESA como subestación Sabanitas. Para fines del presente estudio, se utilizó la siguiente ubicación para la subestación Sabanitas (coordenada de referencia: 9°21'0.14"N; 79°48'39.03"O).

Para lograr la conexión de la Central de Generación Termoeléctrica "Costa Norte" en este punto, se propone la construcción de una subestación tipo convencional en configuración interruptor y medio, la cual contará con al menos dos naves completas con cuatro (4) posiciones; de las cuales dos (2) posiciones serán para la llegada de las líneas de 230 kV provenientes de la Central de generación "Costa Norte", y las otras dos (2) posiciones serán para las líneas de 230 kV que conectarán esta subestación con el nuevo patio de 230 kV de la subestación Santa Rita. En esta subestación estarán ubicados los sistemas de medición comercial de la Central de Generación Termoeléctrica "Costa Norte".

El área de terreno que se adquiriera para la construcción de la subestación Sabanitas 230 kV deberá considerar futuras ampliaciones que permitan expandir la subestación sin mayores inconvenientes, logrando de esta forma la conexión de las líneas entre esta subestación y la futura subestación Panamá III, de acuerdo a lo indicado en el Plan de Expansión de ETESA. Se propone adquirir un terreno de aproximadamente 3.0 hectareas para la Subestación Sabanitas 230 kV; la cual deberá estar estratégicamente ubicada en un área cercana a la Autopista Panamá - Colón; en una zona con baja densidad de población permitiendo la expansión y conexión de las futuras línea de 230 kV.

Para la ruta de la línea se propone un alineamiento con un recorrido total de 13.3 km de longitud aproximadamente. La ruta propuesta inicia su recorrido en dirección Sureste a través de las calle de las Naciones Unidas; luego cambia de dirección en sentido Noreste, atravesando zonas con muy baja densidad de población, hasta llegar a la Autopista Panamá - Colón. Después, utiliza parte de la servidumbre vial de la Autopista Panamá - Colón, para finalmente girar en dirección Noreste hacia la subestación Sabanitas, cruzando en este tramo la Carretera Transístmica.

#### **Línea Sabanitas-Santa Rita:**

Para la conexión entre la subestación Sabanitas y el nuevo patio de 230 kV de la subestación Santa Rita, se propone la construcción de una línea de transmisión de 230 kV en doble circuito entre ambas subestaciones, utilizando conductor ACAR calibre 1,200 kcmil, soportados en estructuras tipo torres. Para el dimensionamiento del conductor de fase, se ha considerado utilizar el mismo conductor o uno similar al empleado para la construcción de las líneas que conectarán en 230 kV la subestación Santa Rita con la subestación Panamá II.

En el siguiente cuadro se resume las principales características de la línea de alta tensión propuesta:

DESCRIPCIÓN	VALOR
Voltaje Nominal de Operación	230 kV
Punto de Inicio	Subestación Sabanitas
Punto de Finalización	Subestación Santa Rita
Tipo de Construcción	Aérea
Cantidad de Circuitos o Líneas	Doble Circuito Trifásico

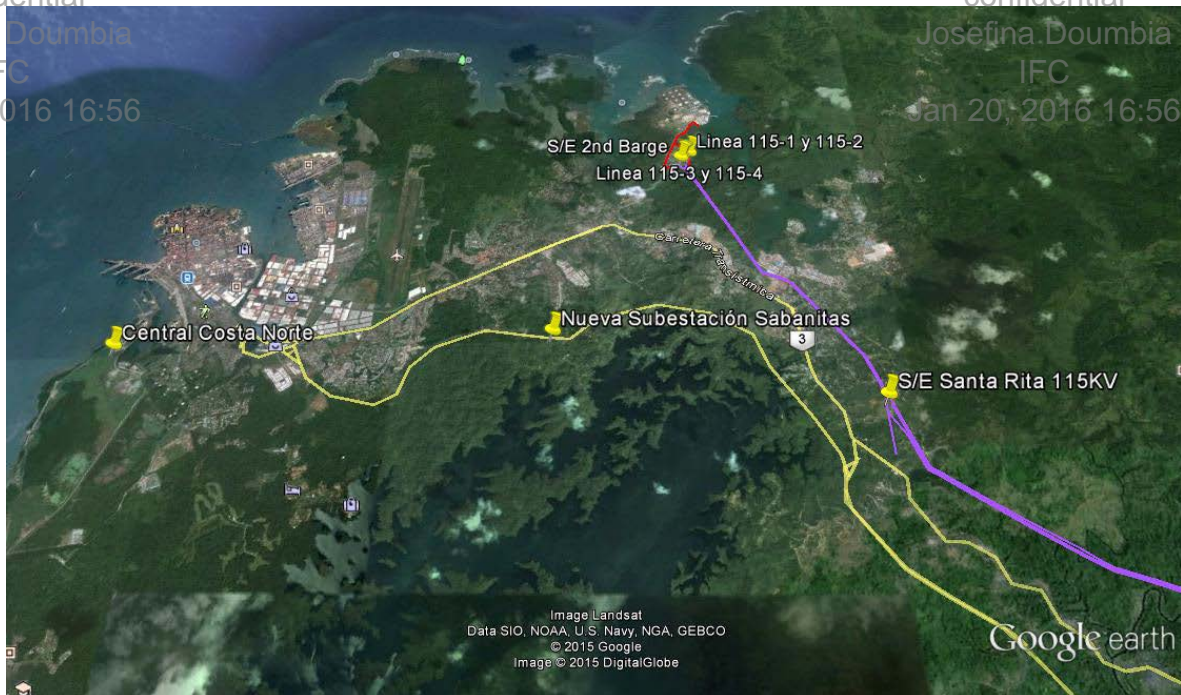
Tipo y Calibre de Conductor Desnudo	ACAR 1200 kcmil
Cantidad de Conductores por Fase	1
Hilo de Guarda	OPGW y Alumoweld
Tipo de Estructura	Torres
Capacidad por Línea (Operación Normal)	400 MVA
Capacidad por Línea (Operación Emergencia)	514 MVA

Las características técnicas del conductor desnudo propuesto, se muestran en el siguiente cuadro:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ACAR
Nombre Código	----	BLUEJAY
Calibre	kcmil	1,200
Stranding (Al/Al Alloy)	----	30/7
Diámetro (conductor completo)	pulgadas	1.259
Peso (conductor completo)	lb/1,000 ft	1,120.8
Carga de ruptura	lb	24,500
Resistencia		
- DC @ 20 °C	ohm/1,000 ft	0.0148
- AC @ 75 °C		0.0187
Ampacidad Aproximada @ 75 °C	A	1,002
Ampacidad Aproximada @ 100 °C	A	1,292

Para la ruta de la línea se propone un alineamiento con un recorrido total de 4.4 km de longitud aproximadamente. La ruta propuesta inicia su recorrido en dirección Suroeste hasta llegar a la Autopista Panamá – Colón. Después, utiliza parte de la servidumbre vial de la Autopista Panamá - Colón, para finalmente hacer un giro en dirección hacia la subestación Santa Rita, cruzando en este tramo la Carretera Transísmica.

A continuación se presenta una imagen aérea con el alineamiento o recorrido propuesto:



**Figura 16: Alineamiento Línea de Transmisión** (Fuente: GANA)

En función a la resolución AG-0647-2013 que aprueba el Plan de Manejo del Área Recreativa del Lago Gatún (ARLG) y en la cual se modifican los límites del área protegida, se recomienda que el alineamiento de la línea de transmisión circule por el extremo norte de la servidumbre de la Autopista.

### 4.3. Principales Actividades en el proceso de Construcción:

#### 4.3.1. Preparación del Terreno

La preparación del terreno comprende los trabajos de limpieza y desarraigue necesarios para conformar las plataformas de trabajo. Estos trabajos se efectuarán en todas las zonas comprendidas dentro de la huella del proyecto donde sea necesario para conformar la base de implantación de las obras de construcción. Antes de efectuar la limpieza y desmonte, se realizará el replanteo y estacado del perímetro de implantación de las obras. El trabajo consiste en la limpieza del terreno y eliminación de la capa vegetal utilizando equipo de construcción como retroexcavadoras en áreas de pobre acceso y tractores en aquellas de mejor acceso. En aquellos lugares donde se requiera de la tala de árboles se obtendrá primero el permiso correspondiente

por parte de MiAmbiente.

El área estimada de remoción de suelo orgánico y descapote es de cerca de 20.0 hectáreas en el área de obras permanentes y de 2.977 ha en el área de obras temporales. Se observa que el material a remover será mínimo dada la actual cobertura en pastos del sitio. Este material será acopiado en capas horizontales de altura inferior a 50 centímetros en las zonas de depósito para descapote indicadas en los planos de construcción dentro de los terrenos de la central con el fin de distribuirlos posteriormente en las áreas verdes que se diseñen en la central.

De requerir tala, se efectuará manualmente por medio de cuadrillas equipadas con motosierras, previa autorización del MiAmbiente. Se eliminarán los tocones y raíces en aquellos sectores donde sea necesario. El material proveniente de las operaciones de desmonte y limpieza se retirará con equipo de carga frontal y cargado a camiones volquete. Los materiales provenientes de las operaciones de limpieza y desarraigue bajo ninguna circunstancia serán quemados.

Siempre que se pueda, los desechos de estas operaciones serán repicados y se dispondrán como barrera contra la erosión. Toda la madera procedente de las áreas de limpieza y desarraigue y del desmonte, podrá ser utilizada por el contratista para actividades de la obra, obteniéndose previamente el permiso de aprovechamiento por parte del MiAmbiente. En caso de que no se utilice toda la madera, el contratista deberá contar con un permiso de MiAmbiente para retirarla del proyecto o darle el manejo acordado con dicha institución.

#### 4.3.2. Excavaciones y Relleno de la Superficie del Terreno

Una vez realizada la preparación del terreno, se procederá a realizar las excavaciones y rellenos para conformar los terraplenes hasta el nivel de relleno previsto para el sitio, en +3.0 msnm, que corresponde al nivel de relleno seguro considerado, utilizando equipo pesado como bulldozers, retroexcavadoras, niveladoras, vibro-compactadoras, volquetas y otros. El área total a adecuar en el sitio de obras permanentes se estima en 20.0 Ha. Es posible que parte del material a excavar deba ser excavado mediante la utilización de voladuras. El volumen de relleno para el terraplén se calcula que sea de cerca de 90,000 m<sup>3</sup> por las características de los materiales a dragar, se ha descartado el uso de éstos para fines de relleno, por lo que el material de relleno será obtenido de concesionarios autorizados y trasladado al sitio en camiones y/o barcasas. De igual forma, se ha estimado que la producción de residuos correspondientes a estériles y escombros durante la etapa de construcción será de alrededor de 140,000 m<sup>3</sup>. Estos materiales serán transportados al relleno autorizado más cercano.

### 4.3.3. Instalación de Campamentos y Obras Temporales

Las obras provisionales e instalaciones necesarias para el buen desarrollo de los trabajos a construir son: oficinas, bodegas y patios de acopio de materiales y equipos, talleres, almacenes, comedores, áreas de recreación y demás edificaciones provisionales con sus respectivas dotaciones de vías, agua, luz, alcantarillado, sistemas de tratamiento de vertimientos, comunicaciones, cerramientos, etc. Estas se construirán con materiales fácilmente desmontables, que ofrecerán protección y seguridad contra los agentes atmosféricos y contra posibles robos de materiales, herramientas y equipos, los cuales se usarán básicamente durante la etapa de construcción. No se contempla la construcción de dormitorios y correspondientes instalaciones de lavado de ropa y otros para los trabajadores, con excepción de las instalaciones requeridas para vigilancia.

También se ubicará la planta dosificadora de concreto e instalaciones para almacenamiento de agregados (que serán obtenidos de proveedores locales autorizados). La unidad dosificadora tendrá una producción diaria de 200 m<sup>3</sup> aproximadamente. La misma está compuesta por tolvas pesadoras de agregados (arena y gravas), tolva pesadora de cemento, dos (2) silos de 200 toneladas para almacenar cemento, un silo de 50 toneladas para almacenar microsilica, banda transportadora, sistemas de decantación de agua, medidor de agua, colector de polvo (filtros de material particulado) y medidores de aditivo. Cabe mencionar que los silos tienen un limitador de presión para evitar la rotura de los mismos y los filtros cumplirán con todos los estándares de calidad, requeridos para este tipo de actividad.

Como parte de la operación de la planta dosificadora de concreto, se contará con un laboratorio para el control de calidad de las materias primas y del concreto, para lograr un producto totalmente garantizado.

Dentro del área establecida para la instalación temporal de la planta dosificadora de concreto, se ha contemplado establecer un área destinada al acopio de material agregado (arena y grava) los cuales se mantendrán con irrigación, para evitar la dispersión de partículas al aire. Debido a la necesidad de mantener una producción constante de concreto, se mantendrá un volumen promedio de unas 600 toneladas por semana de material agregado.

Adicionalmente, la planta dosificadora contará con un área habilitada para el almacenamiento de microsilica, la misma será almacenada en Big Bags, de una (1) tonelada.

El transporte del concreto se realizará mediante camiones concreteros (mixer), los cuales se estarán movilizando dentro del área del proyecto a los diferentes sitios donde se requiera el vaciado de concreto. Adicionalmente, después de cada vaciado los mixer serán dirigidos hacia el área establecida para su lavado, en la cual se contará con tinas de decantación con el propósito de evitar la contaminación de las aguas con sedimentos. En las tinas de sedimentación se implementará un sistema para el reciclaje de las aguas, las cuales serán utilizadas en el lavado de los mixer, disminuyendo el volumen de las descargas. Cabe destacar que las descargas de agua de estas tinas cumplirán con la norma DGNTI-COPANIT 35-2000.

Las obras e instalaciones temporales descritas estarán ubicadas en terrenos que no se encuentran en uso, propiedad de la compañía del Ferrocarril y serán rentados al proyecto según acuerdo indicado en el Anexo 4 de este estudio y cuya ubicación se muestra en la Figura 17. Las obras temporales serán emplazadas fuera del área de manglares y ocuparán una superficie de aproximadamente 5.715 ha.



Figura 17: Ubicación del Área de Uso Temporal (Fuente: GANA)

Durante esta etapa, se suministrarán y operarán todos los servicios de alimentación, aseo y transporte para el personal que requiere la obra. Para el acceso al predio, se utilizarán los caminos existentes.

El suministro de electricidad y agua para las obras se hará requiriendo tomas especiales a IDAAN y ENSA , aunque se instalará también un generador de emergencia y generadores portátiles para sitios alejados de la red interior tendida para la construcción.

#### 4.3.4 Localización y replanteo

La localización y replanteo de las construcciones, vías y ubicación de las instalaciones se ejecutarán de acuerdo con los diseños y detalles de los planos de construcción. El trazado y marcado sobre el terreno de la ubicación de las construcciones, los perímetros de las obras, los ejes viales y de las excavaciones serán materializados mediante estacado. Igualmente, se ubicarán en sitios inamovibles durante la construcción, referencias mediante mojones de concreto que indiquen los puntos de referencia (Bench Marks o BM's por sus siglas en inglés) que aseguren el replanteo posterior de cualquier instalación, en caso necesario.

#### 4.3.5 Movilización de Materiales, Equipos y Maquinaria hasta el Sitio de la Obra

La actividad consiste en transportar desde su origen hasta la obra, aquellos materiales y equipos que se requieran para la obra civil y montaje.

Las fuentes de materiales como arena y grava, se espera que sean las canteras autorizadas, aledañas al proyecto dentro del distrito de Colón. Materiales de construcción como bloques, acero, zinc, cemento, maderas, andamios, guindolas, alumas de aluminio y demás, podrán ser trasladados al proyecto por medio de acarreos en camiones.

La movilización de equipos y maquinaria se refiere al traslado de motores, bombas, maquinaria pesada (retroexcavadoras, bulldozers, moto niveladoras, volquetas, grúas, etc.) y otros, hasta el lugar de la obra, donde estarán concentrados durante la construcción. Los equipos de grandes dimensiones previstos en el proyecto (turbinas, láminas para el tanque, tuberías, entre otros) serán trasladados por vía marítima y descargados a través de las facilidades del Muelle 16, ubicadas a no más de 2 km del sitio del proyecto, por lo que no tendrán mayores impactos sobre

las vías terrestres. Igualmente, las tuberías requeridas para el sistema de captación y descarga de agua desde la bahía (tuberías HDPE de 2 m de diámetro), serán soldadas (unidas entre sí) en el

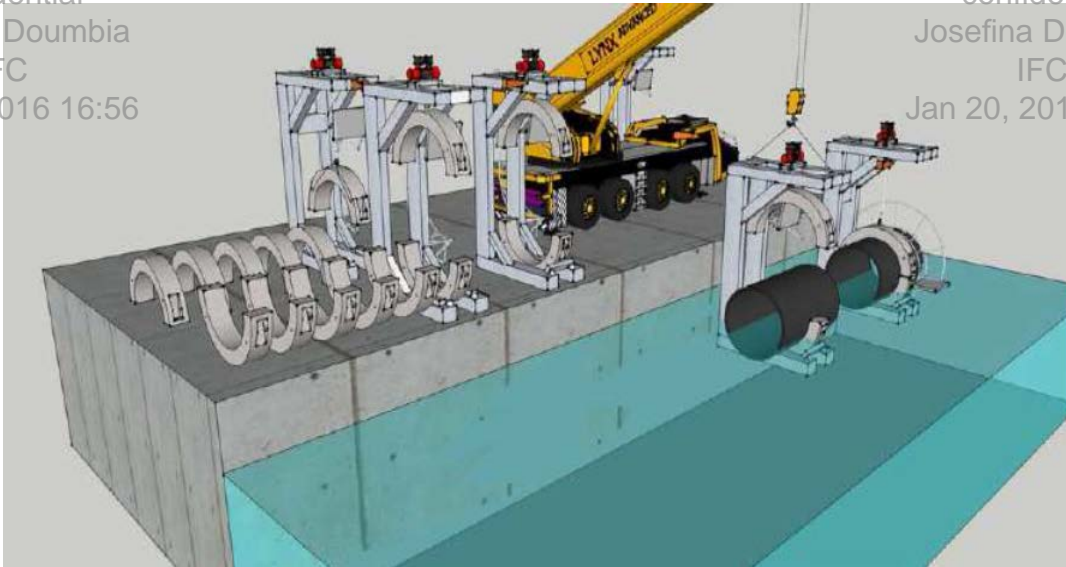
sitio y transportadas hasta su sitio de emplazamiento mediante flotación, estiradas por botes remolcadores, y hundidas y mantenidas en su lugar sobre el lecho marino mediante anillos de concreto, de acuerdo a lo mostrado en las Figuras 18 a la 20.



**Figura 18: Transporte por Flotación y Remolque de Tuberías HDPE a su Sitio de Emplazamiento**



**Figura 19: Segmentos Soldados de Tubería HDPE Listos para Transporte por Flotación (Fuente: GNA)**



**Figura 20: Esquema de Colocación de Anillos de Concreto y Unión de Tuberías HDPE**

#### 4.3.6 Fundaciones para Obras Civiles, Equipos y Estructuras de Soporte

Se construirán obras en concreto reforzado, que formarán parte de las fundaciones de los equipos a instalar y de las cimentaciones de las estructuras de soporte.

Estos trabajos incluyen la colocación de formaletas, preparación y vaciado de mezclas, acabado y curado del concreto, ensayos y pruebas. Debido a las condiciones del terreno, en general las fundaciones serán pilotes perforados y vaciados en sitio, en caso de que la capacidad de soporte del terreno lo justifique, se podrán utilizar también zapatas de hormigón armado.

Las estructuras que requerirán fundaciones son: tanques de almacenamiento, unidad de regasificación, las básculas para el pesaje de los camiones de LNG, planta de tratamiento de aguas y otras requeridas para la Terminal de LNG, así como para la Central Termoeléctrica: la casa de máquinas, oficinas administrativas, talleres, almacenes, bodegas, laboratorios, tanques metálicos y de concreto, estructuras de soporte de los equipos de la central (turbinas, HRSG, etc.) y subestación, el generador con motor diésel de emergencia, transformadores de potencia y todos los otros equipos accesorios que lo requieran.

Las cimentaciones para los tanques metálicos serán básicamente un anillo de concreto, eventualmente soportado por pilotes, con un relleno de concreto de segunda etapa en la superficie.

Para las diferentes estructuras se diseñarán y ejecutarán cimentaciones de acuerdo con las recomendaciones de los estudios de suelos y geotécnicos que se realicen durante la ingeniería de detalle. Los pilotes de fundación tendrán profundidades variables (estimadas entre unos 5 y 25 m), que dependerán de la estructura a soportar y de las características geotécnicas de cada sitio del pilote en particular.

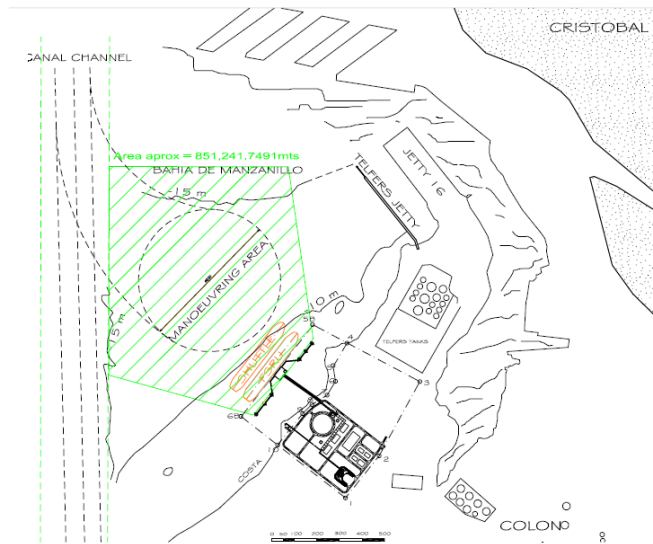
La cimentación de los transformadores de potencia y otras estructuras al aire libre, consistirá en una losa de fundación, la cual posee sistema de drenaje de agua de lluvia y unos tanques o diques para retención de posibles derrames de aceites. Los transformadores quedarán apoyados sobre rieles de deslizamiento, en vigas carrileras ajustadas según el tipo de transformador que se suministre. De igual manera se contemplarán cimentaciones superficiales (tipo zapatas) para los demás equipos del patio de conexiones eléctricas. Se proveerán muros cortafuegos para separar los transformadores según la exigencia de las normas.

#### **4.3.7 Actividades de dragado del canal de navegación y dársena de maniobras**

Como se describió anteriormente, el suministro de LNG para su uso (después de su regasificación) para generación en la Central Termoeléctrica, se hará a través de la Terminal de LNG, mediante buques transportadores de LNG (LNGC = LNG Carriers) de 170,000 m<sup>3</sup>, con un calado de aproximadamente 14.5 m. Además, mientras se construye el Tanque de Almacenamiento de LNG y obras conexas en tierra para la Terminal, el proyecto contempla en una primera etapa, el suministro de gas a la central desde un buque tipo FSU, con capacidad de 130,000 m<sup>3</sup> y un calado similar al de los LNGC, que será también abastecido por estos buques.

Para garantizar el calado requerido para el acceso al muelle de los buques de LNGC y del FSU, se requiere del dragado durante la construcción del Proyecto, de un canal de navegación que conecte con la ruta de navegación del acceso Atlántico del Canal de Panamá, de una dársena de maniobras dentro de la Bahía Manzanillo y una franja de acceso al muelle, tal como se muestra en la Figura 21 Preliminarmente, se estima que será necesario alcanzar una profundidad de dragado de -14 m, como se muestra en la figura.

De acuerdo a estimaciones preliminares, el volumen total a dragar será de aproximadamente 3.5 millones de m<sup>3</sup>, para un área de dragado de cerca de 851,242 m<sup>2</sup> y una profundidad promedio en exceso de los 3.0 m



**Figura 21: Área de Dragado Requerida para el Acceso y Maniobras de los Buques de LNGC y FSU**

Debido al tipo de material hallado en el fondo de la bahía y al cronograma de obras del Proyecto, se propone utilizar una draga tipo retroexcavadora (Corte succión o Back Hoe Dredger – BHD), en combinación con barcasas divididas de carga (Split Hopper Barges – SHB) para dragar el área del cabezal del muelle y materiales duros de las formaciones Gatún y Coral, así como para habilitar áreas de acceso (flotación) para la draga tolva a succión (Trailing Suction Hopper Dredger – TSHD), donde se requiera. Por otro lado, se propone utilizar la TSHD para dragar y disponer los materiales suaves a dragar en las áreas de los canales de acceso y dársena de maniobras.

De acuerdo a los volúmenes estimados a dragar y los rendimientos de los equipos, se anticipa que la draga tipo BHD se podría requerir por un periodo de 4 semanas, y la draga tipo TSHD por un periodo de unas 18 semanas, con lo que los trabajos de dragado podrían ser ejecutados en un periodo de aproximadamente 5 meses.

**4.3.8 Construcción del Muelle de la Terminal de LNG**

La descarga del LNG se realizará en un muelle a ser construido paralelo a la costa, conectado a la terminal mediante un causeway o plataforma montada sobre pilares emplazados en forma de caballete. Las facilidades de atraque del muelle serán dimensionadas para buques LNGC de 170,000 m<sup>3</sup>, con capacidad de descarga de hasta 12,000 m<sup>3</sup>/hr.

El muelle (jetty) será accesible durante el día y la noche (dependiendo de las condiciones climáticas), para permitir las operaciones de amarre. La descarga de buques carrier durante las 24 horas será posible, sujeta a las condiciones del mar.

Se estima que todas las estructuras de soporte (pilares, cubierta de plataformas del muelle y causeway, pasarelas, etc.), serán de acero al carbono, tratadas con recubrimiento especial anticorrosivo y resistente a agentes agresivos por las aguas saladas del mar.

Los pilares serán hincados desde barcas especialmente equipadas, en tanto que la superestructura e instalaciones sobre las plataformas serán instaladas desde barcos equipados con grúas. Igualmente, para las uniones, se tendrán uniones empernadas y soldadas, por lo que será necesario realizar actividades de soldadura, recubrimiento y pintura.

#### **4.3.9 Construcción de Obras Civiles de la Terminal y Central Termoeléctrica**

Todos los elementos de acero y concreto estructural estarán de acuerdo con los requisitos que se dan en el Reglamento Estructural Panameño REP-2004.

Para la ubicación de la central, de acuerdo con el Mapa de Amenaza Sísmica para la República de Panamá, el sector donde se ubica el proyecto es considerado de bajo riesgo sísmico con una aceleración entre 3.0 y 3.2 m/s.

En este sentido, todas las obras civiles estarán construidas de bloques de cemento, estructuras de acero, vigas de concreto o acero, columnas, vigas de amarre, pórticos de concreto o acero, láminas de acero, etc. Los vaciados de concreto se realizarán con la debida inspección de campo la cual llevará registro de los laboratorios pertinentes para demostrar que cumplen con las especificaciones indicadas en los planos de construcción.

Todos los tanques contarán con las previsiones para su llenado (bridas, válvulas, etc.) y se dispondrán las facilidades adecuadas, plataformas y escaleras para facilitar las labores de operación, inspección y mantenimiento de estas estructuras.

De igual forma, se espera que las estructuras de la sala de máquinas estén compuestas por pórticos espaciales, resistentes a momentos, esencialmente completos, sin diagonales, que resistan todas las cargas verticales y fuerzas horizontales.

Las estructuras para tratamiento de aguas: tales como el desarenador, el sedimentador, los tanques de agua cruda, contraincendios, agua desmineralizada y todos aquellos otros compartimientos que se requieran para la adecuada construcción y operación del proyecto, se construirán en concreto reforzado debidamente impermeabilizados y con todos los aditamentos y accesorios requeridos para su correcto funcionamiento. Los pisos serán en concreto reforzado con recubrimiento antiácido de buena resistencia mecánica y química, muros en mampostería o paneles prensados tipo sándwich y fachadas de cierre en ladrillo a la vista, y con puertas de acceso metálicas amplias. Se tendrá especial cuidado en la construcción de este tipo de estructuras con el fin de evitar filtraciones de agua y la corrosión del acero de refuerzo, a fin de obtener un concreto lo más impermeable posible.

Para cada uno de los transformadores de la subestación: se construirán las cimentaciones en concreto reforzado, con sus fosas para la contención de posibles derrames de aceites. Para los movimientos de los transformadores se construirán carrileras para facilitar la maniobra de los mismos. De igual manera se construirán muros cortafuegos entre los transformadores para dar seguridad contra explosión o incendio de alguno de ellos. El patio de conexiones quedará delimitado con un sardinel en concreto perimetral, el cual servirá también para confinar el piso en grava. En esta zona se implementará un sistema de filtros y tuberías de drenaje para evitar inundación por aguas lluvias, sistema que se conectará con el sistema de drenaje general de la central.

En este patio quedarán también las canaletas y cárcamos en concreto reforzado, las bandejas porta cables terrestres y aéreas y los bancos de ductos que servirán para el tendido de los cables de potencia y control entre los diferentes equipos y tableros.

#### **4.3.10 Transporte de Equipos**

Previéndose que los equipos principales a instalar en la terminal de LNG y planta termoeléctrica sean de procedencia extranjera, se realizó un análisis en el cual se evalúa la información actualizada de la infraestructura de transporte a utilizar.

Una de las últimas etapas de la construcción consiste en el traslado de los equipos que integrarán la terminal y central hacia el área del proyecto. La siguiente tabla relaciona las dimensiones y pesos de los equipos con mayor incidencia en cuanto a su transporte y que corresponden con la unidad de generación a instalar (100 MW cada unidad de turbina).

**Tabla 2**  
**Dimensiones y Pesos de los Equipos Críticos del Proyecto**

Equipo	Dimensión	Valor
Turbina a Gas	Dimensiones	28m x 7,5m
	Peso (ton)	770 ton
Turbina a Vapor	Dimensiones	1m x 4,5m
	Peso (ton)	420 ton
HRSG	Dimensiones	35m x 15m
	Peso (ton)	920 ton (vacía)
Condensador	Dimensiones	8m x 6,5m
	Peso (ton)	188 ton vacías, 319 ton en operación
Transformador	Dimensiones	4,5m x 9,5m
	Peso (ton)	165 ton

El transporte de los equipos se realizará principalmente por vía marítima, aprovechando la vecindad del área del proyecto con el Muelle 16 (dependiente del Puerto de Cristóbal). Es importante indicar que no existen restricciones para el transporte de los equipos requeridos desde los países de origen hasta el puerto de embarque, ya que los potenciales fabricantes que se han identificado han realizado la exportación de equipos similares desde sus plantas de fabricación hasta diferentes lugares del mundo.

#### 4.3.11 Montaje Electromecánico

Una vez concluyen las obras civiles y se cuenta en el sitio con los equipos que conforman la Terminal y la Central prosigue el montaje de los equipos mecánicos y eléctricos. Además, en esta etapa se realizarán los montajes necesarios para la planta de tratamiento de agua y una planta de tratamiento de efluentes y neutralización.

El montaje será realizado utilizando grúas y equipos de izamiento adecuados, más las herramientas normales y especiales requeridas para cada tipo de montaje. El orden de montaje de los equipos lo establecerá el contratista en su planeación detallada y estará de acuerdo a su experiencia y requerimientos del proyecto.

#### 4.3.12 Pruebas y Puesta en Servicio

##### Pruebas de la Terminal

Las pruebas y puesta en servicio es la etapa previa a la operación de la terminal. Como se mencionó anteriormente, debido al tiempo requerido para la construcción del Tanque principal de Almacenamiento, de 170,000 m<sup>3</sup> de capacidad, que va más allá del plazo de inicio de operación de la planta (primer semestre de 2018), el proyecto contempla en una primera etapa, la construcción de un tanque pequeño de almacenamiento, de 10,000 m<sup>3</sup> de capacidad y el suministro de gas a la central desde un buque tipo FSU (Floating Storage Unit – Unidad Flotante de Almacenamiento, por sus siglas en inglés), que entregará el LNG en el muelle para su conducción a la unidad de regasificación a través del tanque pequeño, mientras se construye el tanque principal y demás instalaciones conexas de la terminal en tierra.

En este contexto, las pruebas de funcionamiento previo al inicio de operación de la terminal, comprenderán el adecuado funcionamiento de las instalaciones de transferencia del LNG desde el muelle hacia el tanque pequeño y a la unidad de regasificación, y de la unidad de regasificación como tal. Pruebas adicionales serán realizadas de la integridad y funcionamiento del tanque principal de almacenamiento, antes de que este sea integrado al funcionamiento de la terminal.

Las pruebas de mayor relevancia comprenderán, entre otras, las siguientes, todas en cumplimiento de protocolos especializados y las prácticas internacionales:

- Pruebas hidráulicas de sistemas de tuberías, tanques y circuitos mecánicos
- Pruebas de integridad de los tanques de almacenamiento
- Pruebas de fase y aislamiento de los equipos eléctricos
- Pruebas de ajustes y protecciones de bombas
- Pruebas del sistema de recepción y transferencia del LNG
- Medición de ruidos

- Medición de emisiones a la atmósfera
- Medición y caracterización de los vertimientos

### **Pruebas de la Central Termoeléctrica**

La terminal de LNG tiene un tiempo estimado de construcción de 24 meses. La central termoeléctrica igualmente tiene 24 meses de construcción, incluyendo el comissioning. Como no se tiene seguridad de que estará listo para correr en gas desde el inicio, se tiene previsto que la central corra en diesel durante esta etapa (comissioning), que es cuando se realizarán las pruebas.

Las pruebas de mayor relevancia comprenderán, entre otras, las siguientes:

- Pruebas hidráulicas de los circuitos mecánicos
- Pruebas de limpieza, passivasion y soplado a vapor de las calderas y tuberías de todos los circuitos de vapor
- Pruebas de fase y aislamiento de los equipos eléctricos
- Pruebas de interconexión entre las instalaciones eléctricas de las unidades de generación de la central con la subestación asociada
- Pruebas de ajustes y protecciones de turbinas y generadores
- Pruebas del sistema de recepción y transferencia del gas natural.
- Medición de ruidos
- Medición de emisiones a la atmósfera
- Medición y caracterización de los vertimientos
- Pruebas de rechazo de carga
- Pruebas de aceptación (pruebas de eficiencia y capacidad de 2x381 MW brutos)
- Pruebas de aceptación basadas en diesel
- Operación comercial de la central de acuerdo con la reglamentación de conexión; y
- Puesta en operación de este tipo de centrales de la ASEP y las disposiciones de ETESA

#### 5.4.2.10 Retiro de Instalaciones y Desmovilización

Una vez terminada la construcción de las obras del proyecto, se procederá con la limpieza y el desmantelamiento de las estructuras y reconfiguración de las áreas ocupadas por las obras temporales. Los desechos provenientes de estas actividades serán segregados según tipo para su disposición final. Se identificarán aquellos materiales que pudieran ser reutilizados para así disminuir el volumen de desechos a disponer.

Toda la maquinaria y equipo, estén operativos o no, al igual que todos los desechos materiales, y en general todo lo que se haya utilizado en las áreas de trabajo durante el proceso de construcción, será retirado del sitio.

Una vez retirados todos los elementos ajenos al entorno, se procederá a reponer cualquier daño producido por el proyecto. Se removerá cualquier indicio de contaminación por el manejo de hidrocarburos, productos bituminosos y desechos; mediante procedimientos efectivos y amigables al ambiente. Finalmente, se revegetarán aquellas áreas utilizadas dentro y fuera del área del proyecto que, durante la etapa de construcción fueron desprovistas de su capa vegetal y que no fueron pavimentadas; tratando de esta manera de recuperar o restaurar parte de la vegetación perdida.

#### 4.4. Identificación y valoración de Impactos del Proyecto

Una vez identificados los impactos sobre el ámbito físico, biológico y socioeconómico del proyecto, se procedió a realizar una valoración de dichos impactos que puede resumirse en la tabla anexa. Dicha valoración se realiza tomando en consideración las siguientes características de los impactos: Intensidad, extensión, sinergia, persistencia, efecto, riesgo de ocurrencia, acumulación. De igual forma, se hará una breve descripción de los principales impactos derivados del proyecto:

**Tabla 3. Valoración de Impactos Potenciales Generados por el Proyecto**

Impactos Potenciales	Código	Fase de Construcción			Fase de Operación		
		Carácter	Efecto	Signific.	Carácter	Efecto	Signific.

confidential

confidential

Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

Impactos Potenciales	Código	Fase de Construcción			Fase de Operación		
		Carácter	Efecto	Signific.	Carácter	Efecto	Signific.
Alteración de la calidad del aire	A-1	(-)	D	33	(-)	D	49
Cambio micro-climático	A-2	(-)	I	33	(-)	I	47
Cambios en el potencial de captura de carbono	A-3	(-)	I	31	(-)	I	23
Aumento en los niveles de ruido y vibraciones	R-1	(-)	D	30	(-)	D	40
Hundimientos y Asentamientos Diferenciales	S-1	(-)	D	18	(+/-)	0	0
Aumento del riesgo de deslizamientos	S-2	(-)	D	21	(+/-)	0	0
Incremento de la erosión de los suelos y sedimentación	S-3	(-)	D	32	(-)	D	16
Compactación del suelo	S-4	(-)	D	46	(-)	D	20
Contaminación de los suelos	S-5	(-)	D	26	(-)	I	24
Cambio en el régimen de escorrentía	S-6	(-)	D	31	(-)	D	0
Alteración de la calidad de aguas superficiales, subterráneas y marinas	AG-1	(-)	D	34	(-)	D	50
Pérdida de la cobertura vegetal	V-1	(-)	D	36	(+/-)	0	0
Pérdida del hábitat de fauna terrestre	F-1	(-)	D	36	(+/-)	0	0
Afectación de la fauna silvestre	F-2	(-)	D	27	(-)	D	22
Riesgo de atropello de la fauna silvestre	F-3	(-)	D	17	(-)	D	21
Cacería furtiva	F-4	(-)	D	21	(-)	D	12
Perturbaciones de las comunidades pelágicas y bentónicas	RM-1	(-)	D	22	(-)	D	16
Afectación del ecosistema acuático	EA-1	(-)	D	36	(-)	I	36
Probabilidad de afectación a la salud y seguridad de trabajadores y residentes cercanos	S0-1	(-)	D	48	(-)	D	45
Presión sobre servicios públicos y estilos de vida comunitarios	S0-2	(-)	D/I	60	(+/-)	0	0

Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

confidential

confidential

Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

Impactos Potenciales	Código	Fase de Construcción			Fase de Operación		
		Carácter	Efecto	Signific.	Carácter	Efecto	Signific.
Generación de expectativas sociales y/o laborales	SE-3	(-)	D	59	(-)	D	41
Generación de empleos	SE-4	(+)	D	78	(+)	D	45
Estímulo a la economía nacional	SE-5	(+)	I	63	(+)	I	77
Contribución al sistema energético nacional	SE-6	(+/-)	0	0	(+)	D	81
Afectación a la calidad visual del paisaje	P-1	(-)	D	34	(+/-)	D	42
Afectación a sitios históricos y arqueológicos conocidos	AR-1	(-)	D	30	(+/-)	0	0
Afectación a sitios históricos y arqueológicos desconocidos	AR-2	(-)	D	27	(+/-)	0	0
<b>Total de Impactos</b>  <b>30</b>		(-)=25 (+)=4 (+/-)=1	D=28  I=2	<b>B=4</b> <b>M=15</b> <b>A=0</b> <b>MA=0</b>	(-)=14 (+)=5 (+/-)=11	D=15  I=5	<b>B=8</b> <b>M=4</b> <b>A=1</b> <b>MA=0</b>

Leyenda:

Carácter	Efecto	Significancia del Impacto (SF)
- = Impacto negativo	D = Directo	<b>B = Baja</b>
+ = Impacto positivo	I = Indirecto	<b>M = Moderada</b>
+/- = impacto neutro	NA = No Aplica	<b>A = Alta</b>
		<b>MA = Muy Alta</b>

Fuente: Elaborado por URS Holdings.

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

#### **4.4.1. Impactos al Medio Físico:**

Se identificaron un total de once (11) potenciales impactos negativos que pueden incidir sobre el medio físico (aire, ruido, suelo y agua), y que a continuación son descritos y evaluados. No se identificaron impactos positivos al medio físico.

##### **4.4.1.2. Alteración de la Calidad del Aire (A-1)**

###### **Fase de Construcción**

Debido a las actividades de preparación del terreno, excavaciones y rellenos, movilización de materiales y equipos y otros, se produce un incremento en la emisión de partículas que pueden temporalmente elevar los niveles de inmisión de partículas en suspensión.

Así mismo, la preparación del terreno (movimientos de tierra, limpieza, nivelaciones, relleno), así como excavaciones para fundaciones y las actividades de construcción en general utilizarán equipos y vehículos que en caso de no cumplir con las revisiones exigidas, producirán un leve aumento local, temporal e intermitente en la emisión de gases de combustión en el sitio del proyecto, principalmente gases como CO<sub>2</sub>, CO, NOx y SO<sub>2</sub>.

Adicionalmente, las actividades de dragado del canal de navegación y dársena de maniobras, producirán un aumento temporal de las emisiones de gases (CO<sub>2</sub>, CO, NOx y SO<sub>2</sub>), debido a la utilización de equipos, vehículos y embarcaciones. Estas actividades podrían ocasionar un impacto, en el caso de no programarse y de emplear equipos y combustibles de mala calidad.

El impacto es considerado moderado dado que está acotado en el tiempo y puede mitigarse considerando medidas adecuadas al momento de la construcción.

###### **Fase de Operación**

Durante la etapa de operación de la central termoeléctrica se producirán gases por la combustión del gas natural con el que operan las turbinas y, cuando se requiera operarlas (para arranques y eventual falta de suministro de gas natural) con diésel liviano, caracterizados principalmente por la presencia de Óxidos de Nitrógeno (NOx) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), los cuales, en el caso del presente proyecto, serán emitidos a la atmósfera por las chimeneas de las turbinas.

Las emisiones esperadas a la salida de cada chimenea, se muestran en la **Tabla 4**

**Tabla 4- Emisiones en la Chimenea**

Gas	Emisión Prevista	Guías del Banco Mundial
NO <sub>2</sub> -Gas	25 ppm	25 ppm
SO <sub>2</sub> -Gas	NA	NA
PM-Gas	NA	NA
NO <sub>2</sub> -Diesel	42 ppm	74 ppm
SO <sub>2</sub> -Diesel	0.05% sulfuros	<0.5%
PM-Diesel	4 ppm	30 mg/NM <sup>3</sup> <sup>b</sup>

<sup>b</sup> - Miligramos por m3 normal, seco a 15% de oxígeno

**Fuente: GNA**

Como se muestra en la tabla, el nivel de emisiones en chimenea previsto por el proyecto, cumple con las guías del Banco Mundial.

A este respecto, es importante destacar, que las turbinas a combustión a gas natural (y diésel liviano) son consideradas una de las opciones más amigables para la generación de energía eléctrica a través de la quema de combustibles fósiles, ya que el gas natural no contiene cenizas, prácticamente cero azufres y cero metales, en tanto que la emisión de nitratos, sulfuros y PM se encuentra muy por debajo de los límites permitidos por las Guías del Banco Mundial. Sin embargo, la operación de estas turbinas, conlleva la emisión de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>).

Por otra parte, se debe destacar que para maximizar la eficiencia de generación, el proyecto contempla la denominada tecnología del Ciclo Combinado (Gas – Vapor), en el que, acoplado a cada turbina a gas, se tendrá una unidad de generación (producción) de vapor, desde donde se alimentará la turbina a vapor de la central. Para la producción de vapor, la unidad utiliza un Generador de Vapor por Recuperación de Calor, o HRSG (Heat Recovery Steam Generator por sus siglas en inglés) en el cual el calor residual contenido en los gases generados por la turbina a gas es utilizado para calentar y posteriormente producir vapor de agua, que es el insumo de la turbina a

vapor. Estos ciclos combinados alcanzan eficiencias de 55% comparadas con valores de del 37% (o inferiores) para las plantas que utilizan carbón como combustible.

Con el objeto de evaluar el potencial impacto sobre la calidad del aire en la etapa de operación del proyecto, en base a los reportes de calidad de aire disponibles en el área del proyecto y los datos de emisiones proporcionados por los fabricantes para la operación de los principales equipos de la planta (proporcionados por GNA), se ha realizado una simulación para determinar la dispersión de contaminantes emitidos a la atmósfera por las chimeneas de las turbinas. Para este propósito se utilizó el modelo ISCST3 (Industrial Source Complex Versión 3 - Short Term), aprobado por la Agencia de Protección del Ambiente de Estados Unidos (EPA Version 02035), para realizar simulaciones con el objeto de predecir las concentraciones vientos abajo de la(s) chimenea(s). (Ver Anexo 6)

Se realizó la simulación de la dispersión de los gases mencionados, emitidos por las chimeneas de las turbinas, considerando una central de 381 MW (3 chimeneas) y las dos centrales de 381 MW c/u (6 chimeneas). En ambos casos, se realizó la simulación para la operación con Gas Natural (que será la forma normal de operación), y con diésel liviano (con el que se operará la central, de acuerdo a lo descrito en el Capítulo de Descripción del Proyecto, en el periodo de arranque de la operación y en casos excepcionales).

Como resultado de la simulación, se encontró que las concentraciones de los gases considerados, cumplen con los límites permitidos por los estándares de la legislación panameña, así como con los límites incluidos en las guías del Banco Mundial, tal como se muestra en las Tablas 9-4 a 9-7 incluidas a continuación, para los casos de una y las dos centrales respectivamente. Se puede observar que los valores hallados para una sola central son un tanto menores y, por tanto, implican una menor afectación.

**Tabla 5 Resumen de Impactos – Operación Rutinaria con Gas Natural – 3 Chimeneas**

Contaminante	Periodo	Impacto en Sitio	Concentración en Entorno	Impacto Total ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Guía Banco Mundial	Normas Panameñas
--------------	---------	------------------	--------------------------	--	--------------------	------------------

Josefina Doumbia IFC		( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Josefina Doumbia IFC	
SO <sub>2</sub>	10-min	0.00	160.26	160.26	500	365
	24-hr	0.00	64.10	64.10	125	365
	Anual	0.00	41.67	41.67	--	80
NO <sub>2</sub>	1-hr	85.10	49.35	134.45	200	--
	24-hr	11.68	19.74	31.42	--	150
	Anual	1.75	12.83	14.58	40	100
CO	1-hr	8.32	0.00	8.32	--	30,000
	8-hr	2.06	0.00	2.06	--	10,000
PM <sub>10</sub>	24-hr	0.44	29.17	29.61	50	150
	Anual	0.08	18.96	19.04	20	50

**Tabla6. Resumen de Impactos - Operación Rutinaria con Diesel – 3 Chimeneas**

Contaminante	Periodo	Impacto en Sitio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentración en Entorno ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Impacto Total ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Guía Banco Mundial ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Normas Panameñas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
SO <sub>2</sub>	10-min	1.96	160.26	162.22	500	--
	24-hr	0.27	64.10	64.37	125	365
	Anual	0.00	41.67	41.67	--	80
NO <sub>2</sub>	1-hr	108.45	49.35	157.80	200	--
	24-hr	22.36	19.74	42.10	--	150
	Anual	0.17	12.83	13.00	40	100

Contaminante	Periodo	Impacto en Sitio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentración en Entorno ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Impacto Total ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Guía Banco Mundial ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Normas Panameñas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
CO	1-hr	0.59	0.00	0.59	30,000	
	8-hr	0.15	0.00	0.15	10,000	
PM <sub>10</sub>	24-hr	0.80	29.17	29.97	50	150
	Anual	0.01	18.96	18.97	20	50

**Tabla 7. Resumen de Impactos – Operación Rutinaria con Gas Natural – 6 Chimeneas**

Contaminante	Periodo	Impacto en Sitio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentración en Entorno ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Impacto Total ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Guía Banco Mundial ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Normas Panameñas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
SO <sub>2</sub>	10-min	0.00	160.26	160.26	500	--
	24-hr	0.00	64.10	64.10	125	365
	Anual	0.00	41.67	41.67	--	80
NO <sub>2</sub>	1-hr	111.16	49.35	160.50	200	--
	24-hr	23.05	19.74	42.79	--	150
	Anual	3.52	12.83	16.35	40	100
CO	1-hr	16.66	N/A	16.66	--	30,000
	8-hr	4.48	N/A	4.48	--	10,000
PM <sub>10</sub>	24-hr	0.92	29.17	30.09	50	150
	Anual	0.16	18.96	19.12	20	50

**Tabla 8. Resumen de Impactos – Operación Rutinaria con Diesel – 6 Chimeneas**

Contaminante	Periodo	Impacto en Sitio	Concentración en	Impacto Total	Guía	Normas
--------------	---------	------------------	------------------	---------------	------	--------

confidential

confidential

		( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Entorno ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Banco Mundial ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Panameñas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
SO <sub>2</sub>	10-min	3.93	160.26	164.19	500	--
	24-hr	0.53	64.10	64.64	125	365
	Anual	4.04E-03	41.67	41.67	--	80
NO <sub>2</sub>	1-hr	126.74	49.35	176.09	200	--
	24-hr	41.28	19.74	61.02	--	150
	Anual	0.34	12.83	13.17	40	100
CO	1-hr	1.19	N/A	1.19	--	30,000
	8-hr	0.32	N/A	0.32	--	10,000
PM <sub>10</sub>	24-hr	1.67	29.17	30.83	50	150
	Anual	0.01	18.96	18.97	20	50

#### 4.4.1.2. Cambio Climático (A-2)

##### Fase de Construcción

Debido al cambio de uso de suelo y la consecuente pérdida de vegetación y de biomasa se generarán cambios en las variables climáticas, reflejados en el incremento de la temperatura ambiente, lo cual a su vez se reflejará en una reducción de la humedad, principalmente sobre las áreas a través de las cuales se emplazarán los diferentes componentes del proyecto. No obstante este impacto es moderado, dado que el área ya había sido previamente intervenida.

Durante la fase de operación y durante toda la vida útil del proyecto, se mantendrá el impacto sobre el microclima ocasionado por la construcción de las obras. Sin embargo, se espera también que se produzca la regeneración artificial o natural de la vegetación en las superficies no ocupadas en forma permanente por las obras o instalaciones. Además habrá un impacto positivo producto

de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en comparación a otras fuentes energéticas que pudieran utilizarse y además considerando el efecto positivo que resultaría de la conversión de plantas que actualmente queman diesel o bunker y que pasaran a convertirse a Gas Natural.

#### ***4.4.1.3. Cambios en el Potencial de Captura de Carbono (A-3)***

##### **Fase de Construcción**

El potencial de captura de carbono en el área del proyecto se reducirá en cierta medida debido a los cambios de uso de tierras ocupadas hoy día por gramíneas con árboles dispersos y manglares, hacia superficies ocupadas con las instalaciones del proyecto, o suelos desnudos. Esta pérdida de potencial de captación ocurriría tanto por la pérdida de la cobertura vegetal como por la pérdida de biomasa del suelo durante la etapa de construcción. Esto se traduciría en mayores emisiones de dióxido de carbono, las cuáles se relacionan a nivel global con el fenómeno del cambio climático.

El impacto sobre el potencial de captura de carbono ocasionado durante la construcción del Proyecto se mantendrá durante la fase de operación, y toda la vida útil del proyecto. Sin embargo, la regeneración natural en aquellas áreas que permanezcan descubiertas (áreas verdes) constituirá una mitigación a este impacto.

#### ***4.4.1.4. Aumento en los Niveles de Ruido y Vibraciones (R-1)***

Las actividades a realizarse durante la fase de construcción incrementarán los niveles sonoros registrados en el área del proyecto, debido a operaciones como la movilización e instalación de infraestructuras, funcionamiento de maquinaria y equipo pesado tales como retroexcavadoras, bulldozers y rodillos compactadores, equipo de hincado de pilotes para el muelle, el incremento de la actividad humana en los frentes de construcción, actividades de preparación del terreno, excavaciones, rellenos y procesos de construcción, dragado de canal de navegación y dársena de maniobras, el transporte de materiales, construcción de fundaciones, montaje de equipos, los cuales causarán un incremento en los niveles sonoros, originando un impacto negativo y de carácter directo, aunque temporal.

Durante la etapa de operación no se esperan niveles de ruido que superen los estándares normales de operación de una planta de estas dimensiones (85 DBA en zonas cercanas al equipo y 70 DBA en el entorno de la planta)

No obstante, todos los impactos en esta área se consideran de nivel moderado dado que en este momento ya la misma se encuentra intervenida.

#### ***4.4.1.5. Hundimientos y Asentamientos Diferenciales (S-1)***

##### **Fase de Construcción**

Las excavaciones que se realicen durante la fase de construcción pueden influenciar las condiciones hidrogeológicas y liberar tensiones en el suelo. Asimismo, la conformación de rellenos puede conllevar a la introducción de cargas externas (como efecto del relleno) que pueden exceder la resistencia natural del terreno. En este contexto, para la fundación de las estructuras principales, se ha establecido la necesidad de utilizar pilotes perforados y vaciados en sitio. Igualmente, para una adecuada consolidación de los rellenos, se prevé la realización de drenes de agotamiento o asentamiento (wip drains) y otras medidas de estabilización. El impacto se considera moderado.

#### ***4.4.1.6. Aumento del Riesgo de Deslizamientos (S-2)***

Se mantendrá control permanentemente sobre las deformaciones, y se deberán conformar los taludes de excavaciones y rellenos de tal manera de evitar la ocurrencia de deslizamientos, mediante la aplicación de técnicas apropiadas de excavación y conformación de rellenos, además de medidas geotécnicas tales como el control de drenaje y estabilización apropiada de taludes de cortes y rellenos.

#### ***4.4.1.7. Incremento en la Erosión de los Suelos y la Sedimentación (S-3)***

##### **Fase de Construcción**

Durante el movimiento de tierras los suelos estarán expuestos durante algunas semanas, hasta que después de construidas las fundaciones necesarias para el proyecto, se utilice la mayor parte de los suelos en el relleno de las fosas y se depositen los suelos sobrantes alrededor de las bases de las fundaciones o en áreas cercanas.

De este modo, las actividades del Proyecto pueden impactar negativamente los suelos produciendo pérdidas por erosión hídrica o lavado durante la ocurrencia de lluvias fuertes. El incremento en los niveles de erosión será de mayor magnitud en los sitios donde se estén dando este tipo de acciones con pendientes mayores de 25% (principalmente en taludes de excavaciones

y rellenos). Otros sectores en los que las acciones del proyecto tienen potencial de producir

pérdida de suelos y su arrastre o lavado hacia los cauces de agua, son los sectores de obras de infraestructura (vías internas y otras instalaciones).

Durante la fase de operación del Proyecto, el proceso de erosión hídrica disminuye considerablemente con respecto a la fase de construcción, una vez implementada la restauración y revegetación de las áreas donde se realizaron excavaciones y rellenos.

#### ***4.4.1.8. Compactación del Suelo(S-4)***

Durante la fase de construcción la compactación de los suelos será mayor en los sitios de movimiento de tierra e instalación de las estructuras, ya que se requiere de equipos pesados para la ejecución de estas actividades. El impacto se considera de carácter moderado.

#### ***4.4.1.9. Contaminación de los Suelos (S-5)***

Durante la fase de operación, existe un riesgo de contaminación al suelo por derrames que puedan sufrir los vehículos y equipos utilizados para la operación y mantenimiento de las instalaciones de la central termoeléctrica y terminal de LNG, así como durante el manejo y almacenamiento de materiales y sustancias químicas y residuos peligrosos.

Por lo antes expuesto, el impacto total atribuible a la contaminación del suelo por el Proyecto en la etapa de operación sería negativo e indirecto, de ocurrencia probable, de intensidad e importancia media, persistencia media y extensión parcial. No se considera que tenga efectos acumulativos ni sinérgicos. Es mitigable con la aplicación de medidas correctivas y de limpieza y es reversible de manera natural en el mediano plazo.

#### ***4.4.1.10. Cambio en el Régimen de la Escorrentía (S-6)***

Este impacto puede generarse en el desarrollo de actividades como la preparación del terreno, excavación y relleno, construcción de fundaciones, vías internas y obras civiles y disposición de estériles y escombros. Cabe resaltar sin embargo que durante esta etapa se construirán los drenajes de aguas pluviales internos de la central termoeléctrica y terminal de LNG los cuales permanecerán durante la etapa de operación.

#### ***4.4.1.11. Alteración de Calidad de las Aguas Superficiales, Marinas y Subterráneas (AG-1)***

##### **Fase de Construcción**

La calidad de las aguas superficiales y subterráneas podría verse afectada por las actividades de movimiento de tierras y el aumento de la erosión de los suelos y sedimentación, principalmente

en las áreas donde se realicen excavaciones y rellenos. Por otra parte, la calidad de las aguas marinas de la bahía puede verse afectada por las actividades de dragado, además de la instalación de las estructuras de soporte del muelle (pilotes) y la instalación de las tuberías de captación y descarga del agua de mar a ser utilizada durante la operación para la producción de vapor, enfriamiento y otros usos en la terminal y central termoeléctrica. También, puede ocurrir contaminación de las aguas por derrames de hidrocarburos provenientes de las maquinarias, embarcaciones y vehículos a motor, así como por las aguas residuales domésticas generadas por el personal que trabaje en la construcción.

Durante la construcción, se requiere realizar el dragado del canal de navegación y dársena de maniobras para la operación del muelle de la terminal de LNG. Este dragado es requerido para alcanzar la profundidad necesaria (-14 msnm) que permita la navegación y maniobras de embarcaciones asociadas al proyecto (buques LNGC). La remoción de lodos y material del fondo marino en el área de dragado (en un volumen total estimado de hasta 3.5 millones de m<sup>3</sup>) puede alterar la calidad de agua debido a la dispersión de sedimentos finos que ocasionaría un incremento en la turbiedad del agua afectando la cantidad de luz disponible en el agua hasta que sedimente el material suspendido. Este incremento de turbiedad podría llegar a afectar a la flora y fauna bentónica. La magnitud del efecto del dragado dependerá del tipo de draga a utilizar, la cual dependerá del tipo de material a remover.

Cabe resaltar que para determinar la composición del sedimento en el fondo de la bahía y zonas aledañas, se realizó un programa de muestreo de sedimentos que comprendió 6 muestras localizadas en el fondo de la bahía. Como resultado de los análisis, se encontró que de acuerdo a las normas de referencia utilizadas (Norma del Estado de Florida en USA y Norma Canadiense), la mayoría de los parámetros analizados presentaron concentraciones superiores a los límites allí presentados, para todos los puntos de muestreo, con concentraciones elevadas de arsénico, cromo, cobre, níquel y mercurio. Las fuentes de contaminación cercanas al área evaluada, que pudieran ocasionar las concentraciones detectadas, incluyen las actividades actuales y pasadas relacionadas con la vialidad existente, la presencia de embarcaciones en el área de la bahía Limón, el aporte de sustancias a la columna de agua desde sectores poblados y su arrastre por las corrientes hasta el área del proyecto.

La anterior muestra que las zonas donde se pretende realizar los trabajos de dragado previstas como parte del Proyecto, se encuentran en cierta medida ya sometidas a alteraciones periódicas

por los dragados de mantenimiento realizados para el Acceso Atlántico del Canal de Panamá y por las actividades industriales y domésticas en el entorno de la bahía. Del mismo modo, el sitio de vertimiento para la disposición del material de dragado, ya es utilizado actualmente para el depósito del material proveniente del dragado de mantenimiento periódico del Canal.

Para la evaluación de la dispersión espacial del material en el área a dragar y de las descargas de material dragado en el sitio de disposición (Manzanillo 3), se efectuó una simulación con un modelo matemático de la evolución de las plumas de concentraciones de sedimentos en suspensión (ver Anexo 5). El modelo aplicado fue el DESCAR III, para simulación bidimensional de la dispersión y transporte de sedimento y/ o contaminantes.

En el caso del área a dragar, los resultados de la simulación indican, que la pluma de dispersión por efectos del dragado es casi imperceptible debido a la profundidad donde se realiza la succión y aunque el proceso es dominado por flotación, las concentraciones a nivel superficial y fondo son casi normales; por lo que el efecto causado por las actividades de dragado es puntual. Las máximas concentraciones en el fondo  $5.5 \text{ g/m}^3$  no sobrepasan los 14 m en el primer escenario. Mientras, que para el segundo los  $20 \text{ g/m}^3$  no sobrepasan los 20 m de distancia de donde se draga. Por lo tanto, las actividades del dragado, por su propia naturaleza, no provocarán significativas modificaciones de las características físicas del medio marino. Así, como tampoco se verán afectadas las estructuras físicas existentes, principalmente debido a que la pluma de dispersión de sedimentos es muy local y de poca extensión.

En el caso del sitio de disposición, los resultados de la simulación indican que la corriente sub-inercial tiende a exportar o transportar los sedimentos hacia el sector NE (mar adentro). La modelación en esta fase establece que la concentración inicial de los Sólidos Suspendidos, disminuye a  $20 \text{ g/m}^3$ , a los 105 m. Mientras, que la extensión máxima de la pluma se alcanza a los 552 m de distancia desde el punto de vertido, lo que permite establecer que el área, posee capacidad de disolución a distancias muy cercanas al punto de vertido inicial y que la dispersión vertical es alta, el 77 % del material vertido por su densidad se va al fondo en el punto de vertido, lo que es una condición que favorece al sistema debido a que se reduce el volumen de partículas en suspensión.

Durante la operación de la terminal y planta termoeléctrica, el proceso de generación de energía requiere de la utilización de agua para los procesos de intercambio de calor en las turbinas de vapor. El Proyecto Costa Norte empleará agua de mar que será tomada de la bahía. El agua de mar captada a una temperatura de aproximadamente 28 °C, es circulada dentro del ciclo de intercambio de calor de la planta y devuelta al mar con una temperatura de aproximadamente 38 °C. A partir de su descarga, iniciará el proceso de mezcla con el agua de mar y el correspondiente proceso de enfriamiento, formándose una pluma térmica, cuya extensión y potenciales efectos se describen más adelante.

Por otro lado, durante la fase de operación la generación de aguas residuales domésticas disminuirá en comparación con la fase de construcción debido a que la cantidad de personal se reducirá, además, el presente proyecto contempla el hecho de que las aguas residuales domésticas no serán descargadas previo tratamiento, a ningún cuerpo de agua, ya que serán tratadas en una planta de tratamiento dentro de las instalaciones del proyecto, de acuerdo a las regulaciones locales y nacionales.

La operación de la terminal supone el incremento del tráfico de embarcaciones en el área, que deberá ser estrechamente coordinado con la Autoridad del Canal de Panamá de manera que no se tengan accidentes que puedan producir contaminación de las aguas marinas.

Finalmente, la calidad de las aguas marinas puede verse afectada además por los trabajos de dragado de mantenimiento del canal de navegación y dársena de maniobras, requeridos durante la fase de operación del proyecto, así como por la disposición del material dragado, al generar dispersión de sedimentos y afectación a la cantidad de luz disponible en el agua hasta que el material sedimente.

No cabe duda, que el impacto potencial más importante sobre la calidad de las aguas durante la operación, se producirá por la descarga térmica de las aguas utilizadas en el proceso de enfriamiento de la central termoeléctrica. En este marco, tanto el anteproyecto de Reglamento DGNTI-COPANIT RT-35-2011, como los Lineamientos de Medio Ambiente, Salud y Seguridad del IFC – Banco Mundial para Plantas Termoeléctricas (Environmental, Health, and Safety Guidelines for Thermal Power Plants del año 2008), incluyen consideraciones sobre descargas térmicas y la conformación de una zona de mezcla.

El anteproyecto DGNTI-COPANIT RT-35-2011, (en su Tabla 1 - Límites Máximos Permisibles de las Descargas de Efluentes Líquidos a Cuerpos Receptores), establece que “Para determinar la diferencia en la temperatura ( $T$ ), se comparará la temperatura medida en el cuerpo receptor antes de la descarga y la temperatura medida en el mismo, luego que la descarga se ha mezclado en un 100% con el cuerpo receptor. Para la medición de la Temperatura antes de la descarga, se deberá seleccionar un sitio sobre el cuerpo receptor que no esté impactado con la descarga del agua residual. Este sitio será determinado para cada establecimiento emisor y aprobado por la Autoridad Competente, en tanto que el sitio para medir la temperatura del cuerpo receptor impactado con la descarga del agua residual, se debe localizar justamente en el borde de la zona de mezcla, donde se logra el 100% de la mezcla de la descarga con el cuerpo receptor. Este sitio será determinado para cada establecimiento emisor y aprobado por la Autoridad Competente”.

Por su parte, los lineamientos del Banco Mundial recomiendan que “en general, la descarga térmica debiera ser diseñada de tal manera de asegurar que la temperatura del agua descargada no resulte en excedencia de los estándares de temperatura ambiente del cuerpo receptor, más allá de una zona de mezcla establecida científicamente, definida típicamente como la zona en la que se produce la dilución inicial de una descarga y dentro de la cual se permite que se excedan los límites permisibles, tomando en cuenta el efecto acumulativo de las variaciones estacionales, temperatura ambiente del agua, uso de agua del cuerpo receptor y capacidad asimilativa, entre otras consideraciones”. Dichos lineamientos indican además, que “el establecimiento de dicha zona de mezcla es específica del proyecto y podría estar establecida por las regulaciones nacionales (locales) y confirmada o actualizada mediante el proceso de evaluación de impactos del proyecto”, para lo cual recomiendan la utilización de un modelo hidrodinámico matemático o físico de la pluma térmica ocasionada por la descarga, mencionando como ejemplo la aplicación del modelo CORMIX (Cornell Mixing Zone Expert System por sus siglas en inglés) para la simulación hidrodinámica de la zona de mezcla, desarrollado por la U.S. Environmental Protection Agency (EPA)).

Es con base a dichos conceptos que, para evaluar los posibles efectos de la descarga térmica y establecer las medidas necesarias para evitar, controlar y mitigar dichos efectos, se ha desarrollado un modelo de simulación de la dispersión de la pluma térmica y de establecimiento de la zona de mezcla, cuya descripción y resultados se incluyen en el Anexo 7 de este estudio, presentándose un resumen del mismo a continuación.

En este marco, se configuró un modelo hidrodinámico local para investigar el comportamiento del agua de enfriamiento descargada al mar, con el objetivo primario de entender los efectos de la pluma térmica sobre el ambiente marino, para lo cual resulta necesario establecer la extensión de cualquier cambio en las propiedades térmicas de las aguas receptoras.

Para la evaluación precisa de los procesos térmicos, fue necesario configurar el campo cercano, mediante un modelo de simulación del proceso de mezcla y el campo lejano, mediante un modelo de simulación de la dispersión y enfriamiento de la pluma térmica.

La investigación de los procesos de mezcla en el campo cercano se requiere para determinar cuán rápido el agua de enfriamiento se mezcla con las aguas receptoras. Para el efecto, se analizaron diferentes configuraciones de las tuberías de toma y descarga, su ubicación (distancia entre boquillas de toma y descarga), altura sobre el lecho marino, número de difusores en descarga, etc. El modelo utilizado para esa modelación fue el paquete internacionalmente conocido como CORMIX (Cornell Mixing Zone Expert System), aprobado por la USEPA. Es un modelo de simulación continua, aplicable a puertos de descarga simples o múltiples. Sus salidas constituyen datos de entrada para la modelación del campo lejano descrito a continuación.

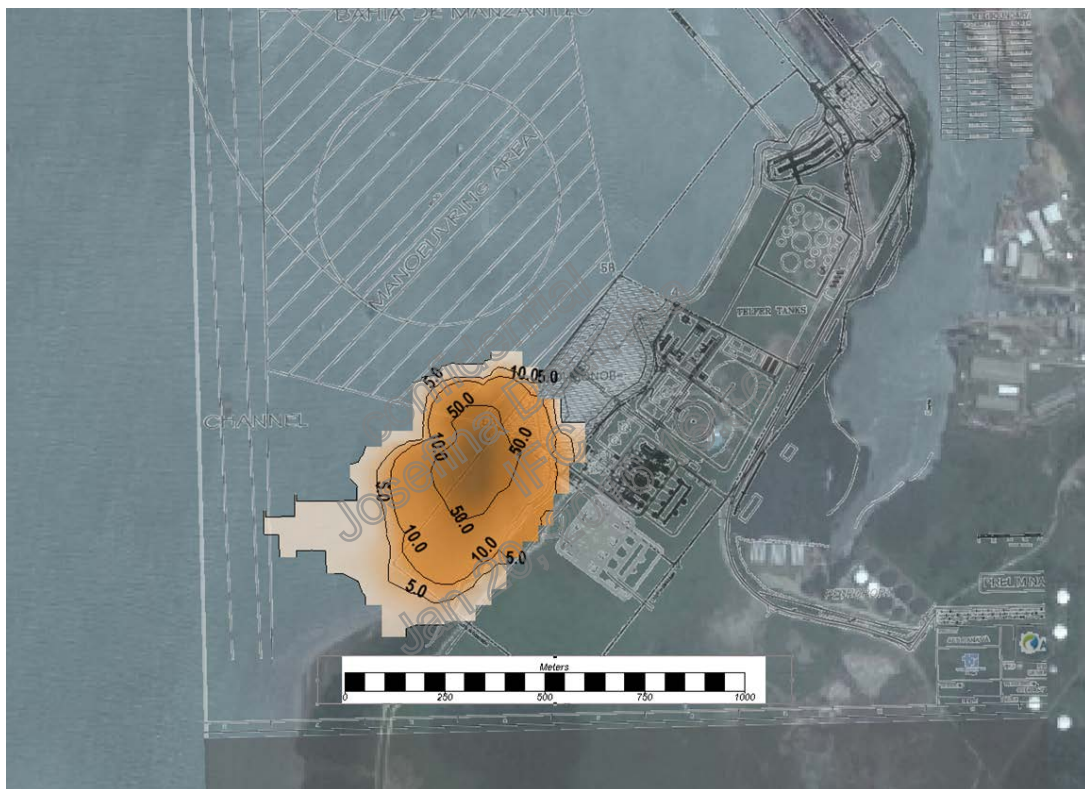
Por su parte, la modelación del campo lejano se puede realizar utilizando los modelos EFDC o CMS, ambos soportados por USEPA. Estos modelos permiten establecer la extensión y dispersión de la pluma térmica en el campo lejano, considerando un diverso rango de condiciones ambientales, incluyendo patrones estacionales de corrientes y variaciones atmosféricas.

El modelo utilizado es uno tri-dimensional, que permite simular el "viaje" y proceso de dispersión y mezcla de la pluma térmica en aguas abiertas, estableciendo las variaciones espaciales y temporales correspondientes.

Los diferentes escenarios modelados permitieron establecer la configuración más favorable (ubicación y configuración de las obras de toma y descarga de aguas) para el diseño en términos técnicos, económicos y ambientales (impacto mínimo sobre el entorno), cumpliendo con los lineamientos propuestos de la legislación nacional y las directrices del IFC-Banco Mundial del año 2008 para centrales termoeléctricas. Dicha configuración contempla la implantación de la obra de toma en la parte Noreste del muelle, a una profundidad de -8 m y de la obra de descarga, en el extremo suroeste, a una profundidad de -14 m, así como la utilización de difusores en la tubería de descarga para optimizar el proceso de mezcla.

En la Figura se muestra la extensión simulada de la zona de mezcla para ambas centrales. Los números sobre las isolíneas que delimitan la pluma térmica, indican el porcentaje del tiempo (en base a un año promedio), en que el exceso de temperatura iguala o excede los 3 °C por encima de la temperatura ambiente del agua.

La última isolínea, indica el porcentaje de tiempo en que los 3 °C de incremento de temperatura no son perceptibles, estableciendo la extensión de la zona de mezcla a una distancia máxima no mayor de 100m; manteniéndose la mayor concentración de temperatura (pluma térmica) a una de aproximadamente 50m (50% del tiempo).



**Figura 22: Área de Dragado Requerida para el Acceso y Maniobras de los Buques de LNGC y FSU**

(Fuente: URS Holdings)

De acuerdo a los estudios de línea base, en el sector no se tienen ecosistemas sensibles. Por otro lado, una parte del área donde se conformará la pluma térmica, será intervenida previamente mediante el dragado necesario para los fines de maniobrabilidad, de acuerdo a lo descrito anteriormente.

## **4.4.2. Impactos sobre el ambiente biológico:**

### **4.4.2.1. Pérdida de Cobertura Vegetal (V-1)**

En la fase de construcción, se removerá vegetación en el área de influencia directa del proyecto debido a las actividades de desmonte y limpieza, las cuales consisten en la limpieza del terreno y eliminación de la capa vegetal para alojar las estructuras asociadas con las obras permanentes del proyecto, vías de acceso internas, instalación de campamentos y obras temporales, y otras obras asociadas en tierra para las obras de toma y conducción de agua.

Con la actividad de desmonte y limpieza se genera un impacto al recurso flora, ya que se modifican las condiciones ecológicas de un lugar determinado y las especies vegetales allí establecidas no podrán volver a poblar este lugar, porque el uso del suelo ha sido modificado. Sin embargo, en el área de influencia directa a intervenir (huella del proyecto), la cobertura vegetal consiste de gramíneas con árboles dispersos y manglares. 13.68 ha presentan algún tipo de flora terrestre, siendo la vegetación más representativa las gramíneas con árboles dispersos que ocupan el 81% (11.02 ha) y una pequeña faja de vegetación casi continua de manglares, de aproximadamente 30 metros de ancho y unos 546 m de largo, que forma una especie de barrera que ocupa una superficie aproximada de 2.66 ha.

### **4.2.3.2 Pérdida de Hábitat de Fauna Terrestre (F-1)**

Como consecuencia de la afectación de la vegetación durante la etapa de construcción, se producirán impactos relacionados con la modificación permanente del hábitat de la fauna presente en el área del proyecto. Sin embargo, cabe resaltar que el proyecto se implantará en áreas que ya han sido intervenidas anteriormente y donde no existen grandes áreas boscosas, donde es clara la baja representatividad de mamíferos, debido a la ausencia de hábitats adecuados que pudieran albergar una mayor riqueza de especies, ya que el área de estudio es dominada por gramíneas con árboles dispersos. Aunado a esto, las perturbaciones existentes debido al paso continuo de camiones hacia el muelle 16 y la cercanía del vertedero de Monte Esperanza limita el acceso de la fauna terrestre y otras especies al área del proyecto.

### **4.2.3.3 Afectación de la Fauna Silvestre (F-2)**

La fauna silvestre que se encuentra en el AID del proyecto será afectada directamente, debido principalmente a la pérdida de cobertura vegetal causada por las actividades de construcción ya que la fauna utiliza la cobertura vegetal como refugio y alimento. Cabe recalcar sin embargo que la

superficie a ser impactada será relativamente pequeña y que se trata principalmente de un hábitat previamente perturbado, el cual alberga una muy baja riqueza de especies de fauna. Asimismo, las actividades de construcción causarían que la fauna se retire del área o incluso causarían la muerte de algunos individuos. Este impacto puede variar en su magnitud dependiendo del ecosistema y las especies presentes, sin embargo el mismo puede ser permanente.

En general, la afectación directa de especies de fauna, ocurre especialmente sobre aquellas especies menos móviles, como aquellas con hábitos subterráneos, semifosorios y los que habitan en la superficie del suelo, las cuales pudieran ser impactadas por el movimiento de tierra y el paso de vehículos pesados.

Cabe resaltar que se ha considerado en esta evaluación, de acuerdo a la información recolectada durante el estudio de línea base, que las especies existentes en el área del Proyecto tienen una amplia distribución en sectores aledaños, al igual que en el resto del territorio Panameño, por lo que se espera que el Proyecto no ponga en peligro de extinción ninguna especie.

Por este motivo, y debido a que el proyecto se instalará en un área que ya ha sido previamente impactada, cubierta principalmente por gramíneas y árboles dispersos, se considera que la riqueza de especies de fauna es baja. Consecuentemente, el impacto ha sido calificado como negativo, directo, no sinérgico, de intensidad media y con una extensión parcial, temporal y de ocurrencia segura.

#### **4.2.3.4 Riesgo de Atropello de la Fauna Silvestre (F-3)**

Durante las actividades de construcción se producirá movimiento y paso de camiones, maquinaria, vehículos y equipo pesado, que generará tráfico vehicular en el área, lo cual intensificará las probabilidades de atropello sobre los animales, pudiendo afectar las densidades de población o el número de individuos por especies. Cabe indicar que esta situación se presentará recurrentemente en caso que el desplazamiento de los vehículos y maquinarias de obra, se realice con velocidad no moderada y los conductores realicen malas maniobras, especialmente en las áreas boscosas aledañas.

#### **4.2.3.5. Cacería Furtiva (F-4)**

La presencia de personal para las actividades de construcción del proyecto podría incrementar la eliminación de la fauna por caza furtiva, ya sea por temor a los animales o por cacería ilegal, o aún

por entretenimiento, tráfico o para alimentación. El Plan de Manejo ambiental incluirá las actividades requeridas para la mitigación de este riesgo.

#### **4.2.3.5 .Perturbación de las Comunidades Pelágicas y Bentónicas (RM-1)**

Durante los muestreos del bentos marino se colectaron 10 especies de moluscos, donde 6 especies pertenecen a la Clase Bivalvia, 3 a la Gastropoda y 1 a la Clase Scaphoda. No obstante, en cuanto a las especies observadas en el área de influencia marina del proyecto, no fueron registradas especies que se encuentren bajo los conceptos de vulnerables, endémicas o en peligro de extinción.

Las actividades del proyecto, principalmente durante la construcción, ocasionarán la remoción de los manglares (2.694 ha) en el área de obras permanentes, y de la franja mencionada anteriormente de pastos marinos existentes dentro de la huella del proyecto. En el caso de las actividades de dragado, se producirá la remoción de material del fondo de la bahía en un espesor promedio de unos 3 m y en un área de aproximadamente 92.234 ha. Esta actividad implicará la remoción de la franja de pastos marinos en todo el sector de dragado. Por otra parte, la generación de sedimentos finos durante estas tareas ocasionará un incremento de la turbiedad del agua, también perturbando a las comunidades pelágicas y bentónicas del área.

Sin embargo, se espera que el ambiente pelágico y bentónico, pueda volver a sus niveles naturales rápidamente, luego de que las actividades que generan las afectaciones cesen al culminar la fase de construcción. Una vez se restituyan las condiciones, las especies pelágicas y bentónicas regresarán a su entorno natural. No se espera que las referidas actividades produzcan afectaciones de gran intensidad, debido al hecho de que la riqueza de especies tanto para la fauna pelágica (peces) como para la bentónica, se encuentra ya afectada debido a que esta zona posee mucha actividad de navegación por su cercanía con el acceso Atlántico del Canal de Panamá y los puertos aledaños.

#### **4.2.3.5 .Alteración del Ecosistema Acuático (EA-1)**

En cuanto a las especies observadas en el área de influencia marina del proyecto, no fueron registradas especies que se encuentren bajo los conceptos de vulnerables, endémicas o en peligro de extinción. No obstante, esto no indica que no puedan existir otras especies en toda la zona. Se

espera que la instalación de tuberías principalmente, tenga efectos negativos sobre la abundancia

y riqueza de los organismos del fondo, independientemente de que las especies colectadas u observadas sean escasas. Las afectaciones al medio o el lecho acuático pueden ser mitigadas y evitadas en algunos casos, con la puesta en escena de medidas correctivas durante el proceso de construcción.

Durante la etapa de construcción, las actividades de dragado del canal de navegación y dársena de maniobras, construcción del muelle de la terminal de LNG, preparación del terreno, instalaciones de campamentos, movilización de materiales y equipos, fundaciones y actividades de construcción de las estructuras, serán las actividades directas más importantes que afectarán negativamente al medio acuático y sus recursos. Este efecto negativo se presentará principalmente en los sectores de las obras en el entorno de la bahía.

Estas actividades, como se detalla en secciones anteriores, tienen el potencial de incrementar la descarga de sedimentos, especialmente hacia el ecosistema acuático de los cuerpos de agua en el área del proyecto. Del mismo modo, las actividades de construcción dentro de los cuerpos de agua, ocasionarán perturbaciones en el agua y sobretodo en el fondo, afectando a la fauna pelágica y bentónica del área marina de influencia del proyecto. La presencia excesiva de sedimentos en el agua, o la generación de turbidez debido a que son removidos del lecho, puede cambiar drásticamente el ambiente y perturbar los organismos acuáticos. Esto se debe, principalmente, a que este material bloquea la luz solar afectando el proceso de la fotosíntesis, lo que disminuye el oxígeno disuelto en el agua y sofocando de esta manera a los peces e invertebrados.

El aumento en la turbidez en el agua debido al incremento de la carga de sedimentos y de otros potenciales contaminantes, afectaría potencialmente las aguas de la bahía. Sin embargo, el ecosistema acuático no se verá afectado permanentemente.

### **Fase de Operación**

Durante la etapa de operación, las interferencias potenciales a los ecosistemas acuáticos marinos se darán principalmente con las actividades de carga y descarga de agua de mar para el uso en el sistema de enfriamiento de los equipos y consumos de la central. Algunas investigaciones<sup>1</sup> reportan la ocurrencia de impactos directos e indirectos al ambiente marino como consecuencia

de las descargas térmicas. Entre los impactos directos se mencionan:

[http://www.ukmarinesac.org.uk/activities/water-quality/wq9\\_8.htm](http://www.ukmarinesac.org.uk/activities/water-quality/wq9_8.htm)

- Respuestas letales y sub-letales de organismos marinos al cambio de régimen de temperatura.
- Estimulación en la productividad de algunos organismos
- Reducción del contenido de oxígeno disuelto

En relación a los impactos indirectos, se mencionan, entre otros:

- Cambios en la distribución y composición de comunidades de organismos marinos
- Cambios localizados en la distribución de aves, usualmente como respuesta a incrementos en macroinvertebrados o mayor ocurrencia de peces cerca de descargas térmicas.

#### 4.2.4. Impactos al Medio Socioeconómico

##### 4.2.4.1 Probabilidad de afectación a la salud y seguridad de trabajadores y residentes cercanos (SO-1)

Toda actividad constructiva requiere ejecutar actividades que producen riesgo potencial a la salud y seguridad de los trabajadores expuestos a ellas. De la misma forma, la interacción entre gran cantidad de trabajadores y entre estos y los residentes de comunidades circundantes incrementa los riesgos potenciales de enfermedades infecciosas, accidentes y otras circunstancias que pueden afectar la salud física y mental de quienes interactúan por causa del proyecto.

#### Fase de Construcción

El proyecto considerará en su fase de construcción un plan que garantice la prevención de accidentes laborales y el manejo adecuado de de desechos, tanto orgánicos, como de construcción que puedan causar enfermedades o accidentes de no ser realizado este manejo en forma apropiada. Por otro lado, al producirse la interacción entre gran cantidad de trabajadores y entre estos y la población circundante, se corre el riesgo de proliferación de enfermedades infecciosas y otras afectaciones sociales.

#### **4.2.4.2 Presión sobre Servicios Públicos y Estilos de Vida Comunitarios (SO-2)**

El proyecto se encuentra en estos momentos en la etapa de identificación de tomas adicionales con los suplidores de electricidad y agua para la utilización de servicios.

#### **4.2.4.3 Generación de Expectativas Sociales y/o Laborales**

El distrito de Colón se encuentra afectado por un alto desempleo y por el deterioro progresivo de la calidad de vida de sus habitantes. Esta situación se encuentra, en estos momentos, siendo atendida, parcialmente, por el proyecto de Renovación Urbana de Colón. Sin embargo, producto de la situación imperante, se estima que el desarrollo del proyecto pudiera provocar una alta expectativa entre la población residente en la zona, tanto en material social como laboral. El proyecto se encuentra en estos momentos en la realización de un diagnóstico comunitario para precisar los planes de responsabilidad social, así como estableciendo un programa de formación con el INADEH que permita la mayor incorporación posible de personal vinculado al proyecto.

#### **4.2.4.4 Generación de Empleos**

El proyecto estima manejar alrededor de 2.000 empleos directos (más un 30% adicional como empleos indirectos) en el pico de la etapa de construcción. Durante la etapa de operación se cuantifican alrededor de 300 posiciones de empleo entre directos e indirectos.

#### **4.2.4.5. Estímulo a la Economía Nacional**

La contratación de personal, la adquisición de bienes y servicios y la generación de energía, el pago de tasas impositivas, entre otras actividades del proyecto, producen una inyección a la economía local, regional y nacional que dinamiza este sector y, con ello, al país.

Se espera que, para esta fase, se genere gran cantidad de empleos lo que producirá movimiento de circulante, tanto en el mercado local de bienes y servicios, como a nivel regional. Emprendimientos formales e informales pueden ser beneficiados por esta dinamización. Así mismo, se adquirirán diversos bienes y servicios por parte del proyecto, lo que beneficiará las empresas proveedoras y podrían, incluso, producirse la creación de nuevas empresas y plazas a de empleo. En esta fase, se requerirá, también, realizar pagos de impuestos municipales y nacionales relacionados con las actividades de la obra, así como pago de cuotas obrero-patronales al Seguro Social, entre otros aportes, que apoyarán la gestión económica del Estado y de la empresa privada.

#### **4.2.4.6. Contribución al Sistema Energético Nacional (SO-6)**

Tal como se indicó en la sección de objeto del proyecto, una vez construido el proyecto aportará 700 MW de capacidad firme al sistema, así como la posibilidad de generación a costos más bajos producto de la incorporación del gas.

#### **4.2.5. Impactos al Paisaje**

##### **4.2.5.1 .Afectación a la Calidad Visual del Paisaje (P-1)**

A pesar de que se considera una afectación obvia sobre el paisaje de la zona producto de la construcción de las estructuras principales del proyecto, particularmente del tanque con una altura superior a los 54 metros, el proyecto no generará una afectación negativa al proyecto, dado que el área a intervenir forma parte de un complejo industrial.

#### **4.2.6. Impactos al Medio Histórico Cultural**

##### **4.2.6.1. Afectación a Sitios Arqueológicos Conocidos (AR-1)**

###### **Fase de Construcción y Operación**

De acuerdo a los resultados de la investigación de línea base, en el área trazada para el desarrollo del proyecto, no se encontró la presencia de sitios que registraran evidencia arqueológica, por lo que este impacto se considera neutro, dado que no se producirá en esta fase.

#### **5. Plan de Manejo Ambiental**

El Plan de Manejo Ambiental permitirá la gestión integrada de todas las variables asociadas al proyecto. Este Plan establece las siguientes actividades:

1. Un **Plan de Mitigación**, que incluye la descripción de las Medidas de Mitigación Específicas, con los mecanismos de ejecución de las acciones tendientes a minimizar los impactos ambientales y sociales negativos y maximizar los impactos positivos.
2. Un **Plan de Monitoreo y Seguimiento** con mecanismos, parámetros e indicadores de ejecución para el seguimiento y control ambiental y social, así como responsabilidades específicas para asegurar el cumplimiento de los compromisos adquiridos a través del PMA.
3. Un **Plan de Participación Ciudadana** con sus mecanismos de ejecución.
4. Un **Plan de Prevención de Riesgos** donde se identifican los eventuales riesgos de accidentes.
5. Un **Plan de Rescate y Reubicación de Fauna y Flora**.

6. Un **Plan de Educación Ambiental**.

7. Un **Plan de Contingencia** que incluye medidas de prevención de los riesgos de accidentes y medidas de respuestas y control en caso de que estos se presenten.

8. Un **Plan de Recuperación Ambiental y Abandono**.

En los anexos 8 y 9 están establecidos los planes de mitigación y de monitoreo y seguimiento.

### 5.1. Plan de Contingencia

El Plan de Contingencias ha sido desarrollado para responder a los incidentes que se pueden producir como consecuencia de los riesgos identificados. El Plan propone la realización de una organización y procedimientos para el manejo de las contingencias durante la construcción y la operación del proyecto con el fin de minimizar los efectos de estos incidentes en los trabajadores, pobladores y medio ambiente.

Las medidas mínimas de contingencia que se adoptarán se resumen a continuación y se describen en mayor detalle en las secciones siguientes:

- El transporte de combustible se hará en camiones cisterna seguros, que cuenten con la refrigeración necesaria en caso de transportar LNG, en buques LNGC y en FSU (Floating Storage Unit), dotados de equipo para primeros auxilios, con sistema de radio y extintor para el caso de que ocurran accidentes (como el púrpura K para el caso de LNG).
- En los lugares de trabajo se contará con sistema de radio o teléfono, botiquín de primeros auxilios y personal entrenado para ello; se tendrá siempre disponible un vehículo en buenas condiciones para cualquier emergencia; igualmente se contará con equipo y material adecuado para sofocar incendios y controlar explosiones y derrames de combustible.
- Se contará con un sistema eficiente y seguro de comunicación con el cuerpo de bomberos más próximo para el caso de que ocurran accidentes de magnitud que requieren de ayuda externa para poder ser controlados.
- Los sitios de trabajo deberán contar con un buen sistema de alerta, para prevenir oportunamente al personal y dar los primeros auxilios a las personas accidentadas.
- En los frentes de trabajo se deberá contar con equipo adecuado para remover deslizamientos, desprendimientos o prestar socorro en caso de inundaciones.

- Se debe contar con equipo y materiales adecuados y personal idóneo y entrenado de modo que se puedan tomar medidas rápidas y efectivas, en caso que ocurran derrames o accidentes que puedan afectar las aguas del mar.
- Se deberá contar con bombas centrífugas de succión en caso de que ocurran derrames de combustible, de modo que los mismos puedan ser controlados oportunamente.

#### 5.1.1. Objetivo

El plan de contingencias tiene como objetivo general prevenir y controlar sucesos no planificados y describir la capacidad y las actividades de respuesta inmediata para controlar las emergencias de manera, oportuna y eficaz. El plan de contingencias ha sido estructurado tomando en consideración las siguientes prioridades:

- Preservar la vida, salud e integridad del personal que laborará en la construcción y operación de la central termoeléctrica;
- Prevenir o minimizar la contaminación del suelo y las aguas superficiales, subterráneas y marinas a causa de un derrame de combustible en los frentes de trabajo;
- Evitar cualquier posibilidad de incendio o explosión por un mal manejo del combustible;
- Preservar la calidad del ambiente y prevenir su contaminación; y
- Proteger las infraestructuras y equipos de la obra.

Para cumplir con estas prioridades, se debe incluir en el Plan de Contingencias, varios elementos críticos, tales como procedimientos para atención de accidentes menores y mayores; procedimientos de contención de derrames para prevenir que se contaminen los suelos o el agua y en caso de un derrame contar con las medidas para limpiarlo y mitigarlo; y procedimientos de atención de conatos e incendios mayores. En términos de procedimiento, se tienen las inspecciones visuales rutinarias y el mantenimiento planificado que ayudará a reducir el potencial de descarga de aceites y otros materiales al suelo o a las aguas del mar.

En términos de medidas de control, las áreas de trabajo deberán disponer de instalaciones de prevención y control de derrames, tales como un dique perimetral alrededor de las áreas de almacenamiento de materiales peligrosos. En términos de aplicación de medidas preventivas, un procedimiento de respuesta a emergencias apropiadamente planeado y ejecutado, reducirá el potencial de daño ambiental. En adición a lo anterior, es de vital importancia para el éxito en su

aplicación la incorporación de un componente de entrenamientos para la atención de emergencias.

Igualmente, tal como se menciona más adelante, estos planes deberán ser revisados, ajustados y complementados anualmente, en base a las experiencias y hallazgos establecidos durante la operación del Proyecto.

### 5.1.2. Prioridades de Actuación

Dado que los riesgos que potencialmente pueden ocurrir durante el desarrollo de la obra tienen efecto sobre las personas, la propiedad y el medio ambiente en general, es necesario establecer un orden de prioridades cuando existan riesgos múltiples. Las acciones del plan atienden el siguiente orden de prioridades:

- Protección de vidas humanas.
- Protección de contaminación de cuerpos de agua (acueductos, ríos, quebradas, mar, etc.).
- Protección de contaminación del ambiente (áreas de vida silvestre, calidad del aire, etc.).

### 5.1.3. Definición de Responsabilidades

Para la implementación del Plan de Contingencias las responsabilidades principales estarán asignadas al Promotor del Proyecto a través del Gerente del Proyecto, Supervisor de la Obra, Supervisores de Área, Oficial de Seguridad y Encargado o Supervisor Ambiental. Estas responsabilidades se resumen a continuación:

1. **Gerente del Proyecto:** Tendrá las siguientes funciones y responsabilidades:
  - a) Velar porque se cuenten con los recursos humanos, técnicos y económicos necesarios para la implementación del Plan de Contingencias.
  - b) Aprobar los reportes de contingencias, cuando sea necesario su elaboración, y remitirlo a las autoridades correspondientes.
2. **Supervisor de la Obra:** Persona designada por el Promotor que realiza las actividades de construcción del Proyecto. Se encarga de la implementación y cumplimiento del Plan de

Contingencias, durante las diversas fases de la construcción, de conformidad a lo estipulado en el presente documento.

3. **Supervisores de Área:** Personas encargadas de diversos frentes de trabajo, de las diferentes fases de la construcción del Proyecto o encargadas de componentes parciales relacionados con la construcción (Ej. Encargado de la fase de excavación, de vaciado, Supervisor de montaje de torres, etc.). Se encargan de lo siguiente:

- a) Evaluar los riesgos y las medidas a aplicar previo a la ejecución de sus tareas.
- b) Implementar el Plan de Acción apropiado a la situación según se requiera.
- c) Mantener una estrecha comunicación con el Supervisor de la Obra y el Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental en cuanto a las medidas de seguridad, su cumplimiento y la activación de los planes de acción.
- d) Coordinar con el personal del área específica, el Supervisor de la Obra y el Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental las acciones de atención a emergencias.
- e) Garantizar que el personal a su cargo conoce y puede aplicar los procedimientos definidos en los planes de acción de este Plan de Contingencias.

4. **Oficial de Seguridad y Encargado o Supervisor Ambiental:** Persona designada para velar por todos los aspectos relacionados con la seguridad y/o ambiente, en el sitio de construcción. Tiene las siguientes funciones:

- a) Vigilar el cumplimiento del Plan de Contingencias coordinando con el Supervisor de la Obra reuniones e inspecciones regulares para garantizar la implementación del mismo.
- b) Investigar las causas que provoquen la implementación del Plan de Contingencias, la elaboración del reporte correspondiente y coordinar las acciones correctivas que se deriven de dicha situación tanto para los procedimientos llevados a cabo en el sitio, el Plan de Contingencias y las medidas de remediación/mitigación ambiental.
- c) Notificar al Gerente del Proyecto y a las Autoridades sobre la ocurrencia de algún incidente que requiera la implementación de alguno de los Planes de Acción

- d) Coordinar, cuando así se requiera, la participación de las autoridades y otros recursos externos, para la atención de contingencias.
- e) Garantizar que se encuentre en el sitio, en forma accesible, y en cantidades suficientes, los equipos y materiales adecuados para el control de contingencias.
- f) Coordinar los entrenamientos que sean requeridos para la correcta implementación del Plan de Contingencias.

En virtud de las responsabilidades asignadas al personal, el Promotor deberá definir a inicios de cada una de las etapas del proyecto (construcción y operación) qué personas específicamente ocuparán dichos cargos y actualizar los datos personales en el presente Plan de Contingencias.

#### 5.1.5. Sistemas de Comunicación

A los efectos de una operación eficiente de los recursos internos y externos que deben intervenir durante un evento o situación adversa, se debe tener en cuenta, además de los sistemas de comunicaciones permanentes y normales, otros sistemas alternativos y redundantes.

Estos sistemas de comunicación deberán brindar un método para distribuir rápidamente la información esencial a cualquier persona del proyecto que se vea afectada en una determinada área; en interiores o exteriores.

#### Sistemas de parlantes y radios internas:

- La evacuación de la Planta se ejecutará cuando el comandante en sitio de la orden de evacuación utilizando los sistemas de parlantes.
- También se podrá utilizar el sistema de parlantes para dar avisos generales durante una emergencia.

#### Alarma del Sistema Contra Incendios:

- Son las alarmas asociadas a detectores de humo, temperaturas o estaciones manuales.
- El personal de Operaciones deberá verificar todas las alarmas.
- El caso de incendio, se activará la brigada y el Plan de Acción en Caso de Incendios.
- En caso de falsa alarma, notificarán al supervisor de Seguridad/Ambiente.
- Todos los eventos deberán anotarse en la Bitácora del Sistema Contra Incendio.

### Utilización de radios portátiles durante emergencias:

- En caso de Evacuación, el Comandante en Sitio confirmará la orden utilizando la radio portátil.
- La radio servirá de medio de comunicación entre el puesto de mando y el personal en el área de la emergencia.
- Las comunicaciones por radio deberán ser claras, precisas y breves, observando la cortesía para una mayor eficacia.

#### 5.1.6. Planes de Acción para Emergencias

A continuación, se presentan los Planes de Acción que se deberán seguir, paso a paso, y en orden de actuación, para la atención de emergencias relacionadas con los riesgos que fueron identificados en la sección correspondiente al Plan de Prevención de Riesgos.

##### 5.1.6.1. Plan General

1. El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área y al Supervisor de la Obra o el Encargado de la Planta.
2. El Supervisor de la Obra o el Encargado de la Planta, se apersona al sitio donde ocurrió la emergencia para evaluar la situación y coordinar las acciones pertinentes con la asistencia del Supervisor de Área.
3. Si el Supervisor de la Obra o el Encargado de la Planta considera que la situación se puede atender con los recursos internos procede a activar el Plan de Acción específico a la situación.
4. Si el Supervisor de la Obra o el Encargado de la Planta considera que la situación no se puede atender con los recursos internos procede a notificar al Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental.
  - a) El Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental coordina con las autoridades competentes y otros recursos externos las acciones a seguir para la atención de la emergencia.
  - b) El Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental procede a aplicar acciones provisionales hasta tanto llegue la ayuda externa (siempre y cuando no se comprometa la seguridad del personal).

- c) El Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental, de ser necesario, procede a evacuar las instalaciones.
- d) El Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental, cuando llegue la ayuda externa, brinda la información requerida para la atención de la emergencia.

#### **5.1.6.2 Derrame/fuga de Combustibles o Lubricantes**

1. El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área y al Supervisor de la Obra las características, detalles y ubicación exacta de la fuga y/o derrame.
2. El Supervisor de la Obra se apersona al sitio donde ocurrió la emergencia para evaluar la situación y coordinar las acciones pertinentes con la asistencia del Supervisor de Área.
3. Si el Supervisor de la Obra considera que el derrame/fuga se puede atender con los recursos internos procede a actuar como se señala en los puntos subsiguientes, en caso contrario se debe proceder según lo indicado en el punto 4 del Plan General.
4. Se debe detener o cortar en forma inmediata la fuente del derrame/fuga y eliminar toda fuente potencial de ignición.
5. Se debe trasladar al sitio donde ocurrió el derrame/fuga un extintor de incendios.
6. El Supervisor de la Obra notifica al Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental del incidente y brinda información preliminar sobre su magnitud.
7. El Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental, evalúa la necesidad de coordinar acciones con otros recursos externos y procede con ello.
8. El Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental, según la magnitud del incidente, evalúa la necesidad de trasladarse al sitio para brindar apoyo en las actividades del plan.
9. El Supervisor de la Obra coordina la contención del derrame/fuga mediante el uso, de acuerdo a la magnitud del mismo, de barreras de contención en zanjas y drenajes, el uso de material absorbente, cerrado de la válvula, cambiar de posición el cilindro, poner un tapón o trasegar un recipiente.
10. El Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental coordina las labores de limpieza del derrame/fuga.
11. El Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
12. El Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental se asegura que los equipos y materiales utilizados en la contención del derrame/fuga sean restituidos a su lugar de almacenamiento.

13. En caso de derrames/fuga mayores a 50 galones, el Gerente de Proyecto, en un plazo no mayor a 24 horas luego de ocurrido el incidente, procede a informar a las autoridades competentes sobre la situación y las acciones emprendidas.

#### **5.1.6.3 Conato de Incendio**

1. El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área y al Supervisor de la Obra quienes deberán dirigirse al sitio del incidente.
2. El personal que detecta la emergencia toma el extintor, tanque de espuma o manguera que se encuentre más próximo al sitio del incidente y procede a extinguir el conato de incendio; si no conoce cómo manejar el sistema de extinción pide asistencia a personal que se encuentre en el sitio.
3. Una vez controlado el conato de incendio, el Supervisor de la Obra notifica al Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental sobre el incidente.
4. El Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente Proyecto.
5. El Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental se asegura que los equipos utilizados en la extinción sean restituidos a su lugar de almacenamiento.

#### **5.1.6.4. Incendio**

1. El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área y al Supervisor de la Obra indicando el tipo de incendio, ubicación y personas lesionadas..
2. El Supervisor de la Obra notifica al Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental sobre el incidente.
  - a) El Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental procede a coordinar con el Cuerpo de Bomberos de Panamá (CBP) su asistencia para la atención del incidente y se dirige al sitio.
  - b) El Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental procede a notificar al Promotor o Gerente de la Empresa sobre el incidente.
3. El Supervisor de la Obra considerando la seguridad del personal, procede de ser posible a organizar al personal para iniciar las labores de extinción mientras se espera la llegada del CBP.
4. Según la magnitud del incidente, el Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental evaluará la necesidad de evacuar el sitio y espera la llegada del personal del CBP.

5. Superada la emergencia, el Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
6. El Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental se asegura que los equipos utilizados en la extinción sean restituidos a su lugar de almacenamiento.
7. El Gerente de Proyecto, en un plazo no mayor a 24 horas luego de ocurrido el incidente, procede a informar a las autoridades competentes sobre la situación y las acciones emprendidas.

#### **5.1.6.5 Inundaciones / Terremotos**

1. Inmediatamente se identifica una situación de emergencia, se procede a informar al Supervisor del área quien se dirige al sitio del incidente.
2. El personal debe poner en práctica las indicaciones recibidas durante la capacitación sobre el Plan de Contingencias, se procede a evacuar el área.
3. Se comunicará cualquier falla en el funcionamiento de los sistemas o daños materiales en los equipos como consecuencia de la inundación/terremoto.
4. Una vez el Supervisor evalúa la situación, en caso de inundaciones se procede a organizar al personal para las labores de construcción de diques y terraplenes. Al mismo tiempo y de ser necesario, se procede con la extracción del agua de cualquier sitio de excavación que pudiese verse afectado, utilizando motobombas.
5. En aquellos casos en los cuales el Supervisor determina que se encuentran frente a una situación no manejable, se procede a llamar al administrador u Oficial de seguridad, quién realizará el siguiente procedimiento:
  - a) Coordina con el Sistema Nacional de Protección Civil su asistencia para la atención del incidente y se dirige al sitio.
  - b) Espera la llegada de la ayuda externa y la dirige al sitio afectado.
  - c) Superada la emergencia, elabora el reporte correspondiente en un plazo no mayor de 24 horas.

#### **5.1.5.6. Accidentes Laborales Menores (contusiones y laceraciones)**

1. El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área, al Supervisor de la Obra o el Encargado de la Planta y al encargado de primeros auxilios.
2. El personal que detecta la emergencia busca el botiquín de primeros auxilios y brinda los cuidados que requiera el accidentado.

3. El Encargado de Primeros Auxilios se apersona al sitio donde se encuentra el accidentado, evalúa los cuidados recibidos y determina la necesidad o no de enviar al accidentado a una clínica a recibir atención especializada.
4. Si se determina la necesidad de atención especializada, el Encargado de Primeros Auxilios coordina con el Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental el traslado de la persona afectada.
5. Superada la emergencia, el Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental, con la asistencia del Encargado de Primeros Auxilios, realiza la investigación pertinente del caso y elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
6. El Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental se asegura que los insumos ya utilizados del botiquín de primeros auxilios sean restituidos.

#### **5.1.5.7 Accidentes Laborales Menores Relacionados con Manejo de Sustancias Químicas**

1. El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área, al Supervisor de la Obra o el Encargado de la Planta y al encargado de primeros auxilios.
2. El personal que detecta la emergencia busca el botiquín de primeros auxilios y la hoja de seguridad (MSDS) de la sustancia química involucrada en el incidente.
3. El personal que detecta la emergencia procede a aplicar los primeros auxilios de acuerdo a las instrucciones definidas en la hoja de seguridad de la sustancia química.
4. El Encargado de Primeros Auxilios se apersona al sitio donde se encuentra el accidentado, evalúa los cuidados recibidos y determina la necesidad o no de enviar al accidentado a una clínica a recibir atención especializada.
5. Si se determina la necesidad de atención especializada, el Encargado de Primeros Auxilios coordina con el Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental el traslado de la persona afectada y se asegura que se le suministre al centro médico la hoja de seguridad de la sustancia química que produjo la situación de emergencia.
6. Superada la emergencia, el Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental, con la asistencia del Encargado de Primeros Auxilios, realiza la investigación pertinente del caso y elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
7. El Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental se asegura que los insumos utilizados del botiquín de primeros auxilios sean restituidos.

### **5.1.5.8 Accidentes Laborales Mayores (pérdida de conocimiento, hemorragias, dolor intenso y otras)**

1. El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área o al Supervisor de la Obra y al encargado de primeros auxilios, este último deberá dirigirse en forma inmediata al sitio donde se encuentra el afectado.
2. El Encargado de Primeros Auxilios evalúa la situación y determina lo siguiente:
  - a) Se puede proceder al traslado del afectado a un centro médico especializado;
  - b) No debe movilizarse al afectado, procede la aplicación de primeros auxilios básicos y coordinar la movilización de una ambulancia al sitio del incidente para trasladar al afectado.
3. El Encargado de Primeros Auxilios notifica al Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental cuál es la acción de traslado que procede.
4. El Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental, coordina el traslado con recursos internos o externos (según resultados del punto 2) de la persona afectada.
5. Superada la emergencia, el Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental, con la asistencia del Encargado de Primeros Auxilios, realiza la investigación pertinente del caso y elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
6. El Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental se asegura que los insumos utilizados del botiquín de primeros auxilios sean restituidos.

### **5.1.5.9 Accidentes Laborales Menores Relacionados con los Riesgos Biológicos**

1. El personal que detecta la emergencia, o el afectado si no se encuentra impedido para ello, debe informar inmediatamente al Supervisor de Área o al Supervisor de la Obra y al encargado de primeros auxilios.
2. El personal que detecta la emergencia busca el botiquín de primeros auxilios y brinda los cuidados que requiera.
3. El Encargado de Primeros Auxilios se apersona al sitio donde se encuentra la persona afectada, evalúa los cuidados recibidos y determina la necesidad o no de enviar a la persona a una clínica a recibir atención especializada.
4. Si se determina la necesidad de atención especializada, el Encargado de Primeros Auxilios coordina con el Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental el traslado de la persona afectada.

5. Superada la emergencia, el Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental, con la asistencia del Encargado de Primeros Auxilios, realiza la investigación pertinente del caso y elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
6. El Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental se asegura que los insumos utilizados del botiquín de primeros auxilios sean restituidos.

#### **5.1.5.10 Accidentes Laborales Mayores Relacionados con los Riesgos Biológicos**

1. El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Supervisor de Área o al Supervisor de la Obra y al encargado de primeros auxilios.
2. El Encargado de Primeros Auxilios evalúa la situación y determina lo siguiente:
3. Se puede proceder al traslado del afectado a un centro médico especializado;
4. No debe movilizarse al afectado, procede la aplicación de primeros auxilios básicos y coordinar la movilización de una ambulancia al sitio del incidente para trasladar al afectado.
5. El Encargado de Primeros Auxilios notifica al Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental cuál es la acción de traslado que procede.
6. El Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental, coordina el traslado con recursos internos o externos (según resultados del punto 2) de la persona afectada.
7. Superada la emergencia, el Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental, con la asistencia del Encargado de Primeros Auxilios, realiza la investigación pertinente del caso y elabora el reporte correspondiente y lo remite al Promotor o Gerente de Proyecto.
8. El Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental se asegura que los insumos utilizados del botiquín de primeros auxilios sean restituidos.

#### **5.1.5.11 Excedente en la Emisión de Partículas por fallo en los Equipos de Operación**

1. El personal que detecta la emergencia debe informar inmediatamente al Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental, este deberá dirigirse en forma inmediata al sitio donde se detectó la emergencia.
2. El Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental evalúa la situación y en coordinación con el Encargado de la Planta determina lo siguiente:
  - a) Se puede aislar el equipo o proceso sin afectar el resto de las operaciones;
  - b) Es necesario detener la operación de la planta para corregir el fallo.
3. El Encargado de la Planta notifica al operario que corresponda cuál es la acción que procede.

4. El operario procede a hacer los correctivos mecánicos o de otro tipo que sean requeridos.
5. Corregida la situación se re-inicia la operación normal del equipo o proceso interrumpido y se ejecuta un monitoreo puntual de las emisiones mediante el sistema de monitoreo continuo de emisiones para verificar la efectividad de la medida implementada.
6. Superada la emergencia, el Oficial de Seguridad/Encargado o Supervisor Ambiental, con la asistencia del Encargado de la Planta, elabora el reporte correspondiente y lo remite al Gerente de la Empresa.
7. El Gerente de la Empresa, en un plazo no mayor a 24 horas luego de ocurrido el incidente, procede a informar a las autoridades competentes sobre la situación y las acciones emprendidas.

#### **5.1.5.12 Equipos y Materiales para el Control de Emergencias**

A continuación se presenta el listado de equipos y materiales que deben estar disponibles en el sitio de la obra para su utilización durante la implementación de los diversos planes de acción. Una vez se defina el esquema o las áreas de trabajo, durante la construcción, el Promotor deberá elaborar diagramas del sitio donde se muestre la ubicación de los equipos y materiales para el control de emergencias, así como las cantidades mínimas que se deben mantener en inventario.

Durante la fase de construcción del Proyecto se deberán mantener en el sitio los siguientes equipos y materiales como mínimo:

1. Extintores portátiles.
2. Cilindros de extinción con espuma.
3. Mangueras contra incendios.
4. Barreras para contención de derrames mayores.
5. Equipos absorbentes (booms y pads).
6. Productos de limpieza de derrames pequeños de combustibles.
7. Botiquín de primeros auxilios.
8. Equipo de comunicación.
9. Teléfono Satelital.
10. Equipo de protección personal para actividades de limpieza, incluyendo guantes de caucho y de cuero, lentes protectores y vestimenta de protección.
11. Palas, machetes y picos.

12. Bolsas plásticas grandes.
13. Linternas.
14. Camillas.

El inventario de estos equipos y materiales deberá verificarse mensualmente.

## 5.2. Plan de Prevención de Riesgos

El Plan de Prevención de Riesgos tiene como objetivo definir las medidas y acciones preventivas que deberán llevarse a cabo, para evitar la ocurrencia de incidentes relacionados con los riesgos identificados en la sección subsiguiente. Este plan de prevención de riesgos es complementario a las medidas de mitigación que se implementarán de conformidad a lo señalado en el Plan de Mitigación.

### 5.2.1. Riesgos Identificados

Durante la etapa de construcción y operación de la Central Termoeléctrica se realizarán actividades que implican condiciones que podrían generar situaciones de riesgos con consecuencias para las personas, los equipos, infraestructuras y el ambiente. Los riesgos están definidos como la posibilidad de daño, pérdida o perjuicio al proyecto a consecuencia de la ocurrencia de situaciones anormales que podrían causar incidentes.

Para la evaluación de los peligros y riesgos inherentes en las diferentes etapas del proyecto se consideraron las diversas actividades a ejecutar y los riesgos físicos, químicos y biológicos asociados a estas; el análisis realizado se basa en aquellos riesgos que de ocurrir un incidente relacionado con estos, sería necesario la activación del Plan de Contingencia, es decir aquellos que provocarían una situación de emergencia. Si bien existen otros riesgos relacionados con la afectación de la salud de los trabajadores debido a acciones vinculadas con el desarrollo de sus labores, estos no han sido considerados en este Plan ya que forman parte del Programa de Salud y Seguridad Ocupacional.

Al momento de realizar el análisis para la identificación de riesgos, se procedió a separar los mismos en las siguientes categorías: riesgos físicos, riesgos químicos y riesgos biológicos.

#### *Riesgos físicos*

Entre los riesgos físicos se identificó el riesgo eléctrico, riesgo de quemaduras, riesgo asociado al uso de equipos mecánicos y eléctricos, riesgo por exposición a los elementos naturales, riesgo de accidentes laborales y riesgo de incendio.

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC

Jan 20, 2016 16:56

### *Riesgos químicos*

Entre los riesgos químicos se identificaron los riesgos por trabajos en atmósferas peligrosas, riesgos de derrames y exposición a agentes químicos.

### *Riesgos biológicos*

En lo concerniente a riesgos biológicos las condiciones de riesgo identificadas incluyen mordedura y/o picadura de animales / insectos, y contacto con vegetación venenosa, urticante y/o alergógena.

Del análisis de peligros se observa que tanto para la etapa de construcción como para la de operación, los mismos serán muy similares, presentándose variaciones en cuanto a la probabilidad de ocurrencia y magnitud. En base a esto, se realiza un análisis general de los riesgos aplicables, de acuerdo a los diferentes tipos de tareas que se ejecutarán, e independientemente de la etapa en la cual se realiza la actividad.

A continuación se desarrolla los riesgos identificados para el proyecto.

#### **5.2.1.1. Riesgos Físicos**

- **Riesgo Eléctrico:** Este riesgo está relacionado con el uso de grúas para el montaje de equipos en cuyo proceso se podría afectar a líneas de transmisión eléctricas cercanas al sitio del proyecto (de existir éstas), la necesidad de establecer instalaciones eléctricas temporales mientras se realizan las actividades de construcción, el proceso de instalaciones de sistemas eléctricos de la unidad, presencia de trabajadores desprotegidos alrededor de elementos en tensión, las actividades de mantenimiento eléctrico y el proceso de operación de la unidad generadora. La principal consecuencia del riesgo, sería la electrocución del personal involucrado en estas tareas.
- **Riesgo de Quemaduras:** Este riesgo se presentará principalmente durante el procesamiento del gas natural en la fase de operación del proyecto. El almacenamiento y manejo del GNL puede plantear riesgos ocupacionales a causa de las bajas temperaturas exponiendo al personal al contacto con productos a temperaturas muy reducidas. Igualmente el proceso de combustión en la caldera genera el calor necesario para la producción de vapor, de allí que se cuenten con equipos, estructuras y ductos

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

sometidos a altas temperaturas y que de una u otra manera representan un riesgo de quemadura para los trabajadores.

- **Riesgo por Uso de Equipos Mecánicos y Eléctricos:** Se refiere al equipo que se utilizará durante las labores de construcción y la posibilidad de ocasionar atropellamientos de los trabajadores, cortaduras, caídas y magulladuras; durante la etapa de operación estaría asociado al uso de montacargas, los vehículos de transporte de materias primas, insumos y productos, y la operación de equipos con partes móviles o el mal uso de máquinas y herramientas.
- **Riesgo por Exposición a Elementos Naturales:** Este riesgo se refiere al trabajo en terrenos cercanos a cuerpos de agua, donde se podría presentar el riesgo de ahogamiento, además de insolación y deshidratación, por realizar trabajos al aire libre, y caída de árboles.
- **Riesgo de Accidentes Laborales:** Los trabajos de construcción, así como las actividades normales de operación y mantenimiento de la planta implicarán la ejecución de trabajos en sitios de más de 1.8 metros de alto, lo cual implica la posibilidad de caer desde dichos sitios. Se agrupa también dentro de este riesgo la posibilidad de que caigan piezas o maquinarias desde alturas con la probabilidad de golpear a los trabajadores.
- **Riesgo de Incendio:** La utilización de hidrocarburos (aceite, lubricantes y combustible auxiliar) en el sitio, el procesamiento del gas natural, la ejecución de trabajos de soldadura y el empleo de equipos que generen calor son algunos de los factores precursores del riesgo de incendio.

#### **5.2.1.2. Riesgos Químicos**

- **Riesgo por Manejo de Sustancias Químicas:** Un mal manejo de las sustancias químicas podría ocasionar la afectación de la salud del trabajador, ya sea por contacto con la piel u ojos, o mediante la respiración de sustancias peligrosas.
- **Riesgo por Derrames o Fugas:** Bajo este riesgo se incluye la posibilidad de vertimiento accidental de insumos y materias primas líquidas e hidrocarburos, ya sea sobre el suelo o sobre un cuerpo de agua. Igualmente las fugas pueden generar daños tanto a los propios equipos, las personas expuestas y el medio ambiente.

### 5.2.1.3. Riesgos Biológicos

- **Riesgo por Mordedura y/o Picaduras de Animales e Insectos:** La presencia del bosque de manglar y vegetación arbustiva y herbazales, adyacente a las áreas de trabajo, supone un riesgo intrínseco de mordedura debido a la existencia de animales silvestres tales como culebras y lagartos propios de estos ecosistemas, así como de picaduras de insectos, incluyendo mosquitos, chitras y garrapatas.
- **Riesgo de Contacto con Vegetación Venenosa, Urticante y/o Alergógica:** Este riesgo podría presentarse en las zonas cubiertas con vegetación, e incluso herbazales, donde al momento de realizar el desmonte de los mismos, el personal que entre en contacto con ciertas especies de plantas podría presentar algún tipo de afectación. Ejemplos de este tipo de vegetación son especies pertenecientes a las familias urticarias, aracias, apocinarias y mucunales.

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

<b>Físico</b>	Incendio	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se organizará reuniones con el departamento de bomberos de las localidades cercanas al proyecto acerca de su capacidad para apagar incendios. Se proveerá a este departamento un plan de las instalaciones.</li><li>• Desarrollar el análisis de trabajo seguro y la charla previa antes del inicio de las actividades diarias.</li><li>• Se inspeccionará periódicamente las instalaciones para ver si existe algún peligro de incendio.</li><li>• Se colocarán carteles con información sobre las vías de evacuación para los empleados. Esto incluye un mapa con la ubicación de las salidas en caso de incendio, dónde hay que informarse acerca de un incendio, qué hay que hacer si una persona descubre un conato de incendio, y donde están ubicados los extintores de fuego.</li><li>• Trimestralmente se realizarán simulacros de evacuación en caso de incendio.</li><li>• Se nombrarán coordinadores en caso de incendios y se capacitarán en el cierre de instalaciones, evacuaciones y combate de incendios.</li><li>• Se asegurará que los líquidos inflamables que están en el área de trabajo estén guardados de manera segura.</li><li>• Almacenar en forma segura los tanques de oxígeno y acetileno que se utilicen para trabajos de soldadura.</li><li>• Previo a realizar trabajos de soldadura se debe verificar que no existan, próximo al sitio, materiales combustibles.</li><li>• Se instalarán carteles de prohibición de fumar en lugares donde hay mayores probabilidades de incendio y signifique un peligro latente.</li><li>• Se debe contar con un extintor portátil y vigía de fuego en el sitio donde se realicen trabajos de soldadura.</li><li>• Se capacitará a todo el personal sobre el uso de extintores.</li><li>• Se asegurará que el personal este familiarizado con los sistemas de seguridad contra incendios.</li><li>• Se identificarán los lugares con riesgo de incendio que puedan afectar otra infraestructura cercana.</li><li>• El personal estará capacitado en primeros auxilios.</li><li>• Evitar la acumulación de material combustible, innecesariamente, en las zonas de trabajo.</li><li>• Vigilar que las actividades que puedan generar calor o chispas se realicen a una distancia prudencial de materiales combustibles.</li></ul>
<b>Químicos</b>	Manejo de Sustancias Químicas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tener a disposición del personal, y en las áreas de trabajo, las hojas de seguridad del material (MSDS) en idioma español, respecto a las precauciones a tomar</li></ul>

		<p>para el manejo de sustancias químicas.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacitar periódicamente al personal en cuanto al manejo apropiado de las sustancias químicas que utilicen y el equipo de protección personal que se deba utilizar.</li><li>• Desarrollar el análisis de trabajo seguro y la charla previa antes del inicio de las actividades diarias.</li><li>• Dotar al personal del equipo de protección personal requerido para el manejo de las sustancias químicas según se especifique en las MSDS.</li><li>• Contar en los sitios de trabajo con los equipos, materiales e insumos mínimos requeridos para atender situaciones de emergencia con sustancias químicas según lo señalado en las MSDS respectivas.</li><li>• Contar en los sitios de trabajo con botellas para el lavado de los ojos y agua para situaciones que requieran enjuague o lavado de seguridad.</li><li>• Mantener actualizado el inventario de las sustancias químicas que se utilicen.</li></ul>
	Derrames o Fugas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Para minimizar los peligros, todos los derrames o fugas de materiales peligrosos se deben atender inmediatamente, previa consulta a la Hoja de Seguridad del material (MSDS) de la sustancia.</li><li>• Se recomienda tener a disposición los siguientes elementos para atender los derrames o fugas:<ul style="list-style-type: none"><li>➢ Equipo de protección personal.</li><li>➢ Tambores vacíos, de tamaño adecuado.</li><li>➢ Material autoadhesivo para etiquetar los tambores.</li><li>➢ Material absorbente, dependiendo de la sustancia química a absorber y tratar.</li><li>➢ Soluciones con detergentes.</li><li>➢ Escobas, palas antichispas, embudos, etc.</li></ul></li><li>• Todo el equipo de emergencia y seguridad debe ser revisado constantemente y mantenido en forma adecuada para su uso eventual. El equipamiento de protección personal debe estar descontaminado y debe</li></ul>

<p><b>Químicos</b></p>	<p>Derrames o Fugas</p>	<p>ser limpiado después de ser utilizado.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Los derrames líquidos deben ser absorbidos con un sólido absorbente adecuado, compatible con la sustancia derramada. El área debe ser descontaminada de acuerdo a las instrucciones dadas por personal capacitado y los residuos deben ser dispuestos de acuerdo a las instrucciones dadas en las Hojas de Seguridad del material (MSDS).</li><li>• Deben establecerse procedimientos, por escrito, para actuar con seguridad frente a un posible derrame o fuga. En general, una forma de proceder ante un derrame o fuga de una sustancia química peligrosa es la siguiente:<ul style="list-style-type: none"><li>➢ Identificar el derrame o fuga y el área afectada.</li><li>➢ Asegurar el área.</li><li>➢ Controlar y contener el derrame.</li><li>➢ Limpiar la zona contaminada.</li><li>➢ Descontaminar los equipos y el personal.</li></ul></li><li>• Los trabajos de mantenimiento en las zonas de trabajo deben realizarse al mínimo que sea estrictamente necesario. Si se realizasen labores de mantenimiento en las zonas de trabajo, estas deberán ser realizadas sobre superficies que cuenten con algún tipo de impermeabilización temporal.</li><li>• Cuando se realicen trabajos de mantenimiento en equipos de los cuales puede drenar combustibles o lubricantes, deben utilizarse tambos para la recolección de dichos fluidos y mantener próximo al sitio material de contención de derrames.</li><li>• Previo al inicio de operación elaborar, un Plan de Contingencias (que incluya un Plan de Prevención, Control y Contención de Derrames) específico para la fase de operación.</li><li>• Desarrollar el análisis de trabajo seguro y la charla previa antes del inicio de las actividades diarias.</li></ul>
------------------------	-------------------------	---

<b>Biológicos</b>	Mordeduras y/o Picaduras de Animales e Insectos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Exigir al personal el empleo de ropa de trabajo adecuada que minimice la exposición de la piel a animales e insectos.</li><li>• Prohibir al personal molestar innecesariamente a la fauna silvestre del área.</li><li>• Instruir al personal sobre los peligros al trabajar en áreas que presenten este tipo de riesgo y las medidas de precaución pertinentes.</li><li>• Desarrollar el análisis de trabajo seguro y la charla previa antes del inicio de las actividades diarias.</li><li>• Dotar al personal que lo requiera de repelente contra insectos.</li><li>• En zonas donde exista este riesgo no debe circular el personal sólo, sino trabajar en cuadrillas.</li></ul>
	Contacto con vegetación venenosa, urticante y alergógena	<ul style="list-style-type: none"><li>• Exigir al personal el empleo de ropa de trabajo adecuada que minimice la exposición de la piel a este tipo de vegetación.</li><li>• Prohibir al personal tocar o recolectar la vegetación en las zonas de trabajo.</li><li>• Proveer de guantes para aquellas actividades donde sea inevitable entrar en contacto directo con vegetación.</li><li>• Instruir al personal sobre los peligros al trabajar en áreas que presenten este tipo de riesgo y las medidas de precaución pertinentes.</li><li>• Desarrollar el análisis de trabajo seguro y la charla previa antes del inicio de las actividades diarias.</li></ul>

#### 5.2.1.4. Responsabilidades

Todos los empleados compartirán las responsabilidades para eliminar los daños personales, fomentar la máxima eficiencia, evitar las interrupciones no planificadas como resultado de accidentes de trabajo durante la construcción. La efectividad en el cumplimiento de estos objetivos dependerá de la participación y cooperación de los administradores, encargados o supervisores, y empleados, y de la coordinación de esfuerzos en el desempeño de sus tareas. Todos los administradores, supervisores y empleados serán notificados de sus responsabilidades y su desempeño será evaluado en forma regular.

##### 5.2.1.4.1. Gerente del Proyecto

Para garantizar su cumplimiento se definen las siguientes responsabilidades al Gerente encargado de las diversas fases de Construcción, al Encargado o Supervisor Ambiental y Oficial de Seguridad,

según corresponda:

1. Inspeccionar periódicamente el proyecto para identificar riesgos potenciales, así como garantizar la implementación de las medidas preventivas que amerite el caso.
2. Realizar reuniones periódicas, con los encargados de las diversas tareas, durante las fases de construcción, para discutir los riesgos asociados a cada una de las actividades y las medidas preventivas que se deban aplicar.
3. Verificar que se cumpla con las medidas de prevención de riesgo y detener cualquier actividad cuya forma de ejecución se considere insegura.
4. Evaluar las necesidades de modificación del presente plan de prevención.
5. En aquellos casos en los que se determine que alguna de las medidas de prevención establecidas no esté funcionando efectivamente, se realizaran las coordinaciones necesarias para su modificación.
6. Investigar cualquier incidente que ocurra relacionado con los riesgos definidos en el presente plan de prevención y verificar que se implementen las medidas necesarias tendientes a evitar la repetición de situaciones similares. Levantar un informe producto de las investigaciones realizadas.

#### **5.2.1.4. Empleados**

1. Cumplir con todas las reglas, regulaciones y normas en la realización de las tareas asignadas.
2. Participar en reuniones sobre seguridad y ambiente.
3. Serán responsables del cuidado y salvaguarda del equipo de protección personal suministrado.
4. Reportar todos los accidentes, daños personales y fugas que ocurran.
5. Colaborar en investigaciones sobre salud, seguridad y ambiente.

#### **5.2.1.3. Contratistas y Sub Contratistas**

1. Asegurarse de que todos los empleados estén capacitados de forma apropiada sobre los requerimientos de ambiente, salud y seguridad y en sus trabajos específicos.
2. Cumplir con todas las regulaciones locales del proyecto.
3. Reportar lesiones personales, derrames y accidentes, de forma inmediata a la administración del proyecto.
4. Concertar reuniones pre-laborales y otras reuniones.
5. Concertar reuniones semanales sobre seguridad con los encargados en las diferentes áreas de trabajo.

6. Concertar reuniones sobre orientación en seguridad laboral con todos los empleados antes de empezar los trabajos y de forma periódica durante la ejecución del proyecto.
7. Cumplir con los requerimientos de equipo de protección personal:
  - a) Guantes de seguridad – Requerido sobre la base del riesgo de trabajo.
  - b) Zapatos de seguridad - Requeridos sobre la base del riesgo de trabajo.
  - c) Cascos - Requeridos en todas las tareas señaladas.
  - d) Protección ocular - Requerida sobre la base del riesgo de trabajo.
  - e) Protectores para oídos - Requeridos sobre la base del riesgo de trabajo.
  - f) Arnés de seguridad personal - Requerido sobre la base del riesgo de trabajo.
  - g) Respiradores - Requeridos sobre la base de la exposición a químicos.
8. Realizar inspecciones periódicas del equipo.
9. Efectuar investigaciones sobre accidentes para lo siguiente:
  - a) Lesiones que requieran de primeros auxilios: Descripción, causa y prevención.
  - b) Lesiones personales atendidas por un médico: Descripción, causa y prevención.
  - c) Daños a los equipos: Descripción, causa y prevención.
10. Desarrollar y documentar, mensualmente, la inspección de las obras.
11. Dotar de personal entrenado y de equipo de protección contra incendios; inspeccionar estos equipos mensualmente.
12. Dotar al personal de campo con equipo de comunicación.
13. Anotar y mantener en las zonas de trabajo los siguientes números de teléfono de emergencia: a) Médico b) Centro de Salud c) Policía y d) Bomberos
14. Requerir que las reuniones de análisis de seguridad se lleven a cabo con todos los grupos de trabajo participantes.
15. Efectuar inspecciones de los equipos (equipos de protección de personal y herramientas manuales) mensualmente.
16. Almacenar los líquidos inflamables de una manera apropiada.
17. Asegurarse que en todos los sitios de trabajo cuentan con la señalización adecuada.

#### **5.2.1.4.Regulaciones**

Todas las actividades que se desarrollen como parte del plan de prevención de riesgos, deberán tomar como base la legislación ambiental y de seguridad Panameña vigente al momento del desarrollo de los trabajos.

Además, se deberá desarrollar e implementar medidas de seguridad para evitar el libre acceso de personas ajenas a las distintas áreas de trabajo del proyecto. Se controlarán todos los accesos a las instalaciones y frentes de trabajo. Los sitios de trabajo deberán tener una iluminación adecuada para proporcionar buena visibilidad.

#### **5.2.1.5. Educación y Capacitación sobre Seguridad**

Siendo la capacitación un elemento esencial para el éxito del Plan de Prevención, el Promotor y el Contratista, se comprometen a:

1. Instruir a cada empleado a reconocer y evitar condiciones inseguras y sobre las regulaciones aplicables en su entorno de trabajo, para controlar o eliminar cualquier peligro u otra exposición a enfermedades o lesiones.
2. Instruir a los empleados requeridos para manejar o utilizar materiales peligrosos. Esta instrucción se enfocará en su uso y manejo seguro, así como los peligros potenciales, higiene y medidas requeridas de protección personal.
3. Todo empleado que por razones de las actividades que realiza requiera utilizar algún equipo de protección personal estará obligado a la utilización del mismo y a brindar el cuidado necesario al equipo suministrado.
4. Asegurar que los empleados cumplan con las regulaciones referentes al trabajo en altura, instruirlos sobre la naturaleza de los peligros involucrados, las precauciones necesarias a ser tomadas y el uso de equipos de protección y emergencia requeridos.
5. Asegurar que los empleados cumplan con las regulaciones referentes al ingreso a espacios confinados o cerrados, instruirlos sobre la naturaleza de los peligros involucrados, las precauciones necesarias a ser tomadas y el uso de equipos de protección y emergencia requeridos. El Contratista debe cumplir con cualquier regulación específica que GNA aplique al trabajo que se vaya a realizar.
6. En el establecimiento donde los empleados se reportan usualmente para trabajar se debe mantener lo siguiente:
  - a) Un registro de las lesiones ocurridas en el trabajo y enfermedades laborales.
  - b) Registros suplementarios de cada accidente laboral o enfermedad.
7. Se debe actualizar los registros de todos los accidentes y enfermedades laborales y tenerlos disponibles para los representantes gubernamentales autorizados u otras autoridades.

### 5.2.1.6. Equipo de Protección Personal

Los Supervisores deberán velar que los empleados tengan los equipos de protección personal apropiados y los empleados están obligados a usarlos en todas las operaciones donde exista exposición a condiciones de peligro, como:

1. Protección para los Pies. Los empleados expuestos a riesgos potenciales deben calzar zapatos de seguridad. Pueden ser botas de caucho o impermeables, que sean fáciles de quitar, resistentes al aceite y con suelas y tacones de goma antiresbalantes.
2. Protección para la Cabeza. Los empleados que trabajan en áreas donde exista peligro de daños resultantes de impactos por objetos voladores o de choques eléctricos y quemaduras, deben utilizar cascos protectores.
3. Cuando no sea factible reducir los niveles de ruido o la duración de la exposición a estos ruidos, debe dotarse de dispositivos de protección para los oídos.
4. Los dispositivos de protección de oídos introducidos dentro del canal auditivo, deben ser medidos o determinados de forma individual por personas competentes.
5. El algodón por sí sólo no es aceptable como medida de protección.
6. Los empleados deben estar provistos de equipo de protección para los ojos y el rostro, cuando las máquinas o las operaciones presenten un potencial posible de lesiones oculares o faciales, resultantes de la exposición a agentes químicos o físicos.
7. Dotación de barbijos a los empleados expuestos a partículas suspendidas.
8. Los empleados cuya visión requiera del uso de lentes correctivos, deben estar protegidos por visores de uno de los siguientes tipos:
  - a) Visores cuyos lentes protectores brinden corrección óptica.
  - b) Visores que pueden ser usados sobre los lentes de corrección sin alterar el ajuste de los anteojos.
  - c) Visores que incorporen lentes correctivos montados detrás de los lentes de protección.
9. Protección para trabajos en altura.
10. Chalecos de Seguridad
11. Los empleados deberán ser provistos de equipos de protección, dispositivos e instalaciones anti-caída en caso de ser necesario. Se deberá proveer mínimamente de:
  - a) Arnéses o cinturones.
  - b) Cabos de anclaje.
  - c) Cascos.

d) Líneas de vida.

e) Material auxiliar (poleas, protectores de cuerdas, etc.).

Todos los sistemas o equipos de protección contra riesgos de caídas en altura y sus componentes deberán ser sometidos a inspecciones visuales antes de cada uso, para detectar signos de daño o defectos. Deberán además, ser sometidos a una completa revisión cada tres meses o según las indicaciones del fabricante. Si el equipo o sistema de protección personal contra riesgos de caídas, están sometidos a un uso severo y riguroso continuo, la frecuencia de las inspecciones y revisión del equipo se deberá efectuar mensualmente, o semanalmente, o cuando se requiera, conforme además a las recomendaciones respecto a inspección prescritas por el fabricante.

#### **5.2.1.7. Primeros Auxilios:**

Antes del inicio del proyecto, se deben tomar provisiones para que cada empleado tenga acceso a una atención médica rápida y/o servicios de primeros auxilios. Los primeros auxilios son los cuidados inmediatos y temporales brindados a la víctima de un accidente o enfermedad súbita, hasta que puedan obtenerse los servicios de un médico. A menudo, una víctima de accidente es lastimada en vez de ser auxiliada por las personas que desean cooperar, si éstas no saben cómo administrar los primeros auxilios de manera apropiada. Sólo debe permitirse a personas calificadas en primeros auxilios atender a un accidentado. Debe dotarse de un Botiquín de Primeros Auxilios a todos los equipos de trabajo. Una persona calificada en primeros auxilios debe estar a cargo de ese botiquín.

1. El contenido del botiquín de primeros auxilios debe ser verificado, antes de ser enviado al lugar de trabajo, para asegurar que cualquier artículo utilizado haya sido reemplazado. El contenido deberá ser aprobado por un médico de consulta, empaquetado en un embalaje a prueba de agua, con paquetes sellados individuales para cada tipo de artículo.
2. Los números de teléfono de los médicos, centros de salud y ambulancias deben colocarse siempre en un lugar visible.
3. El encargado de cada equipo es responsable del tratamiento de los primeros auxilios y para aplicarlos, debe contar entre su personal con una persona calificada.
4. Un empleado que sufra alguna lesión física debe reportarse a su encargado, sin importar lo insignificante que pueda parecer el daño.

5. El encargado de cada grupo de trabajo debe reportar todos los accidentes a la oficina de campo, y debe realizar un informe apropiado sobre el accidente.
6. Se debe desarrollar e implementar un plan de emergencia para el caso de urgencias médicas de considerable gravedad (p.e. ataque cardíaco, amputación, laceraciones de gravedad, heridas en la cabeza, etc.), el cual describirá detalladamente los procedimientos que deben seguirse como tratamiento inicial y la estabilización del personal afectado, hasta que se cuente con el tratamiento médico y de transporte de emergencia al hospital más cercano, que cuente con capacidad para tratar ese tipo de urgencias.

#### **5.2.1.8. Reglas de Orden y Limpieza**

El buen orden y limpieza es la primera regla para la prevención de accidentes y debe ser una preocupación primordial para todo el personal del proyecto. Las prácticas de buen orden y limpieza deben ser planificadas al inicio de las obras y deben ser cuidadosamente supervisadas durante la ejecución de las mismas.

1. Durante las tareas de construcción, las áreas de trabajo deben estar libres de desechos y escombros de cualquier tipo.
2. Los materiales de las estructuras serán almacenados en lugar seco, sobre apoyos de madera, de modo de evitar el contacto de las mismas con el suelo. La clasificación de las piezas será realizada conforme el tipo de estructura, de modo de facilitar su inspección cualitativa y cuantitativa, así como el transporte, carga y descarga del material en el lugar adecuado. Pernos, arandelas, tuercas, piezas pequeñas, se mantendrán en cajas de madera para su almacenamiento, manejo y operaciones de carga y descarga.
3. Los escombros, desechos y materiales en desuso, constituyen factores de riesgo para incendios y accidentes y antes de acumularse deben ser retirados de las áreas de trabajo.
4. Se deberán mantener las indicaciones planteadas en el Programa de Manejo de Residuos que incluyen lineamientos para el manejo del agua, desechos orgánicos e inorgánicos y saneamiento en general.

### 5.2.1.9. Protección y Prevención Contra Incendios

El Promotor y Contratistas serán responsables del desarrollo y mantenimiento de un efectivo programa de protección y prevención de incendios en el sitio de trabajo, durante toda la fase de operación del proyecto.

#### 5.2.1.9.1. Protección contra incendios

Para asegurar una efectiva protección contra los incendios se debe cumplir con lo siguiente:

1. Asegurar la disponibilidad del equipo de prevención y extinción de incendios requeridos.
2. Mantener el acceso al equipo contra incendios, todo el tiempo libre.
3. Ubicar todo el equipo contra incendios en lugares accesibles y contar con señalización adecuada.
4. Inspeccionar el equipo contra incendios en forma periódica y mantenerlo en condiciones operables. El equipo defectuoso debe ser remplazado.
5. Disponer de una cuadrilla contra incendio, equipada y entrenada (Brigada contra Incendios), para asumir la adecuada protección de las vidas humanas y de los equipos u maquinarias.
6. Proveer un extintor de capacidad no menor a 20 lb. tipo ABC dentro de un radio de 15 m de donde haya más de 25 litros de fluidos inflamables o 3 kg o más de gases inflamables que sean utilizados en el sitio.
7. Prohibir el uso de extintores de tetracloruro de carbono u otros extintores con líquidos volátiles tóxicos.
8. Usar la Tabla 10-11 como una guía para seleccionar los extintores portátiles apropiados.

**Tabla 9. Datos Sobre Extintores**

Clase del Extintor	Agua	Espuma	Dióxido de Carbono	Sodio o Bicarbonato de Potasio	Polifuncional ABC
A: Madera, Papel, Basura que Contenga Carbones Ardientes	SI	SI	NO	NO	SI

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

B: Líquidos Inflamables, Gasolina, Aceite, Pinturas, Grasa, etc.	NO	SI	SI	SI	SI
C: Equipo Eléctrico	NO	NO	SI	SI	SI

Fuente: 29 CFR Parte 1926.

### 5.2.1.9.2. Prevención de incendios

Para lograr una efectiva prevención de incendios se debe cumplir con lo siguiente:

1. Instalar los cables y el equipo de iluminación o energía, de acuerdo a los requerimientos del NEC 1999 y del RIE aplicables en el país.
2. Prohibir fumar en todas las áreas del proyecto, excepto en aquellas específicamente habilitadas y autorizadas para el efecto. Para ello colocará letreros llamativos con las leyendas: "Prohibido Fumar" o "Prohibido Encender Fuegos No Autorizados".

### 5.2.1.9.3. Manejo de Líquidos Combustibles e Inflamables y Sustancias Tóxicas

Para lograr un manejo seguro de los líquidos peligrosos, se debe cumplir con lo siguiente:

1. Utilizar sólo los recipientes y tanques portátiles aprobados para el almacenamiento y manejo de líquidos combustibles e inflamables. Usar contenedores de seguridad de metal para el manejo y utilización de líquidos inflamables en cantidades mayores a un galón, excepción que no debe aplicarse a aquellos materiales líquidos inflamables que son altamente viscosos, los cuales deben manejarse en los recipientes de embarque originales. Para cantidades de un galón o menos, sólo se podrá utilizar el recipiente original o las latas de seguridad de metal para el almacenamiento y manejo de líquidos inflamables.
2. Mantener las áreas de almacenamiento libres de malezas, escombros y otros materiales combustibles que no sea necesario almacenar.

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

3. Colocar al menos un extintor de incendios portátil tipo ABC con una capacidad no menor de 20 lb, a una distancia entre 5 y 20 m, en cualquier área de almacenamiento de líquidos inflamables situada fuera del lugar almacenamiento central
4. Proporcionar al menos un extintor de incendios portátil, tipo ABC con una capacidad de 20 lb o más, para cada camión tanque u otros vehículos utilizados para el transporte y/o reparto de combustibles líquidos u otros inflamables.
5. Prohibir fumar o encender fuegos en cualquier área del proyecto, con especial atención en áreas utilizadas para el abastecimiento de combustible, sistemas de servicio de abastecimiento de combustible, receptoras o repartidoras de líquidos combustibles e inflamables.
6. Asegurar que se coloquen letreros llamativos y legibles que indiquen Prohibido Fumar.
7. Asegurar que los operadores apaguen los motores de todos los equipos que estén cargando combustibles y que no utilicen teléfonos celulares al realizar esta actividad.

#### 5.2.1.9.4. Señales, Letreros y Barricadas

1. Cuando se estén realizando trabajos, deben ser visibles los letreros y símbolos necesarios para la prevención de accidentes y deben retirarse o cubrirse oportunamente, cuando ya no existan riesgos.
2. Deben utilizarse etiquetas de prevención de accidentes como medios temporales de advertencia a los empleados de un riesgo existente, tales como herramientas desgastadas, equipos defectuosos, etc.
3. Deben anunciarse las áreas de construcción con letreros de tráfico, visibles y legibles, en los puntos de peligro.
4. Cuando las operaciones sean tales que los letreros, señales y barreras o resguardos no proporcionen la protección necesaria en lugares de trabajo o adyacentes, deben proporcionarse banderilleros u otros controles apropiados de tráfico en los caminos de acceso.
5. Los banderilleros deben utilizar la señalización manual mediante el uso de banderas rojas, de al menos medio metro cuadrado o paletas de señalización, y en periodos de oscuridad, luces rojas.
6. Debe dotarse a los banderilleros de ropa de advertencia roja o anaranjada que deben vestir mientras efectúen señales con la bandera.

7. Los banderilleros deben pararse al borde del camino próximo a la línea de tráfico que se esté controlando, nunca sobre el camino a menos que los banderilleros estén detrás de las barreras.
8. Los banderilleros deben siempre mirar hacia el tráfico que se está controlando y se debe asegurar que éstos también puedan ver lo que está pasando donde los obreros se encuentran trabajando o, si los banderilleros no pueden hacerlo, deberían tener una comunicación directa y continua con el lugar donde estén sus colegas, tales como radio de dos vías o teléfonos.

#### **5.2.1.9.5. Estabilización de Taludes y Áreas Inestables**

En todos los frentes de trabajo donde se realice movimiento de tierra y adecuación de taludes, será necesario tomar medidas inmediatas orientadas a estabilizar sitios que no presenten seguridad para los trabajadores, el tráfico local y/o la población. Se deberá velar porque el tránsito de equipos y personas en esos lugares sea debidamente controlado.

#### **6. Experiencias y Referentes: AES ANDRÉS**

El complejo energético AES Andrés está ubicado en la comunidad de Andrés, Boca Chica, en el sector Punta Caicedo de la República Dominicana.

AES Andres es una central tipo ciclo combinado utilizando gas natural como combustible de operación. El proyecto cuenta con un muelle y una terminal para la descarga de gas natural líquido y otros combustibles, iniciando su operación comercial el 2 de diciembre de 2003. Con una inversión total que supera los 420 millones de dólares, el complejo energético de AES Andrés se convierte en una facilidad de última generación única en la República Dominicana y en la región.

La terminal de Gas Natural líquido funciona como un sistema a base de controladores lógicos programables PLC, marcas FE Fanuc y un sistema de plataforma gráfica Intouch Wonder Ware. Tiene capacidad de operar libremente sin la intervención de elemento humano, es a prueba de fallas y como sistema inteligente da alarmas sobre cualquier acción riesgosa que pudiera acometer el personal de operación.

Así mismo, el complejo cuenta con capacidad para la descarga de combustibles líquidos, con un sistema de tuberías de descarga de 16 pulgadas y un grupo de tanques de almacenamiento con capacidad superior a los 5 millones de galones de combustible. Adicionalmente, el proyecto de

AES Andres, posee espacio disponible para la construcción de tanques adicionales hasta un volumen de aproximadamente 30 millones de galones y con una capacidad de instalar sistemas adicionales para la descarga de líquidos.

El puerto de AES Andrés se extiende desde la orilla hasta una longitud de 400 metros mar adentro, es un camino sobre agua que contiene la vía de acceso y sobre ésta, las diferentes tuberías de descarga, retorno de vapor, sistema de agua contra incendio y utilitarios asociados. El área de atraque o pegue de buques, posee formación Sur-Norte con tres puntos de amarre para popa (parte trasera) y tres para proa (parte delantera) y cuatro puntos de apoyo o contacto denominados acopladores o fenders. Los puntos de apoyo reciben el nombre de Mooring y Berthing Dolphins y cada uno está construido con una capacidad de 400 toneladas, equivalentes a un factor de seguridad 3/1.

El muelle presenta las siguientes características relevantes:

- a) El Puerto de Andres puede recibir barcos desde los más pequeños incluyendo barcazas y barcos de fuel oil hasta grandes barcos de gas natural líquido con capacidad hasta 145.000 metros cúbicos. Para esto posee un calado entre 15 y 20 metros de profundidad y su construcción es a base de acero negro y reforzado con hormigón de máxima calidad en su interior.
- b) Sistema rápido de conexión y desconexión de los brazos de descarga con capacidad de 3,500 metros cúbicos/h de gas natural líquido por brazo equivalentes a 10,500 m<sup>3</sup>/h y un brazo para retorno de vapor que puede devolver al barco un volumen de gas natural equivalente a 27.680 m<sup>3</sup>/h.
- c) Descarga de líquidos tales como nitrógeno y diesel.
- d) Sistema inteligente de ganchos para acoples con capacidad de 100 toneladas cada uno en los diferentes puntos y con un sistema de monitoreo en tiempo real que despliega el tonelaje por cuerdas en uso.
- e) El sistema de conexión al barco se realiza vía un sistema hidráulico de brazos, que puede ser maniobrado a distancia vía un control inteligente para tal fin.
- f) Sistema contra incendio en combinación de agua y químico seco púrpura K, detección de fallas y sistema de monitoreo de peligros.
- g) Regulado Internacionalmente por la norma de La Sociedad Internacional de Buques y Operadores de Puertos y Terminales, Society International of Gas Tankers and Terminals Operators (SITTGO) y la Organización Internacional para Asuntos Marítimo (IMO por sus siglas en inglés)

h) Sistema de Monitoreo y seguridad para el pegue y despegue de barcos que despliega en tiempo real la aproximación, velocidad y ángulo.

i) Capacidad disponible para la instalación adicional de nuevos sistemas de tuberías

j) Certificación Protección Buques e Instalaciones Portuarias (PBIP) otorgada por la Autoridad Portuaria Dominicana.



**Figura 23: Fotografías Referenciales AES Andres**



**ANEXO 1**  
**Registro público Gas Natural Atlántico S. de R.L.**  
**Datos Representantes Compatibilidad**



**ANEXO 2**  
**Documento Sustento Tenencia de Tierra**  
**Área de Obras Permanentes del Proyecto**



**ANEXO 3**  
**Estudio de Maniobrabilidad SIDMAR**



**ANEXO 4**  
**Documento Sustento Tenencia de Tierra**  
**Área de Obras Provisionales del Proyecto**



**ANEXO 5**  
**Simulación Dispersión de Sedimentos**

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56



**ANEXO 6**

**Simulación Dispersión de Emisiones de Gases**



**ANEXO 7**  
**Simulación Dispersion Pluma Térmica**



**ANEXO 8**  
**Plan de Monitoreo Ambiental**

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56



**ANEXO 9**  
**Plan de Seguimiento y Control Ambiental**

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56

confidential  
Josefina Doumbia  
IFC  
Jan 20, 2016 16:56