

## 5.0 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La comprensión de las acciones necesarias para la planificación, construcción y operación del PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA CENTRAL TÉRMICA DE CICLO COMBINADO DE 670 MW, es de gran importancia para identificar y evaluar los posibles impactos ambientales del mismo. Lo anterior, permitirá reducir las afectaciones ambientales que pudiera generar el proyecto, así como definir las medidas de mitigación que sean necesarias con el fin de garantizar su viabilidad ambiental.

Debido a la creciente demanda de energía en el país, el promotor ha identificado la oportunidad para invertir en el sector energético, mediante la construcción y operación de una Central Termoeléctrica de ciclo combinado en el área de Isla Telfers que utilizará un combustible más limpio y económico, como lo es el gas natural.

La central termoeléctrica de ciclo combinado se desarrollará en un área de aproximadamente 34.329 hectáreas e incluirá tuberías de toma de agua y descarga en la zona marina y una central termoeléctrica que alcanzará una capacidad de generación de 670 MW, la cual a su vez consistirá principalmente en dos turbinas de gas y una turbina de vapor (Configuración 2x1), así como todos los sistemas auxiliares que incluyen sistemas de recuperación de vapor, sistemas de prevención y control de incendios, sistema de refrigeración y torre de enfriamiento (basado en agua de mar), tuberías de toma y descarga de agua de mar, planta de tratamiento de agua y sistema de potabilización, subestación eléctrica para la transmisión de la energía, entre otras. La central funcionará con gas natural como combustible principal y con combustible líquido (Diésel) como combustible de reserva para atender contingencias.

Para evaluar los posibles impactos de la actividad descrita y cumplir así con los requisitos exigidos por el Ministerio de Ambiente y las instituciones financieras, el promotor ha contratado los servicios de URS Holdings, Inc. para la elaboración de la evaluación ambiental y social requerida para la central térmica.

## 5.1 Objetivos del Proyecto, Obra o Actividad y su Justificación

En líneas generales el proyecto corresponde a la construcción de una planta de generación térmica y sus componentes. A continuación, se describirán los objetivos del proyecto y su justificación.

### 5.1.1 Objetivos

Según el texto único de la Ley 6 de 3 de febrero de 1997 “Que dicta el Marco Regulatorio e Institucional para la Prestación del Servicio Público de Electricidad”, Sección II, Expansión del Sistema Interconectado Nacional (SIN), Artículo 7. Criterios: “La definición de las políticas y criterios para la expansión del sistema interconectado nacional, se realizará a corto y largo plazo, de manera que los planes para atender la demanda sean lo suficientemente flexibles para que se adapten a los cambios que determinen las condiciones técnicas, económicas, financieras y ambientales; que cumplan los requerimientos de calidad, confiabilidad y seguridad determinados por la Secretaría Nacional de Energía; que los proyectos sean técnica, ambiental, financiera y económicamente viables, y que la demanda sea satisfecha atendiendo a criterios de uso eficiente de los recursos energéticos.”

En este contexto, el objetivo del proyecto consiste en generar energía eléctrica de manera eficiente y flexible, mediante la operación de una Central Termoeléctrica de 670 MW de potencia a base de gas natural licuado como combustible primario (con Diésel como combustible para atender contingencias), a ejecutarse en el área de Isla Telfers en la provincia de Colón. Los objetivos específicos del Proyecto son los siguientes:

- Mejorar la calidad, confiabilidad y seguridad del sistema de generación de energía desde el Norte del país.
- Incrementar la capacidad de generación de energía eléctrica del país en 670 MW, de forma que se cubra de manera eficiente y oportuna la demanda prevista del SIN y se evite un posible desabastecimiento energético.

- Incorporar “capacidad firme” al Sistema Interconectado Nacional mediante la generación eléctrica basada en combustibles de baja dependencia de fenómenos climáticos, disminuyendo así los impactos que estos pudieran tener sobre la oferta energética del país.
- Contribuir a diversificar la matriz energética del parque de generación del país, con centrales termoeléctricas con combustibles limpios, a base de gas natural (como combustible principal).
- Generar empleos temporales y permanentes.

### 5.1.2 Justificación del Proyecto

La realización del proyecto, en su concepto general, se justifica fundamentalmente por las razones que se detallan a continuación.

- **Localización:** Para la localización del proyecto, se tomaron en consideración los siguientes aspectos claves del área elegida:
  - El punto de interconexión eléctrico, iniciando en la provincia de Colón, y últimamente interconectándose a la región metropolitana de la provincia de Panamá, provee una fuente de generación firme cercana al principal punto de consumo eléctrico del país; resultando en la mitigación de riesgos de congestión en la transmisión eléctrica desde los nodos de las provincias de Occidente, al mitigar estos riesgos se fortalece el sistema de interconectado nacional.
  - La proximidad a instalaciones portuarias que permiten la carga y descarga de equipos de gran tamaño en un sitio cercano a la obra, minimizando así la necesidad de transporte a través de vías terrestres y disminuyendo la posible afectación a poblados cercanos en las etapas de construcción y operación.
  - Un uso de suelo compatible, relativamente aislado de posibles impactos a nivel residencial; así como la accesibilidad a infraestructura eléctrica, industrial y

recepción de Gas Natural Licuado, permiten reducir la huella, costo del proyecto, y a su vez, el precio de energía al consumidor.

- Acceso al mar para la instalación de una toma de agua y sistemas de refrigeración de la central, reduciendo la necesidad de infraestructura adicional, en el área de la central, para el rechazo de calor del proceso de generación eléctrica.
- **Económica:** Según el Banco Mundial (panorama general Panamá actualizado a octubre 2020) debido a los efectos del Covid-19 en la economía del país se espera que el crecimiento económico para el 2020 se contraiga de forma significativa; con un esperado a cierre de año de al menos un 10% de contracción según la calificadora Moodys, eso de acuerdo con su opinión emitida en el mismo mes. La contracción económica ha afectado las principales áreas laborales, como los servicios y la construcción. La reactivación económica post-pandemia requiere de contribuciones positivas a través de la inversión en proyectos de infraestructura que puedan impulsar los sectores de logística, industria y comercio. La construcción de un proyecto de esta magnitud permitirá crear, cientos de empleos directos y miles de empleos indirectos, impulsando la economía del país, fortaleciendo así el proceso de recuperación económica post Covid-19.

Adicionalmente, la inclusión de una central eléctrica de Gas Natural ayudará a garantizar la disponibilidad de potencia firme no dependiente de variaciones climáticas aportando a la estabilidad del sistema eléctrico del país. Esta potencia firme hace al país más resiliente ante cambios en los patrones climáticos; como lo son las sequias extensas, que no solo amenazan los niveles de navegación del canal, sino también gran parte del pie de generación hidroeléctrico con el cual cuenta el país. El Gas Natural, al ser una fuente de energía con reservorios distribuidos en varios continentes y diversos países hace que su precio sea menos sensible a eventos geopolíticos puntuales. Los eventos geopolíticos pueden incrementar la volatilidad en otros tipos de combustibles cuyos reservorios estén, en su mayor parte, concentrados en regiones específicas. Esta flexibilidad en generación

provee una capa extra de diversificación en términos de precios a la matriz energética de Panamá.

La central de generación, al generar con gas natural, más económico y limpio en comparación a otros combustibles, se convertirá en parte del suministro base de energía del país. Esto con el potencial de desplazar a otros combustibles más costosos, reduciendo los precios del mercado energético y del consumidor. Es así, como el proyecto puede convertirse en un eje para el crecimiento comercial y económico del país, acompañando el incremento de demanda energética que necesitará el Panamá en nuevos proyectos de inversión y recuperación económica de los próximos años.

- **Socioambiental:** Los efectos del COVID-19 han agudizado los niveles de pobreza e inequidad dentro de los grupos más vulnerables de la población. Los altos niveles de desempleo y cesión de actividad económica han tenido efectos devastadores; según comentarios de MITRADEL en agosto de 2020, estos llegaron a alcanzar niveles de hasta el 25%. Es clara la necesidad de impulsar la demanda por fuerza laboral en el país.

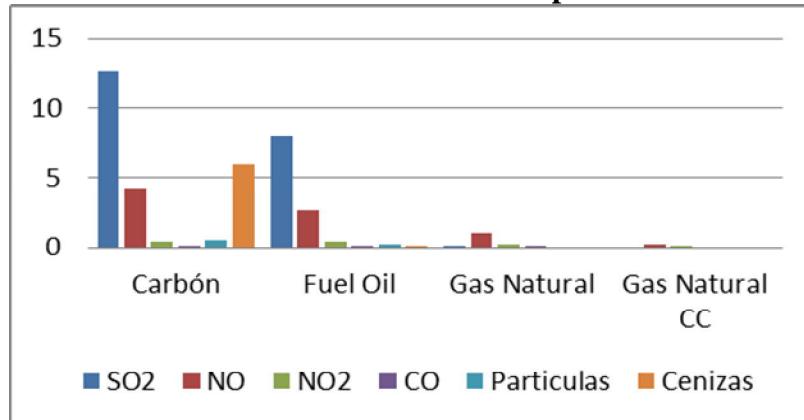
La construcción y operación de la central de generación con Gas Natural, logrará generar en la provincia de Colón cientos de empleos directos y miles de empleos indirectos. Creando así fuentes de trabajo temporales y permanentes, beneficiando a las comunidades aledañas al proyecto. En los últimos años, con proyectos similares en la provincia, se demostró como el proceso de construcción de un proyecto de esta magnitud genera microambientes de actividad económica, promueven la inversión en restaurantes, hoteles y establecimientos comerciales o de servicios aledaños a la zona de influencia del proyecto. Adicionalmente, dados los tiempos de construcción y el cronograma del proyecto, se espera que la contribución económica ocurra en el corto y mediano plazo, convirtiéndose así en un proyecto fundamental para fortalecer la recuperación económica post COVID-19 de Panamá.

Adicionalmente la central de generación, al utilizar Gas Natural como combustible para el funcionamiento de las turbinas de generación termoeléctrica, se considera como una fuente limpia, debido a los altos niveles de eficiencia del proceso, qué, al utilizar turbinas a gas que operan en ciclo combinado con una turbina de vapor, permite maximizar la eficiencia del proceso y alcanzar niveles mínimos de emisiones, que cumplen ampliamente los límites permisibles establecidos por la legislación panameña, así como los lineamientos de los organismos internacionales.

De igual forma, el uso del Gas Natural 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 NOx, en comparación con otros combustibles fósiles (ver Figura 5-1).

La competitividad económica del gas natural en comparación a otros combustibles de generación térmica le dará lugar como parte de la generación base del sistema nacional, desplazando en momentos de alta demanda a plantas menos eficientes y más contaminantes como lo son el Bunker, y Diésel. Adicionalmente, la posición estratégica de la planta le permite utilizar parte de la infraestructura ya existente en la zona dedicada a la recepción y almacenamiento de gas natural licuado. El uso de infraestructura existente implica una menor huella durante construcción (por ende, menor impacto a la bahía), ahorro de materiales y reducción de emisiones debido a un proceso constructivo más ágil y eficiente cuando se compara con el esfuerzo de duplicar las obras de infraestructura.

**Figura 5-1**  
**Nivel de Emisiones Asociado a Cada Tipo de Combustible**



Fuente: Impacto Medio ambiental del gas natural frente a otras energías.  
 Universidad de Barcelona. Fundación Bosch I Gimpera, 1997.

### 5.1.3 Análisis de Alternativas como estrategia para el uso eficiente de los recursos

Para el desarrollo de este estudio, el análisis de alternativas se constituye como estrategia para el uso eficiente de los recursos, el cual fue desarrollado a diferentes niveles.

En primer lugar, la selección general del sitio de emplazamiento consideró un estudio previo de alternativas de localización, por medio del cual se determinó que el sitio propuesto para la central cumple con los requisitos y beneficios necesarios para la construcción del proyecto.

En segundo término, se identificaron otros niveles de análisis, con lo cual las alternativas físicas seleccionadas y detalladas en esta sección presentan las opciones analizadas para:

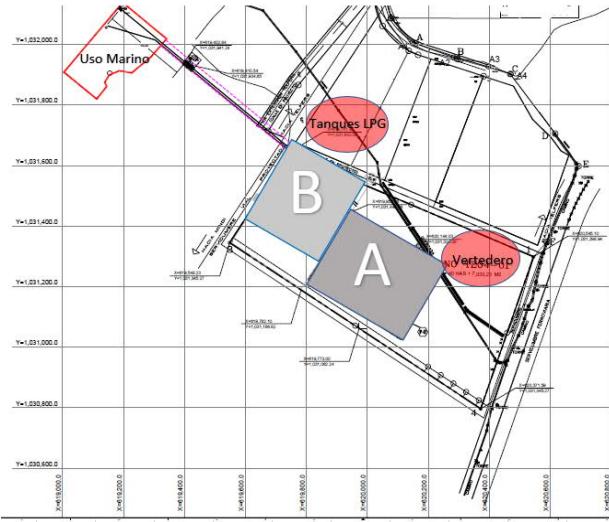
- Selección de la localización del bloque de generación de la central termoeléctrica en el emplazamiento.
- Evaluar las opciones para la localización del punto de toma de agua marina destinada al proceso de refrigeración y operación de la planta de generación.
- Finalmente, evaluar la alternativa de Hacer o No Hacer el Proyecto.

### 5.1.3.1 Alternativas de Localización de la Central Termoeléctrica

El área general de emplazamiento de la central termoeléctrica (o bloque de generación), fue seleccionada en etapas de diseño previas, donde otros desarrolladores anteriores contrataron Ingemar Consultores Ambientales (ICA), el “Estudio de Factibilidad Ambiental de Dos Fincas para Ubicar una Central Termoeléctrica”. Las alternativas de localización del sitio estudiadas por ICA fueron una en el sector de isla Telfer en una propiedad perteneciente originalmente al ferrocarril, muy cerca del sitio actual y la otra en Samba Bonita, ambas en la Provincia de Colón. Como método de comparación, ICA utilizó el concepto de Índice de Sensibilidad Ambiental. Como resultado de dicho análisis fue seleccionada Isla Telfers como área de emplazamiento del proyecto, ya que cuenta con condiciones apropiadas para el desarrollo industrial, estando ocupada por otras instalaciones similares, alejada de centros poblados y cercana a vías de comunicación terrestre y marítima.

Como parte del presente estudio, se ha tomado en cuenta el análisis de alternativa antes mencionado para definir la localización del sitio de la central termoeléctrica. Con lo cual, en el emplazamiento principal disponible (Isla Telfers), se han analizado dos posibles sitios para la instalación del bloque de generación y lograr un uso eficiente de los recursos, representadas en la Figura 5-2

**Figura 5-2**  
**Alternativas evaluadas. Sitio de instalación del bloque de generación**



Fuente: Generadora Gatún, S.A.

La Zona A se ubica en la parte media del polígono, es aledaña a un camino rural existente y cuenta con una colindancia al Noreste con el vertedero municipal Monte Esperanza. Por su parte, la Zona B se encuentra ubicada en la parte Norte del Polígono, en una posición más cercana a la costa, colindante con una zona denominada Tanques LPG, que corresponde a más de 12 cilindros de almacenamiento de gas licuado de petróleo.

Tomando en cuenta lo anterior, para la evaluación de las alternativas se ha definido una matriz multicriterio compuesta de cuatro criterios principales, donde cada uno aporta en un porcentaje equivalente a su importancia, incluyendo los siguientes aspectos:

- **Condiciones de Suelo.**
  - **Seguridad y Continuidad de Operación.**
  - **Integración con Infraestructura existente.**
  - **Costo.**

Para un mejor análisis, algunos criterios principales fueron divididos en criterios secundarios con un total de siete subcriterios, los cuales eran evaluados en base a la escala que se muestra en el

Tabla 5-1. Cada subcriterio aporta de forma ponderada al valor asignado al criterio de análisis del cuál forman parte.

**Tabla 5-1**  
**Escala de valoración de los criterios secundarios.**

Puntaje	Nivel
5	Excelente
4	Mejor que en promedio
3	Conveniencia promedio
2	Menor que en promedio
1	Insuficiente
0	No es aceptable

Fuente: Generadora Gatún, S.A.

La comparativa del análisis y los pesos asignados a cada uno de los subcriterios, se representan en la Tabla 5-2, donde se extrae que la Alternativa B obtuvo el mayor porcentaje, siendo la alternativa seleccionada.

**Tabla 5-2**  
**Análisis de Alternativas. Sitio de instalación del bloque de generación**

Criterio	Peso Criterio Primario	Criterio Secundario	Peso Criterio Secundario	Análisis	Alternativas / Puntaje	
					A	B
Condiciones de Suelo	30%	Condiciones Geotécnicas	50%	Se han realizado prospecciones geotécnicas en las dos zonas propuestas para el bloque de energía (Zona A y Zona B) . En el Bloque B se presenta una mayor concentración de arcilla y lodo marino, mientras que la capa de roca Gatún se encontró a mayor profundidad que en el Emplazamiento A. Las mejores condiciones geotécnicas son reflejadas en mejores parámetros de consolidación en el Bloque A, cuando se compara con el Bloque B tanto en el análisis precargado como en el sin precarga.	4	3
		Acondicionamiento de Suelo	50%	Al existir mejores condiciones geotécnicas en la Zona A, se considera que se pueden reducir los trabajos de acondicionamiento de suelo, como la compactación, sustitución de materiales y movimiento de materiales. Con lo cual se considera la Zona A más favorable para el sitio.	4	3
Seguridad y Continuidad de Operación	30%	Seguridad Física	20%	Al encontrarse la zona B más alejada del vertedero denominado Monte Esperanza, se considera menos propensa a la afluencia de terceros, en términos de seguridad al estar más alejada se pueden mitigar incidentes como afectaciones al mobiliario de la central e incidentes de seguridad por entradas no autorizadas.	2	3

Criterio	Peso Criterio Primario	Criterio Secundario	Peso Criterio Secundario	Análisis	Alternativas / Puntaje	
					A	B
Seguridad y Continuidad de Operación	30%	Condiciones de Riesgo	50%	Respecto a condiciones de riesgo no solo se han identificado incidentes relacionados a la seguridad física, sino también posibles incidentes relacionados a los predios aledaños. En la Zona B, a unos 30m del lindero noreste del emplazamiento principal de la central, se ubican más de doce cilindros de almacenamiento industrial de gas licuado de petróleo (LPG) altamente inflamable. Debido a la proximidad de la Zona B a los cilindros de LPG: una eventualidad en las instalaciones podría no solo afectar los módulos de generación sino desencadenar un evento de alto riesgo en la central de generación. Por otra parte, respecto a la Zona A, se ubica el vertedero Monte Esperanza a unos 110 metros de la delimitación Noreste de la Zona A. La presencia del vertedero implica la necesidad de controles y monitoreo para minimizar el impacto de sustancias emitidas por el vertedero y la presencia de incendios esporádicos y vapores que pueden ser nocivos para la salud de los trabajadores.	2	1
Seguridad y Continuidad de Operación	30%	Medidas y Adecuaciones	30%	Se han considerado medidas y adecuaciones necesarias para mantener la seguridad física del personal e integridad del mobiliario, así como medidas de mitigación de riesgos adyacentes a las Zonas A y B. El mayor riesgo percibido está asociado a un evento extremo como una explosión en los cilindros de LPG ubicados al noreste de la Zona B.  Un evento de esta magnitud tendría un impacto devastador con lo cual medidas de mitigación como el levantamiento de muros de contención y sistemas de reacción serán implementados. Las adecuaciones a la Zona A asociadas a la	3	2

Criterio	Peso Criterio Primario	Criterio Secundario	Peso Criterio Secundario	Análisis	Alternativas / Puntaje	
					A	B
				seguridad física se podrían extender al monitoreo y acción de respuesta en caso de eventos esporádicos del vertedero, al ser situaciones de menor riesgo se considera la Zona A como una mejor alternativa.		
Integración con Infraestructura existente	20%	----	----	La central de generación aprovechará infraestructura existente en la zona como estructuras de almacenamiento, y regasificación de gas natural licuado, infraestructura de interconexión eléctrica, caminos de acceso entre otros. Se considera que tanto la Zona A como la Zona B pueden hacer uso de estas ventajas de manera satisfactoria no obstante la proximidad de la opción B a esta infraestructura lo hace una mejor opción.	3	4
Costos	20%	----	----	Tanto la Zona A como la Zona B ofrecen diferentes características en términos de costos de construcción. Por una parte, la Zona A, permite hacer uso de mejores condiciones geotécnicas y por ende reducir en comparación a la Zona B el costo de algunos trabajos de acondicionamiento de suelo. No obstante, la posición de la Zona B presenta mayor proximidad a la bahía reduciendo la distancia de la planta al punto de toma de agua, adicionalmente proporciona eficiencias en la interconexión criogénica para el suministro de Gas Natural para la operación de esta. Estas eficiencias en costo son parcialmente compensadas por las medidas y adecuaciones necesarias para la mitigación de riesgo, incluyéndose muros de contención y sistemas adicionales de respuesta en casos de emergencia.	3	3
					Puntaje Total	21
						19

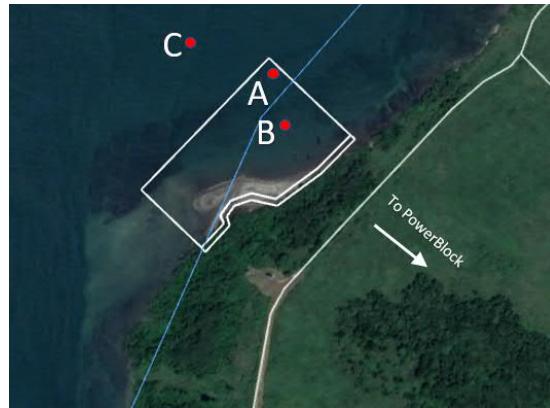
Fuente: Generadora Gatún, S.A.

### 5.1.3.2 Alternativa de localización del punto de toma de agua marina

La toma de agua marina juega un papel fundamental en la operación de la planta. La función principal de la toma es actuar como refrigerante durante el proceso de generación, además de proveer el agua necesaria para generar el vapor y para abastecer los sistemas auxiliares de la central. El proyecto ha analizado tres alternativas para definir la ubicación de la toma de agua, las cuales se identifican a continuación y su ubicación se muestra en la Figura 5-3.

- Opción A: Sistema elevado con sifón en punto profundo dentro de la zona de concesión
- Opción B: Toma ubicada a nivel del suelo y en un punto intermedio de la zona de concesión, lo cual implica la necesidad de realizar dragado del área.
- Opción C: Extensión de la toma a nivel del suelo hasta una zona profunda fuera de la zona de concesión.

**Figura 5-3**  
Alternativas evaluadas. Ubicación de la toma de agua



Fuente: Generadora Gatún, S.A.

Para la evaluación de las alternativas del sitio de ubicación del punto de toma de agua, se ha definido una matriz multicriterio compuesta de cuatro criterios principales, donde cada uno aporta en un porcentaje equivalente a su importancia, incluyendo los siguientes aspectos:

- Datos Específicos del Sitio.
- Viabilidad Técnica y e Impacto a la Bahía Limón.

- Operación y Mantenimiento.
- Costos.

Para un mejor análisis, algunos criterios principales fueron divididos en criterios secundarios con un total de nueve subcriterios, los cuales fueron evaluados en base a la escala de valoración presentada anteriormente en el análisis de alternativas para la ubicación del bloque de generación. Cada subcriterio aporta de forma ponderada al valor asignado al criterio de análisis del cuál forman parte.

La comparativa del análisis y los pesos asignados a cada uno de los subcriterios, se representan en la Tabla 5-3.

**Tabla 5-3**  
**Ánálisis de Alternativas. Ubicación de la toma de agua**

Criterio	Peso Criterio Primario	Criterio Secundario		Peso Criterio Secundario	Análisis	Alternativas / Puntaje		
						A	B	C
Datos Específicos del Sitio	20%	Integración con otra infraestructura		20%	Se considera el trazado hacia la zona de generación definida para la planta. No se observan diferencias substanciales en el trazado para la conexión con el bloque de generación	2	3	1
		Riesgos		40%	Se consideran riesgos como sismos y eventos marinos. En este caso se considera la Opción C como menos óptima en relación con las otras alternativas debido al incremento en infraestructura creando una mayor zona expuesta ante adversidades.	3	3	1
		Características del suelo		40%	Las condiciones son similares para las tres opciones considerando la infraestructura cercana a la línea de la Bahía.	3	3	3
Viabilidad Técnica e Impacto a la Bahía Limón	30%	Fluctuaciones de la temperatura del agua del mar		20%	Las fluctuaciones de temperatura se consideran principalmente influenciadas por la profundidad del punto de toma. La opción C al ubicarse a una mayor profundidad ofrece una mejor estabilidad térmica, la Opción A considera una profundidad media relativamente estable; mientras que, la opción B, más cercana a la costa, requiere dragado constante lo cual puede influenciar su profundidad media y por ende fluctuaciones en temperatura	3	3	4

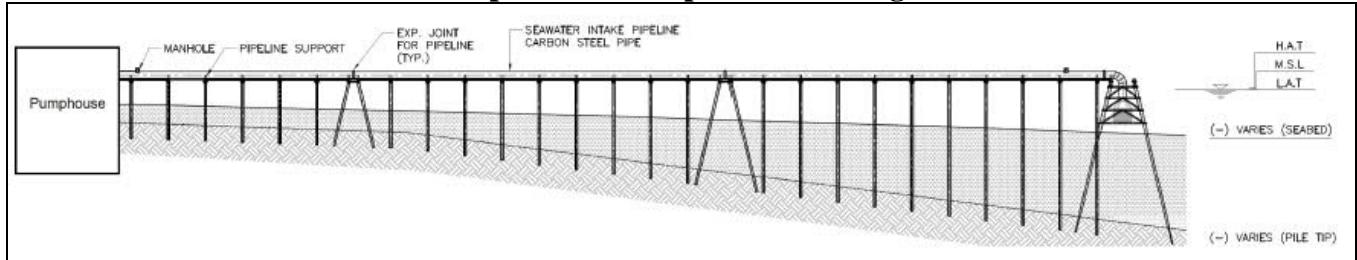
Criterio	Peso Criterio Primario	Criterio Secundario		Peso Criterio Secundario	Análisis	Alternativas / Puntaje		
						A	B	C
Viabilidad Técnica e Impacto a la Bahía Limón		Calidad de Agua de Mar		20%	Se consideran efectos por recirculación entre el punto de descarga y punto de toma de agua. Se consideran que las medidas necesarias para mitigar este efecto en el diseño de la opción C son menores debido a la mayor profundidad, la opción A se considera similar a la opción C, siendo la opción B, la más cercana a la costa la que requeriría mayor cantidad de ajustes de diseño para mitigar la recirculación	3	3	3
		Longitud de la estructura de soporte		40%	Se consideran los trabajos de infraestructura de soporte para los ductos de toma y descarga de agua. La opción preferida es la Opción B por la cercanía del punto de toma a la casa de bombeo ubicada en tierra. La opción A presenta condiciones intermedias mientras que la Opción C, al tener que extenderse mar adentro, puede causar conflictos con la ruta marina del canal, elevar la complejidad de la construcción y requiere una extensión de superficie asociada a la concesión de uso de fondo marino ya existente para el proyecto	2	4	1
		Impacto al Fondo Marino		20%	Para esta opción se consideran los trabajos de dragado asociados a cada una de las opciones. Las opciones A no requiere dragado por estar ubicada en una estructura elevada y la opción C requiere trabajos mínimos; la opción B requiere de trabajos de dragado para construcción y posteriormente realizarse de forma recurrente.	4	1	2

Criterio	Peso Criterio Primario	Criterio Secundario		Peso Criterio Secundario	Análisis	Alternativas / Puntaje		
						A	B	C
Operación y Mantenimiento	30%	----		----	Los trabajos de operación y mantenimiento asociados a la opción A y C son similares componiéndose mayormente a trabajos para el control de crecimiento marino en las estructuras. La Opción B requiere de trabajos adicionales de dragado siendo compensados parcialmente por menor cantidad de estructuras necesarias	3	1	2
Costos	20%	----		----	En este criterio se toman en cuenta los trabajos marinos requeridos, inversión en infraestructura y costos asociados a la operación y mantenimiento. La opción A es la preferida en este caso al encontrarse a una distancia razonable de la costa y por no necesitar trabajos de dragado recurrentes u otras adecuaciones del fondo marino.	4	3	1
						<b>Puntaje Total</b>	<b>27</b>	<b>24</b>

Fuente: Generadora Gatún, S.A.

Como resultado del análisis realizado se extrae que la Alternativa A obtuvo el mayor porcentaje, siendo la alternativa seleccionada, la cual consiste en una estructura elevada con un sifón sumergido, en su sección final donde estará localizado el punto de toma de agua. En la Figura 5-4 se observa una estructura típica con sifón para toma de agua.

**Figura 5-4**  
**Estructura típica con sifón para toma de agua.**



Fuente: Generadora Gatún, S.A.

### 5.1.3.3 Alternativa de Hacer o No Hacer el Proyecto

Esta evaluación se realizó de manera analítica-descriptiva. Esta técnica se seleccionó principalmente para evitar la utilización de parámetros subjetivos de comparación, debido a la falta de ciertos parámetros cuantitativos en algunas variables, además, de que permite la incorporación de elementos adicionales de análisis.

El análisis contempla la descripción de los efectos de realizar el proyecto o no, sobre variables ambientales, económicas y estratégicas (confiabilidad, flexibilidad). En la Tabla 5-4 se presenta el análisis realizado producto de esta comparación.

Se observa, principalmente, las ventajas económicas y estratégicas que implicarían la construcción de la obra, las cuales incluyen la generación de empleos, mejoras de confiabilidad y un aporte importante en el proceso de recuperación económica Post-COVID 19.

**Tabla 5-4**  
**Ánalisis de Alternativas. Hacer o No Hacer el proyecto**

<b>Tipo de Variables</b>	<b>Ánalisis de las Alternativas</b>	
	<b>A - No se realiza el Proyecto</b>	<b>B - Si se realiza el proyecto</b>
<b>Variables Ambientales</b>		
Aire y Ruido	<p>La zona se encuentra en una zona de naturaleza industrial con alta actividad portuaria, generación eléctrica y tránsito vehicular asociado a las industrias existentes y el vertedero Monte Esperanza. Mediciones de ruido indican elevados niveles en las áreas de movilización de camiones y vehículos en general.</p> <p>En las condiciones actuales se mantienen los niveles de contaminación de aire en el área del Proyecto con elevados registros de SO<sub>2</sub>. En estos momentos la zona presenta un ambiente de caracterización industrial, con presencia de emisiones de gases derivada de las distintas actividades de la zona. En el futuro se espera un incremento de la actividad portuaria y desarrollo de la actividad de generación, por lo que se incrementarán los niveles de emisiones de contaminantes a la atmósfera.</p>	<p>Genera un incremento en el nivel del ruido durante la fase de construcción, propio de las actividades requeridas para la obra. Durante la operación se anticipa que los niveles de ruido se incrementarán, eventualmente, de manera comparable a la opción de No Hacer el Proyecto, esto debido a la actividad principal de generación de Energía.</p> <p>Se generan emisiones vehiculares y de maquinaria pesada durante la fase de construcción, lo que representa un incremento de los niveles de emisiones durante esta fase. Durante la operación debido al funcionamiento de los equipos de combustión (con Gas Natural y puntualmente con diésel), se incrementan las emisiones de gases a la atmósfera. Como se muestra en otros capítulos (ver Capítulo 9), las concentraciones de contaminantes resultan aceptables y cumplen los límites establecidos por la normativa nacional e internacional. De igual forma, debe destacarse que tal como se indicó en la sección de justificación del proyecto es relevante a nivel nacional la construcción de una central de generación eléctrica basada en fuentes combustibles para contribuir a la capacidad firme, sin dependencia de variables ambientales, siendo la generación con gas natural la más económica y amigable ambientalmente, respecto a centrales a base de combustibles fósiles.</p>
Suelo	No se verá alterado. En las condiciones actuales se existen niveles de contaminación del suelo a causa de la presencia cercana del vertedero monte esperanza, debido a lluvias y viento, tanto partículas como líquidos pueden ser arrastrados a los terrenos aledaños	Durante la construcción se producirá una afectación temporal sobre los suelos del sitio del proyecto, sin embargo, durante la operación del proyecto se contará con planes de mitigación de impactos y disposición de residuos las áreas ocupadas por la planta de generación
Flora	De no ejecutarse el proyecto, la superficie con vegetación actual en el sitio se mantendrá, aunque por el uso de suelo del área, se puede prever que de todas maneras se removerá la vegetación del predio del proyecto por la eventual ejecución de otros proyectos de desarrollo.	Dentro del Área del Proyecto se prevé la remoción de vegetación durante la etapa de construcción, para la implantación de las obras temporales y permanentes.

Tipo de Variables	Análisis de las Alternativas	
	A - No se realiza el Proyecto	B - Si se realiza el proyecto
Fauna	La riqueza de especies está ya afectada debido a que toda el área del proyecto se encuentra en una zona altamente intervenida, donde la fauna se ve restringida y obligada a adaptarse a la presencia de actividades antrópicas.	Se prevé una afectación adicional de la fauna en relación con la situación sin proyecto, debido a la remoción de vegetación para la implantación de las obras temporales y permanentes. Sin embargo, dicho efecto será mitigado mediante las acciones establecidas en el Plan de Manejo Ambiental (Capítulo 10).
Paisaje	No afecta directamente el paisaje existente, aunque éste continúa sujeto a un proceso de deterioro por el incremento de las actividades portuarias e industriales en la zona.	Ocasionalmente perturbaciones en el paisaje durante la construcción. Estas se constituirán en permanentes durante toda la vida útil del Proyecto debido a la presencia de las obras (almacenes, bloque de generación, infraestructura eléctrica, etc.).
Población	A pesar de no haberse registrado el movimiento poblacional; La calidad de vida de la población se ha visto severamente afectada por los efectos de la Pandemia por COVID-19. El desempleo ha incrementado las brechas sociales y agudizado la pobreza en la provincia.	Se espera que la creación de nuevas plazas de trabajo y oportunidades de negocio pueda ofrecer a la población existente en el área de influencia del proyecto la oportunidad de mejorar su calidad de vida a través de la recuperación de algunas plazas de empleo.
<b>Variables Económicas</b>		
Trafico y Circulación por la Zona	Se mantendrían las condiciones actuales en el flujo de tráfico en la zona, con tendencia a incrementar debido a las actividades portuarias, industriales y a la existencia del vertedero Monte Esperanza	Se incrementará el tráfico durante la construcción del proyecto, debido al tránsito de maquinaria, equipo de construcción y transporte de los trabajadores del proyecto, para lo cual se establecerán medidas adecuadas de mitigación. De igual forma, se implementarán las medidas de señalización pertinentes. En la fase de operación, se espera que la situación y tendencia sea similar a la situación sin proyecto.

Tipo de Variables	Análisis de las Alternativas	
	A - No se realiza el Proyecto	B - Si se realiza el proyecto
Recuperación Post-COVID 19	Los efectos del COVID-19 han tenido efectos devastadores en la economía del país, mermando la actividad comercial y aumentando el desempleo, se espera un deterioro en la economía al cierre del año 2020 y se espera una leve recuperación progresiva condicionada a la inversión pública y privada orientada a la reactivación económica.	El proyecto se podría categorizar como un megaproyecto debido a la inversión estimada de unos 700 millones de dólares. Con esta inversión se provee un impulso económico de suma importancia para los sectores de logística, comercio local y contratación de servicios durante la construcción y operación del proyecto. Al ser una inversión del sector privado, ofrece un eje de ayuda al país potenciando cualquier estrategia de reactivación económica pública.
Fuentes de Trabajo	Se mantiene la situación actual. La cual se está agudizando debido al desempleo que va en aumento debido al COVID.	Se espera poder generar aproximadamente 2,300 empleos directos y 6,500 empleos indirectos en la fase de construcción y alrededor de 60 empleos directos y 180 indirectos en la fase de operación. Es de suma importancia mencionar que gran parte de los empleos tienen el potencial de beneficiar directamente a las comunidades aledañas al proyecto.
<b>Variables Estratégicas</b>		
Confiabilidad	A pesar de que el sistema siga expandiendo su capacidad instalada en fuentes naturales como la energía solar; el Sistema de Interconectado Nacional deberá hacer frente a los efectos del cambio climático como lo son la extensión de la temporada seca y fenómenos atmosféricos extremos como huracanes, tormentas tropicales más frecuentes. Con lo anterior, se considera en los planes de expansión la integración de fuentes fósiles para complementar la variabilidad del Sistema y aumentar la confiabilidad.	La construcción del proyecto garantiza durante la operación, un alto grado de confiabilidad e incremento de la capacidad de generación de potencia firme, que incrementará la confiabilidad del sistema formando un eje clave en los planes de expansión.

Tipo de Variables	Análisis de las Alternativas	
	A - No se realiza el Proyecto	B - Si se realiza el proyecto
Activos Estratégicos	Se mantienen las condiciones actuales.	Con la integración de esta central de generación a base de gas natural, en el país se podrá integrar una mayor base de conocimiento de la tecnología, aportar a la formación de capital humano en el país y atraer nuevos servicios a la provincia de Colón. Al integrar la infraestructura de manejo de gas natural ya existente en la zona, se estaría reforzando las opciones de usos para este nuevo combustible y así potenciar la expansión de la tecnología en diversos procesos industriales en el país que puedan adoptar un nuevo modelo de operación.
Flexibilidad	El 2019 resultó en unos de los años con menor precipitación en la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá para los últimos 70 años. Estos efectos no solo afectaron los niveles de tránsito canalero, sino también la habilidad de respuesta del parque de generación hidroeléctrico con el cual cuenta el país. A pesar de la integración de fuentes renovables como la solar, existen restricciones en la flexibilidad de operación y despacho de estas fuentes intermitentes. Se espera que opciones como el almacenamiento de energía puedan mitigar estos efectos, pero se requiere de tiempo e inversión para la penetración en el Sistema de Interconectado Nacional (SIN).	Al garantizar potencia firme con un combustible más limpio y con menor volatilidad de precio que otras formas de generación de potencia firme (como el Diésel y el Bunker), se espera poder aportar a la diversificación de la matriz del país, la operación de la central al ser modular le permite una operación flexible y eficiente pudiendo responder de forma adecuada a las fluctuaciones de la demanda del sistema. Esto es soportado por la independencia de factores externos como lo son los factores climáticos.

Fuente: Generadora Gatún, S.A

## 5.2 Ubicación Geográfica Incluyendo Mapa en Escala 1:50,000 y Coordenadas UTM del Polígono del Proyecto

La ubicación geográfica del proyecto propuesto es descrita en la presente sección, indicándose las coordenadas UTM (Datum WGS 84) del polígono a ser intervenido, la ubicación del área de influencia del proyecto y en los anexos del documento se incluye un mapa a escala 1:50,000 donde se muestra gráficamente la localización del proyecto y su área de influencia.

### 5.2.1 Ubicación Geográfica

El proyecto estará localizado en Isla Telfers, en el corregimiento de Cristóbal, distrito de Colón, en la provincia de Colón. La Figura 5-5 (al final del capítulo) muestra la localización general del proyecto dentro de la República de Panamá.

El terreno limita al norte con Petroport, S.A, noreste con el Vertedero de Basura Monte Esperanza. Al sur limita con terrenos de la empresa Panama Canal Railway Company (P.C.R.C). Al este limita con Margarita y Carretera Bolívar. Al oeste limita con los terrenos de la Finca 16214 de la ACP (Autoridad del Canal de Panamá), terrenos de la concesión de Panama Ports y Bahía Limón.

La Tabla 5-5 presenta las coordenadas de ubicación del polígono del proyecto.

**Tabla 5-5**  
**Coordenadas UTM (WGS 84) del Área del Proyecto**

Vértice	Coordenadas UTM (WGS84)	
	Este	Norte
1	619335.658	1031974.420
2	619743.275	1031662.153
3	619744.127	1031664.065
4	620046.674	1031534.244
5	620200.159	1031944.270
6	620285.355	1031921.251
7	620262.186	1031859.181
8	620112.367	1031459.191
9	620106.197	1031443.436
10	620269.426	1031185.292
11	620434.437	1030924.330
12	620414.508	1030871.531
13	620384.641	1030792.400
14	620152.674	1030939.644
15	619982.505	1031047.661
16	619970.646	1031055.189
17	619807.262	1031158.898
18	619845.203	1031232.939
19	619968.119	1031462.145
20	619706.334	1031600.368
21	619718.508	1031620.729
22	619689.691	1031643.474
23	619298.721	1031952.063
24	619276.444	1031925.385

Vértice	Coordenadas UTM (WGS84)	
	Este	Norte
25	619208.975	1031867.965
26	619191.947	1031870.801
27	619190.712	1031871.007
28	619165.998	1031875.123
29	619158.105	1031871.882
30	619139.035	1031864.054
31	619128.006	1031846.042
32	619129.627	1031841.968
33	619134.006	1031830.965
34	619132.717	1031829.318
35	619129.828	1031825.623
36	619098.142	1031785.107
37	619095.581	1031787.844
38	619092.037	1031791.633
39	619091.388	1031792.316
40	619081.392	1031800.505
41	619061.569	1031816.744
42	618984.188	1031880.770
43	619175.252	1032111.885
44	619319.210	1031992.038
45	619319.068	1031991.871
46	619327.085	1031986.031
47	619326.047	1031984.788
48	619324.517	1031982.955
1	619335.658	1031974.420

Fuente: Generadora Gatún, S.A.

Las coordenadas de la huella del proyecto también se presentan en el Anexo 5-1 en formato Shapefile y Excel, en el archivo digital suministrado como parte del Estudio de Impacto Ambiental.

### 5.2.2 Área de Influencia del Proyecto

El área de influencia asociada al proyecto propuesto delimita el espacio donde se estima una potencial alteración de componentes ambientales y/o sociales, siendo por lo tanto el marco de referencia geográfico dentro del cual se efectúa el análisis y evaluación ambiental del proyecto, al ser el territorio donde pudieran manifestarse los impactos de la obra y donde se debe enfocar la implementación de medidas de protección ambiental. Para este EsIA el área de influencia ha sido dividida en dos categorías descritas a continuación:

**Área de Influencia Ambiental (AIA):** Debido a las características del área donde seemplazará el proyecto, en la cual predominan actividades comerciales asociadas al sector portuario, apartadas de centros poblados, el área de influencia ambiental contará con un área de influencia directa (AID) y un área de influencia indirecta (AII).

El área de influencia directa (AID) corresponde al espacio físico que será ocupado en forma temporal o permanente durante la construcción y operación del proyecto, llamado también la huella del proyecto. El AID corresponde a la zona donde se manifestarán los impactos ambientales de tipo directo, que ocurren en el mismo sitio en el que se produjo la acción generadora del impacto ambiental, y al mismo tiempo, o en tiempo cercano, al momento de la acción que provocó el impacto. El AID para el presente proyecto ocupa una superficie de 34.329 ha.

El área de influencia indirecta (AII), por su parte, ocupa 799,789 ha y corresponde al área sobre la cual se pueden dar impactos indirectos de las acciones generadas por el proyecto. La misma se definió como el espacio comprendido desde el límite del área de influencia directa del proyecto hasta un kilómetro del mismo, considerando que los resultados de los modelajes de las emisiones (calidad de aire de inmisión) y de la temperatura de descarga del agua proveniente del proyecto, se mantienen dentro de los límites permisibles por las normas aplicables y al hecho de que en las zonas donde se reportan las mayores concentraciones de calidad de aire de inmisión, no se evidencia la presencia de poblados establecidos.

En la siguiente Tabla 5-6 se resume la superficie abarcada por cada una de las categorías que conforman el área de influencia ambiental. Asimismo, al final del capítulo se muestra la ubicación del área de influencia ambiental en la Figura 5-6 (al final del capítulo).

**Tabla 5-6**  
**Área de Influencia Ambiental (AIA) del Proyecto**

Área de Influencia	Hectáreas	%
Directa (AID) o Huella	34.329	4.116
Indirecta (AII)	799.789	95.884

Área de Influencia	Hectáreas	%
Total (AID + AII)	<b>834.118</b>	<b>100.000</b>

Fuente: URS Holdings, Inc.

**Área de Influencia Socioeconómica (AIS):** El área de influencia socioeconómica del proyecto se determinó principalmente en base a criterios socioeconómicos y la ubicación de aquellos lugares poblados más cercanos al área del proyecto (Figura 5-6 al final del capítulo). Bajo este criterio el área de estudio socioeconómica quedó establecida por los siguientes poblados: Cristóbal, Barrio Norte, Barrio Sur, Ciudad Arco Iris y Margarita. De esta manera, el área de influencia socioeconómica del proyecto atiende a la necesidad de poder evaluar eficientemente los impactos que pudiera ocasionar el proyecto al entorno social y económico; así como también, evaluar los impactos que dicho entorno pudiera tener sobre la obra.

### **5.3 Legislación, Normas Técnicas e Instrumentos de Gestión Ambiental Aplicables y su Relación con el Proyecto, Obra o Actividad**

Las leyes y regulaciones ambientales aplicables al presente EsIA incluyen la legislación y reglamentación de las agencias pertinentes del Estado Panameño señaladas más adelante. Adicionalmente, al final de esta sección se incluyen las normas de desempeño y guías del IFC y Banco Mundial, relacionados con los criterios empleados para la descarga de aguas de enfriamiento (dispersión térmica de descargas) y con la dispersión de emisiones a la atmósfera.

#### **5.3.1 Base Constitucional y Marco Legal**

La Constitución vigente de la República de Panamá y la Ley 41 de 1 de julio de 1998, General del Ambiente, establecen que la Administración del Ambiente, es una obligación del Estado y por tanto es necesaria su protección, conservación y recuperación.

#### **Constitución Política de la República de Panamá de 1972, reformada por los Actos Reformatorios de 1978 y por el Acto Constitucional de 1983.**

En el Capítulo 7 del Título III de la Constitución, Artículos 118 al 121, se define el régimen ecológico. El Artículo 118 ordena que la población viva en un ambiente sano y libre de contaminación en donde el aire, el agua y los alimentos satisfagan los requerimientos del desarrollo adecuado de la vida humana. El Artículo 119 establece que el “Estado y todos los habitantes del territorio nacional tienen el deber de propiciar un desarrollo social y económico que prevenga la contaminación del ambiente, mantenga el equilibrio y evite la destrucción a los ecosistemas.” Los Artículos 120 y 121 responsabilizan al gobierno de Panamá de reglamentar, fiscalizar y aplicar las medidas necesarias para implementar esta política. Lo contenido en los artículos anteriores indica que el Estado panameño, en materia ambiental, contempla el criterio de desarrollo sustentable de los recursos siempre y cuando se garantice su sostenibilidad y se evite su extinción.

Por su parte el Artículo 289 de la Constitución dispone que el Estado regulará la adecuada utilización de la tierra de conformidad con su uso potencial y los programas nacionales de desarrollo, con el fin de garantizar su aprovechamiento óptimo. Este artículo no limita el uso del suelo a determinados proyectos sino, más bien, establece como única condición que la utilización del suelo se haga de conformidad con su uso potencial y de acuerdo a los programas nacionales de desarrollo.

### **5.3.2 Legislación Ambiental Panameña**

#### **Ley 41 de 1 de junio de 1998**

La Ley 41 de 1 de junio de 1998, facultó a la Autoridad Nacional del Ambiente, actualmente Ministerio de Ambiente, para que a través del Órgano Ejecutivo reglamente el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. La Ley General del Ambiente, en su Título IV, Capítulo II señala lo relacionado con el proceso de evaluación de Impacto Ambiental y establece las etapas que debe comprender dicha evaluación. Las actividades, obras o proyectos públicos o privados que por sus características, efectos, ubicación o recursos puedan generar riesgo ambiental, requerirán un Estudio de Impacto Ambiental previo a la iniciación del proyecto de acuerdo a la Ley.

La política nacional del ambiente constituye el conjunto de medidas, estrategias y acciones establecidas por el Estado, para orientar, condicionar y determinar el comportamiento del sector público y privado, los agentes económicos y la población en general para la conservación, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales y del ambiente.

**Decreto Ejecutivo 123 del 14 de agosto de 2009 que reglamenta el proceso de evaluación de impacto ambiental**

La evaluación de impacto ambiental provee una oportunidad para revisar los efectos ambientales de los proyectos de desarrollo antes de su aprobación y toma de decisiones razonables concerniente a los efectos que pueden tener en el medio ambiente. El Decreto Ejecutivo No. 123 del 14 de agosto de 2009 reglamenta el proceso de evaluación de impacto ambiental.

Algunas de las disposiciones que se establecen en este Decreto están enmarcadas en las funciones y responsabilidades del Ministerio de Ambiente y organismos internos; dentro de estas funciones le corresponde a dicho ministerio fiscalizar, inspeccionar y controlar, conjuntamente con las Unidades Ambientales Sectoriales (UAS) competentes, el cumplimiento de los Estudios de Impacto Ambiental (EsIA), de sus respectivos Planes de Manejo Ambiental (PMA) y de las normas ambientales; así como la adecuada aplicación de los procedimientos de fiscalización y auditoría ambiental.

*Decreto Ejecutivo 155 del 5 de agosto de 2011*, por medio del cual se modifican los artículos 18, 20, 29, 33, 34, 35, 41, 42, 43, 46 y 47 del Decreto Ejecutivo 123 que regula el Proceso de Evaluación de Estudios de Impacto Ambiental.

*Decreto Ejecutivo 975 del 23 de agosto de 2012*, por medio del cual se modifica el Artículo 20 del Decreto Ejecutivo No 123 de 14 de agosto de 2009.

**Decreto Ejecutivo 36 de 3 de junio de 2019**

Que crea la Plataforma para el Proceso de Evaluación y Fiscalización Ambiental del Sistema Interinstitucional del Ambiente, denominado (PREFASIA), modifica los artículos 38, 39, 58, 59, Proyecto de Construcción de una Central Térmica de Ciclo Combinado de 670 MW (Generadora Gatún)

60, 62 y 65 del Decreto Ejecutivo 123 de 14 de 2009 que reglamenta el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. Adicionalmente, deroga el artículo 68 del Decreto 123 y el Decreto 975 del 23 de agosto de 2012.

### **Decreto Ejecutivo 248 de 31 de octubre de 2019**

Que suspende el uso de la plataforma para el proceso de evaluación y fiscalización ambiental del sistema interinstitucional del ambiente, denominada PREFASIA, y dicta otras disposiciones.

#### **5.3.3 Otras Regulaciones Pertinentes**

**Ley No. 66 del 10 de noviembre de 1947 por la cual se aprueba el Código Sanitario**  
(Referirse a los artículos 88, 200, 202, 204, 206, 207 y 208).

El Código Sanitario fue creado por la Ley No. 66 del 10 de noviembre de 1947, enmarcándose en el lema “salud pública, suprema ley”. Es relevante la relación de esta ley ya que está íntimamente ligada al agua en cuanto a su calidad.

**Decreto - Ley N° 35 de 22 de septiembre de 1966, “Por el cual se reglamenta el uso de las aguas.”**

El Decreto Ley No. 35 sobre el uso de las aguas, reglamenta el uso de este vital recurso en todo el territorio nacional. Se establece en sus tres primeros artículos, que son bienes de dominio público del estado el aprovechamiento libre y común de todas las aguas fluviales, lacustres, marítimas, subterráneas y atmosféricas, comprendidas dentro del territorio nacional, continental e insular. Las disposiciones establecidas en este decreto ley son de orden público e interés social y cubren las aguas que se utilicen para fines domésticos y de salud pública, agrícola y pecuaria, industriales y de cualquier otra actividad. A su vez, se establece en el artículo 15 que el derecho del agua podrá ser adquirido sólo por permiso o concesión para uso provechoso, estableciéndose preferencias entre los diferentes usos.

**Decreto N° 70 de 27 de julio de 1973, “Por el cual se reglamentan los permisos y concesiones para el uso del agua.” (Referirse a los Artículos 7 y 8).**

El presente decreto fue emitido por el Ministerio de Desarrollo Agropecuario; referente al otorgamiento de permisos y concesiones para el uso del agua.

**Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2019. Medio Ambiente y Protección de la Salud. Seguridad. Calidad del Agua. Descarga de efluentes líquidos a cuerpos y masas de aguas continentales y marinas.**

En su Artículo 1, este Reglamento Técnico establece como uno de sus objetivos prevenir la contaminación de cuerpos y masas de agua continentales y marinas en la República de Panamá, mediante el control de los efluentes líquidos provenientes de actividades domésticas, comerciales, industriales e institucionales que descargan a cuerpos y masas de agua continentales y marinas, manteniendo una condición de aguas libres de contaminación, protegiendo la salud y el ambiente. Este Reglamento establece los límites permisibles que deben cumplir los vertidos de efluentes líquidos proveniente de actividades domésticas, comerciales, industriales e institucionales, descargando a cuerpos y masas de agua continentales y marinas, en conformidad a las disposiciones legales vigentes en la república de Panamá.

La Tabla 1 de este Reglamento, incluye una lista de 56 parámetros con sus valores máximos permisibles. Para el caso de la Temperatura, admite un cambio de +/- 3°C sobre la temperatura del agua en condición de línea base, sin especificar la distancia del punto de descarga. Tampoco incluye ninguna mención a la zona de mezcla. Por otro lado, este reglamento no menciona que aplique específicamente a descargas térmicas de centrales termoeléctricas, sino a sectores de la industria que normalmente descargan volúmenes pequeños de agua.

A este respecto, el **Anteproyecto de Reglamento DGNTI-COPANIT RT-35-2011, en su Tabla 1 - Límites Máximos Permisibles de las Descargas de Efluentes Líquidos a Cuerpos Receptores** - mantiene el mismo criterio sobre la variación de temperatura, pero aclara lo siguiente:

“Para determinar la diferencia en la temperatura ( $\Delta T$ ), 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.

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.”

Es importante indicar que este Anteproyecto, aunque no haya sido aprobado, presenta un enfoque que es muy similar a los Lineamientos del Banco Mundial/IFC que se describen en la sección 5.3.5 más adelante.

**Decreto Ley N° 1 de 3 de febrero de 1994, “Por el cual se establece la legislación forestal en la República de Panamá y se dictan otras disposiciones.”**

El mismo tiene como finalidad la protección, conservación, mejoramiento, acrecentamiento, educación, investigación, manejo y aprovechamiento racional de los recursos forestales. En el numeral 14 del Artículo 6 se define el Estudio de Impacto Ambiental, mientras que en el Artículo 7 indica que todo proyecto de obras o actividades humanas deberá tener un estudio. Además, en su articulado detalla las protecciones, prohibiciones y delitos. Indicando la necesidad de la autorización por parte de INRENARE (actualmente Ministerio de Ambiente).

**Ley 24, de 7 de junio de 1995, “Por la cual se establece la legislación de vida silvestre en la República de Panamá y se dictan otras disposiciones”.**

Dicha Ley establece, en su Artículo 41 que, toda persona o institución pública o privada que desee realizar alguna actividad o proyecto que por su naturaleza tenga impacto sobre los recursos de vida silvestre, deberá presentar al Ministerio de Ambiente, un estudio de impacto ambiental de tal actividad o proyecto, previo a la ejecución del mismo.

**Decreto Ejecutivo 43 del 7 de julio de 2004**, “Que reglamenta la Ley No. 24 de 7 de junio de 1995 y dicta otras disposiciones”.

**Resolución DM-0657-2016, del 16 de diciembre del 2016**, por la cual se establece el proceso para la elaboración y revisión periódica del listado de las especies de fauna y flora amenazadas de Panamá, y se dictan otras disposiciones.

**Resolución AG-0292-2008 de 16 de junio de 2008, “Por la cual se establecen los requisitos para los Planes de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre”.**

En su Artículo 1, dicha Resolución advierte que los EsIA Categoría II y III, deberán presentar a evaluación y aprobación de la Dirección de Áreas Protegidas y Vida Silvestre del Ministerio de Ambiente, un Plan de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, de acuerdo a lo establecido en la referida Resolución y en el Decreto Ejecutivo No. 123.

**Resolución N.º AG-0235-2003 de 12 de junio de 2003, “Por la cual se establece la tarifa para el pago en concepto de indemnización ecológica, para la expedición de los permisos de tala rasa y eliminación de sotobosques o formaciones de gramíneas”.**

Dicha resolución establece una tarifa de cobro para toda obra de desarrollo, infraestructuras y edificaciones que involucren la tala de cualquier tipo de vegetación, lo cual representará un resarcimiento económico del daño o perjuicio causado al ambiente. Según se categorice el área, el cobro será de la siguiente manera:

- Bosques naturales primarios, intervenidos o secundarios maduros = B/.5,000.00/hectárea.

- Humedales (manglares, oreyzales y cativales) = B/.10,000.00/hectárea.
- Bosques secundarios con desarrollo intermedio = B/.3,000.00/hectárea.
- Bosques secundarios jóvenes = B/.1,000.00/hectárea.
- Sotobosque = 50% de las cifras anteriores, según el grado de evolución ecológica del bosque.
- Formaciones de gramíneas (pajonales) = B/.500.00/hectárea.
- Cuando la tala o eliminación de vegetación se realice sobre áreas protegidas, el monto a cobrar será el doble de las cifras antes indicadas.

Finalmente, dicha Resolución indica que en los casos que se trate de una fracción de unidad, entendiéndose por unidad una hectárea, se cobrará las sumas establecidas en proporción a la superficie afectada.

**Decreto N° 33 de 13 de noviembre de 1996, “Por el cual se fijan normas para controlar los vectores transmisores del dengue.”**

En el mismo se establecen normas que deben ser consideradas durante las fases de construcción y abandono del proyecto.

**Decreto Ejecutivo N° 306 de 4 de septiembre de 2002 por el cual se adopta el reglamento para el control de los ruidos en espacios públicos, áreas residenciales o de habitación, así como en ambientes laborales.**

En este decreto se establece el nivel sonoro máximo admisible de ruidos de carácter continuo, para las personas, dentro de los lugares de trabajo, en jornadas de ocho horas (este Decreto deroga el Decreto No. 150 de 19 de febrero de 1971):

- En trabajos con actividad mental constante e intensa 50 decibeles (dB)
- En trabajos de oficina y actividades similares 60 decibeles (dB)
- En otros trabajos (fábricas, industrias, talleres) 85 decibeles (dB)

Todos estos valores serán medidos en las áreas en que el operario realiza habitualmente sus labores. La empresa también tiene la obligación de realizar audiometrías periódicas, cada seis meses, a sus trabajadores. Además, el Decreto establece que las empresas deberán aplicar el reglamento técnico DGNTI-COPANIT 44-2000, Higiene y Seguridad Industrial, relativo a las “*Condiciones de Higiene y Seguridad en los Ambientes de Trabajo donde se genere ruido*”.

Por otra parte, el Art. 7 de este Decreto prohíbe exceder la intensidad del ruido, fuera del local o residencia, a las fábricas, industrias, talleres, almacenes, bares, restaurantes, discotecas, locales comerciales u otro establecimiento o residencia cuya actividad genere ruido, a vecinos a edificios o a casas destinadas a residencia o habitación, de acuerdo a los siguientes parámetros, establecidos mediante el **Decreto Ejecutivo No. 1 de 15 de enero de 2004** que modificó el Art. 7 del Decreto en referencia:

Horario	Nivel Sonoro Máximo
De 6:00 a.m. a 9:59 p.m.	60 decibeles (dB)
De 10:00 p.m. a 5:59 a.m.	50 decibeles (dB)

La medición del ruido para determinar las infracciones a esta norma se hará desde las distintas residencias o habitaciones de los afectados. Cuando el ruido de fondo o ambiental en las fábricas, industrias, talleres, almacenes, bares, restaurantes, discotecas, toldos, locales comerciales o cualquier otro establecimiento o actividad permanente que genere ruido, supere los niveles sonoros mínimos de este reglamento, se evaluará de la siguiente manera:

- Para áreas residenciales o vecinas a éstas, no se podrá elevar el ruido de fondo o ambiental de la zona.
- Para áreas industriales y comerciales, sin perjuicio de residencias, se permitirá sólo un aumento de 3 dB sobre el ruido de fondo o ambiental.
- Para áreas públicas, sin perjuicio de residencias, se permitirá un incremento de 5 dB sobre el ruido de fondo o ambiental.

### **Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 44-2000**

#### **Higiene y Seguridad. Condiciones de higiene y seguridad en ambientes de trabajo donde se genere ruido.**

Dicho reglamento establece, las medidas para mejorar las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido que por sus características, niveles y tiempo de exposición sean capaces de alterar la salud de los trabajadores; así como la correlación entre los niveles máximos permisibles de ruido y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo. Este reglamento es aplicable a toda persona natural o jurídica, pública o privada en cuyo centro de trabajo se generen o transmitan ruidos capaces de alterar la salud de los trabajadores.

En su Sección 3, se hace mención que no se permitirá en ningún período de tiempo, exposiciones a ruidos que excedan los 130 decibeles, si no cuentan con equipo de protección. Por su parte, la Sección 4 se refiere a los deberes que debe tener el empleador con relación a los daños a la salud originados por ruido, a las características del ruido y sus componentes de frecuencia; además deben suministrar a sus trabajadores los equipos de protección personal sin costo alguno y mantener actualizado el expediente de registro de los niveles sonoros para ser mostrado a las autoridades del Ministerio de Salud si así lo requieren.

### **Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000**

#### **Higiene y Seguridad Industrial Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se Genere Vibraciones.**

El objetivo es establecer las medidas para proteger la salud de los trabajadores y mejorar las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen o transmitan vibraciones que por su nivel de transmisión y tiempo de exposición sean capaces de alterar la salud de los trabajadores, así como establecer la correlación entre los niveles máximos permisibles de vibraciones y los tiempos máximos de exposición por jornada de trabajo. Lo más importante a destacar en el reglamento es la tabla de niveles admisibles para las vibraciones locales en las diferentes bandas de octava.

**Tabla 5-7**  
**Niveles Admisibles de Vibraciones**

Centro de frecuencia de la banda (Hz)	Valor admisible de la aceleración de la vibración (m/s <sup>2</sup> )
8	1.4
16	1.4
31.5	2.7
63	5.4
125	10.7
250	21.3
500	42.5
1000	85

Fuente: Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000

**Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001.**

**Higiene y seguridad Industrial. Condiciones de higiene y seguridad para el control de la contaminación atmosférica en ambiente de trabajo producida por sustancias químicas.**

El reglamento establece medidas para prevenir y proteger la salud de los trabajadores y mejorar las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen, o manejen sustancias químicas que por sus propiedades, niveles de concentración y tiempo de exposición sean capaces de contaminar el medio ambiente laboral y alterar la vida o la salud de los trabajadores, así como los niveles máximos permisibles de concentración de dichas sustancias, de acuerdo al tipo de exposición.

Los puntos más importantes a destacar en el reglamento y de su aplicación son los siguientes: Requerimientos, donde se refieren a los controles y evaluaciones para prevenir alteraciones a la salud de los trabajadores; Deberes, en el cual se refiere al deber de explicar a los trabajadores las posibles alteraciones a la salud por la exposición a sustancias químicas; Reconocimiento o identificación de los productos que puedan generar contaminación al ambiente; y la Evaluación Cualitativa del Riesgo.

**Resolución DG-0025-98 de junio 30 de 1998, “Por la cual se adoptan normas de emisión e inmisión para el control ambiental en las Instalaciones de Generación, Transmisión y Distribución Eléctrica del Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE)”.**

Las normas de emisión e inmisión existentes en la República de Panamá son específicas para el sector eléctrico y aplican sólo para plantas de combustión con combustibles líquidos; por tanto no pueden ser aplicadas directamente al proyecto propuesto. Tal como se mencionó, las entidades ambientales en ausencia de normativas locales utilizan los estándares internacionales aplicables a estos temas de organismos internacionales como el Banco Mundial.

Aun cuando las normas de calidad de aire panameñas no aplican al proyecto propuesto, los límites establecidos para estas normas se utilizan como referencia para los demás sectores industriales, en ausencia de normas generales de calidad del aire.

Esta resolución emitida cuando el servicio de energía eléctrica estaba bajo el control del gobierno nacional, establece los niveles de emisión permisibles y los estándares ambientales para partículas totales suspendidas (TSP), óxidos de azufre (SOx) y óxidos de nitrógeno (NOx) para las centrales térmicas que utilicen combustible líquido. Los criterios establecidos de inmisión (estándares ambientales), se observan en la siguiente Tabla 5-8.

**Tabla 5-8**  
**Normas Panameñas para Calidad de Aire Ambiental**

Contaminante	Concentración de Calidad de Aire	
	Promedio 24 Horas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Promedio Anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
PM (como TSP) <sup>(a)</sup>	360	90
NO <sub>2</sub>	---	100
SO <sub>2</sub>	400	120

<sup>(a)</sup>TSP: Total de Partículas Suspendidas. Fuente: Resolución No. DG-0025-98

**Ley 36, de 17 de mayo de 1996, “Por la cual se establecen medidas para controles de contaminación del aire”.**

Mediante esta Ley se establecen los controles de contaminación del aire ocasionados por combustible y plomo, especialmente provenientes del uso de vehículos de combustión interna.

Establece la prohibición a partir de 1 de enero de 1997, de la fabricación e importación de pinturas, barnices, tintes y derivados con un contenido mayor que el máximo permitido por el Ministerio de Salud. Asimismo, se indica que “a partir de 1 de enero de 1998 los vehículos de motor de gasolina importados a la República de Panamá deberán poseer sistemas de control de emisión, a fin de que cumplan con los niveles permisibles establecidos por el Ministerio de Salud para reducir de esta manera la contaminación”.

Con respecto al uso de gasolina con plomo, se especifica que, a partir del año 2002, únicamente se permitirá la venta de gasolina sin plomo. Para realizar el monitoreo de los niveles de contaminación del aire, se instituye mediante esta ley la red de medición y análisis nacional, asignado al Instituto Especializado de Análisis de la Universidad de Panamá los recursos para instalar y mantener la red de monitoreo.

**Anteproyecto de Normas de Calidad de Aire Ambiente (aún en fase de discusión)**

**Por el cual se dictan Normas de Calidad del Aire Ambiente**

El anteproyecto de ley sobre normas de calidad de aire ambiente tiene como objetivo establecer las normas primarias de calidad de aire para los contaminantes Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Material Particulado Respirable (PM<sub>10</sub>), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) y Ozono (O<sub>3</sub>) así como los lineamientos para su aplicación, con el fin de proteger la salud de la población y el ambiente en general. Los niveles máximos establecidos son los siguientes:

**Tabla 5-9**  
**Normas Primarias de Calidad del Aire (Anteproyecto en fase de discusión)**

Contaminante	Unidad	Valores Norma	Tiempo promedio de muestreo	Guía del Banco Mundial*
Material Particulado Respirable, (PM <sub>10</sub> )	μg/m <sup>3</sup> N	50	Anual	20
		150	24 horas (98%)	50
Dióxido de Azufre, (SO <sub>2</sub> )	μg/m <sup>3</sup> N	80	Anual	20
		365	24 horas (99%)	---
Monóxido de Carbono, (CO)	μg/m <sup>3</sup> N	10 000	8 horas	---
		30 000	1 hora	---
Dióxido de Nitrógeno, (NO <sub>2</sub> )	μg/m <sup>3</sup> N	100	Anual	40
		150	24 horas (99%)	---

Contaminante	Unidad	Valores Norma	Tiempo promedio de muestreo	Guía del Banco Mundial*
Ozono, (O <sub>3</sub> )	μg/m <sup>3</sup> N	157	8 horas	---
		235	1 hora	---

Fuente: Anteproyecto de Normas de Calidad de Aire Ambiente

\*: Valor Guía del IFC/Banco Mundial, 2008 (ver sección 5.3.5 de este capítulo)

**Resolución DM-0226-2019 de 25 de junio de 2019. Que reglamenta los artículos 4 y 10 del Decreto Ejecutivo N° 38 del 3 de junio de 2009 sobre las mediciones de emisiones vehiculares automotores.**

**Ley 14 de 5 de mayo de 1982, “Por la cual se dictan medidas sobre custodia, conservación y administración del Patrimonio Histórico de la Nación”.**

En el Artículo 19 se establece que “Todo objeto arqueológico es un bien de dominio estatal”. Además, indica en su Artículo 24 que “En caso de que al ejecutarse una excavación en áreas urbanas o rurales ocurriese un hallazgo de objetos que pusiesen en evidencia la existencia de un yacimiento arqueológico o de rastros monumentales del mismo carácter, la Dirección Nacional del Patrimonio Histórico solicitará a las autoridades pertinentes la suspensión de las obras que ocasionaron el descubrimiento y tomará las medidas inmediatas para emprender las actividades de rescate.”

**Ley 58 de 7 de agosto de 2003, “Por la cual se modifican artículos de la Ley 14 de 1982, sobre custodia, conservación y administración del Patrimonio Histórico de la Nación y dicta otras disposiciones (Gaceta Oficial N° 24864)”.**

Esta ley modifica artículos de la Ley 14 de 1982, estableciendo requisitos y definiendo sanciones.

**Resolución N.º AG-0363-2005, de 8 de julio de 2005, “Por la cual se establecen medidas de protección del Patrimonio Histórico Nacional ante actividades generadoras de impactos ambientales”.**

En dicha Resolución, la ANAM (actual Ministerio de Ambiente) en coordinación con el INAC han considerado que cada EsIA presentado al Ministerio de Ambiente que contemple la remoción de tierra, deberá ser enviado para su evaluación al INAC. En su Artículo 1 ordena que todas las obras, actividades o proyectos que pudieran generar impacto ambiental positivo o negativo a cualquier elemento o componente del Patrimonio Histórico de la Nación, de acuerdo a los criterios establecidos por la Dirección de Patrimonio Histórico, registren el hallazgo ante aquella entidad. Dicha obligación estará presente en la Resolución Ambiental respectiva que apruebe o desapruebe el EsIA.

Por otra parte, en su Artículo 2, establece que todo propietario, tenedor o administrador de actividades, obras o proyectos cuyo EsIA, Planes de Manejo o Adecuación (PAMA) o cualquier otro procedimiento evaluativo administrado por el Ministerio de Ambiente, deben incluir en el término no mayor de un año, el registro del bien patrimonial dentro de los requisitos requeridos para la aprobación satisfactoria del instrumento aprobado. Mientras que en su Artículo 3 ordena que las actividades, obras, proyectos, usos o aprovechamientos que actualmente estén generando impactos ambientales positivos o negativos al Patrimonio Histórico de la Nación registren su custodia ante la Dirección Nacional de Patrimonio Histórico, de modo que las autoridades competentes procedan a realizar las inspecciones correspondientes para estimar el estado de la afectación.

**Decreto N° 160 de 7 de junio de 1993, “Por el cual se expide el Reglamento de Tránsito Vehicular de la República de Panamá”.**

Emitido por la Dirección de Tránsito y Transporte Terrestre. Reglamenta en los Artículos 13, 14 y 15, el aumento de gases contaminantes provenientes de los motores de camiones que transportan combustibles. La principal disposición establece que es prohibida la circulación de vehículos que emitan gases, ruidos o derrame de combustible o sustancias tóxicas que afecten el ambiente.

**Resolución No. 008-03 de 11 de marzo de 2003, “Por el cual se aprueba la segunda edición revisada del Manual de Requisitos de Revisión de Planos, Segunda Edición del Ministerio de Obras Públicas”.**

En dicha resolución se presentan los parámetros recomendados en el diseño del sistema de calles, y drenajes pluviales de acuerdo a lo exigido por el Ministerio de Obras Públicas.

**Especificaciones Técnicas Generales para la construcción, mejoras y rehabilitación de carreteras, caminos, calles, puentes, obras afines y edificaciones en toda la República de Panamá. Ministerio de Obras Públicas, 2da Edición, 2002.**

El referido manual es un documento de carácter normativo, que sirve de guía a las diferentes acciones que son competencia técnica del Ministerio de Obras Públicas. En el mismo, se establecen políticas, criterios, procedimientos y métodos que indican las condiciones por cumplir en los proyectos viales y que guardan relación con la planificación, estudio, evaluación, diseño, construcción, seguridad, mantenimiento, calidad e impacto.

**Ley 51 del 28 de junio del 2017, que regula el transporte de carga por carretera.** La presente Ley se aplicará a la actividad de transporte de carga terrestre, a los vehículos automotores o combinación de ellos, que circulen por las carreteras de la República de Panamá, tanto a lo referente a sus pesos dimensiones como a los requerimientos a cumplir para el transporte de materiales peligrosos, mercancía perecedera, mercancía de temperatura controlada, productos agropecuarios y las restricciones en las operaciones de carga, descarga y traslado de productos en la red vial.

**Decreto Ejecutivo N° 229 de 17 de octubre de 2018, que reglamenta la Ley 51 de 28 de junio de 2017,** que regula el transporte de carga por carretera y modifica el reglamento de tránsito vehicular de la República de Panamá.

**Resolución AG-0712-2004, “Por la cual se adopta el Pacto Ético entre la Autoridad Nacional del Ambiente de la República de Panamá y profesionales dedicados a la**

---

Proyecto de Construcción de una Central Térmica de Ciclo Combinado de 670 MW (Generadora Gatún) 5-42 URS Holdings, Inc. Abril, 2021

**realización de Estudios de Impacto Ambiental y Auditoras Ambientales inscritos en el registro de consultores ambientales de la Autoridad Nacional del Ambiente”.**

El objetivo principal del referido Pacto Ético es el de garantizar la veracidad de la información que se entrega en los estudios de impacto ambiental, auditorías ambientales y sus respectivos planes de manejo, tanto en su contenido como en el perfil de los profesionales que los firman.

**Decreto Ley N° 5 de 28 de enero de 2005, “Que adiciona un Título, denominado Delitos Contra el Ambiente, al Libro II del Código Penal, y dicta otras disposiciones.”.**

Este decreto lista los delitos ambientales, sus sanciones y penas. Los mismos se enmarcan en Delitos contra los Recursos Naturales, Delitos contra la Vida Silvestre y Delitos de Tramitación, Aprobación y Cumplimiento de Documentación Ambiental.

**Decreto ejecutivo N° 5 de 1 de febrero de 2017.** Que regula el procedimiento de sanción directa por infracciones ambientales. En su artículo 3 indica la multa correspondiente al infractor según la infracción incurrida.

**Ley No. 15 de 31 de mayo de 2016.** Que reforma la Ley 42 de 1999, que establece la equiparación de oportunidades para las personas con discapacidad.

**Ley No. 25 de 10 de julio de 2007.** Por la cual se adoptan la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y el Protocolo Facultativo de la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, adoptados en Nueva York, por la Asamblea General de las Naciones Unidas, el 13 de diciembre de 2006.

El propósito de dicha Convención es promover, proteger y asegurar el goce pleno y en condiciones de igualdad de todos los derechos humanos y libertades fundamentales por todas las personas con discapacidad, y promover el respeto de su dignidad inherente.

**Ley 14 del 18 de mayo de 2007, por medio del cual se adopta el Código Penal de la República de Panamá.**

Por medio de dicha ley se adopta el Código Penal cuyo Título XIII Delitos Contra el Ambiente y el Ordenamiento Territorial, Artículos 391 al 416, estipula las sanciones en caso de Delitos Contra Recursos Naturales, Delitos Contra La Vida Silvestre, Delitos de Tramitación, Aprobación y Cumplimiento Urbanístico Territorial y Delitos contra los Animales Domésticos.

**Ley 41 del 2 de agosto de 2012, que establece el régimen de incentivos para el fomento de la construcción y explotación de centrales de generación a base de gas natural destinadas a la prestación del servicio público de electricidad.**

El régimen de incentivos que establece esta Ley, tiene por objeto propiciar la diversificación de la matriz energética del país; propiciar el abastecimiento de la demanda de los servicios de energía eléctrica con fuentes no tradicionales para su acceso a la comunidad, bajo criterios de eficiencia económica, viabilidad financiera y técnica, calidad y confiabilidad de servicio, dentro de un marco de uso racional y eficiente de los diversos recursos energéticos; y, establecer un marco legal que fomente el desarrollo de las actividades de generación a base de gas natural.

#### **5.3.4 Convenios Internacionales**

El gobierno de la República de Panamá suscribió la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, que incluye la Agenda 21. Otros convenios y acuerdos suscritos por la República de Panamá, a nivel internacional, regional y subregional incluyen:

- Convención sobre la Diversidad Biológica.
- Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.
- Convención de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y Protocolo de Kyoto.
- Protocolo de Montreal relativo a Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono.
- Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes.
- Convenio OIT148 sobre Medio Ambiente y Trabajo.

- Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono.
- Acuerdo de París, sobre el Cambio Climático.

### 5.3.5 Guías del IFC – Banco Mundial

En caso de falta de disposiciones (límites permisibles u otros) en la legislación panameña, para el presente proyecto, se utilizan 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).

En relación a aspectos medio ambientales relacionados a plantas de generación termoeléctrica, estos reglamentos incluyen consideraciones sobre los siguientes aspectos:

- Emisiones al aire.
- Eficiencia energética y emisiones de Gases de Efecto Invernadero.
- Consumo de Agua y alteración del hábitat acuático.
- Efluentes.
- Residuos sólidos.
- Materiales peligrosos y aceites.
- Ruido.

Con relación a las emisiones al aire, las guías del IFC/Banco Mundial sugieren la aplicación de los límites permisibles mostrados anteriormente en la Tabla 5-9.

En cuanto a los efluentes, estos lineamientos incluyen consideraciones sobre descargas térmicas. A este respecto, 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.

La zona de mezcla se define 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. El establecimiento de dicha zona de mezcla es específico del proyecto y podría estar establecida por las regulaciones nacionales (locales) y confirmada o actualizada mediante el proceso de evaluación de impactos del proyecto.

Las descargas térmicas se debieran diseñar de tal modo de evitar impactos negativos sobre el cuerpo de agua receptor, tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Las áreas con temperatura de agua elevada debido a la descarga térmica no debieran perturbar la integridad del cuerpo de agua como un todo o poner en peligro áreas sensibles (como ser áreas de recreación, zonas de anidamiento o áreas con biota sensible);
- No debiera ocurrir letalidad o impacto significativo sobre los hábitos de anidamiento y alimentación de organismos que atraviesan las áreas de temperatura elevada;
- No debiera producirse un riesgo significativo sobre la salud humana o el medio ambiente debido a la temperatura elevada o niveles residuales de químicos resultantes del tratamiento del agua.

Para el caso de proyectos grandes (con por ejemplo una capacidad instalada de turbinas a vapor  $> 1,200$  MW), se recomienda que los impactos de las descargas térmicas sean evaluados como parte del EsIA, mediante un modelo hidrodinámico matemático o físico de la pluma térmica ocasionada por la descarga, y como un medio efectivo para encontrar los volúmenes y temperaturas de descarga que permitan cumplir con los límites establecidos en la legislación y/u objetivos ambientales para las aguas del cuerpo receptor. (A este respecto, la IFC en las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para las plantas de energía térmica menciona 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 Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés)).

### 5.3.6 Instituciones Involucradas

En el marco de este proyecto, hay varias instituciones involucradas, entre las que se puede mencionar a todas las instituciones que conforman y/o tienen relación con el sector energético, entre éstas:

- Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA).
- Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP).
- Secretaría Nacional de Energía.
- Empresa de Generación Eléctrica, S.A. (EGESA).
- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).
- Ministerio de Comercio e Industrias (MICI).

Además de éstas, otros ministerios y entidades relacionadas con la ejecución y operación del Proyecto son:

- Autoridad del Canal de Panamá (ACP).
- Autoridad Marítima de Panamá (AMP).
- Ministerio de Obras Públicas.
- Alcaldía de la Provincia de Colón.
- Ministerio de Ambiente (MiAmbiente).
- Ministerio de Salud (MINSA).
- Contraloría General de la República.
- Instituto Nacional de Cultura (INAC).
- Oficina de Seguridad Adscrita al Cuerpo de Bomberos de Panamá.
- Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC).
- Ministerio de Trabajo y Desarrollo Laboral (MITRADEL)

## 5.4 Descripción de las Fases del Proyecto, Obra o Actividad

En esta sección se describen las principales tareas y actividades por fases del Proyecto incluyendo: Planificación, Construcción de las obras y Operación de los diversos componentes que conforman el proyecto.

### 5.4.1 Planificación

La fase de planificación inicia con la elaboración del diseño conceptual del proyecto y la preparación de las bases para la elaboración de los diseños finales dirigidos a la construcción de la obra, recopilación de información documental del área, realización de estudios preliminares del área como topografía, geotecnia, evaluaciones ambientales, disponibilidad de servicios, entre otros y la realización de los trámites necesarios para la obtención de los permisos requeridos.

### 5.4.2 Construcción/Ejecución

La construcción de la central térmica involucra actividades como el replanteo del área, movimiento de tierra, demarcación de espacios, excavaciones para fundaciones, construcción de las infraestructuras diseñadas, instalación de equipos. En el desarrollo de estas actividades se incluirán criterios y consideraciones de Buenas Prácticas de la construcción, se atenderán las normas de protección ambiental, normas de la IFC y del Banco Mundial. Adicionalmente, se incorporarán a los criterios de diseño estándares nacionales e internacionales de seguridad aplicables al tipo de infraestructura a construirse, así como el cumplimiento de los criterios de diseño de la legislación nacional como por ejemplo las normas de construcción de vías de circulación y drenajes y suministro de servicios. Serán utilizados en la construcción materiales de primera calidad que cumplan con las normas técnicas de calidad aplicables.

Las principales actividades y obras que serán ejecutadas durante la etapa de construcción de la Central abarcan lo siguiente:

- Preparación del terreno.
- Localización y replanteo.
- Excavaciones y relleno.
- Instalación de talleres y áreas temporales de trabajo.
- Movilización de materiales, equipos y maquinaria hasta el sitio de la obra.
- Fundaciones para obras civiles, equipos y estructuras de soporte.
- Colocación de tuberías en bahía Limón (toma de agua y descarga).
- Construcción de obras permanentes en el área terrestre.
- Montaje electromecánico.
- Pruebas y puesta en servicio.
- Retiro de Instalaciones Temporales y Desmovilización.

A continuación, se describirán los alcances para cada una de las actividades destacadas y listadas anteriormente.

#### 5.4.2.1 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 temporales y permanentes. Se incluye en esta actividad la limpieza y desmonte del área para la 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 del Ministerio de Ambiente. El área cubierta con vegetación que deberá ser removida abarca 28.772 ha.

El volumen material a remover será bajo, dada la actual predominancia de una cobertura vegetal de especies herbáceas y considerando que ya se han realizado intervenciones a la vegetación de la zona en el pasado (ver Capítulo 7). El material removido será acopiado en capas horizontales de altura inferior a 50 centímetros en las zonas de depósito para descapote, las cuales serán indicadas en los planos de construcción dentro de los terrenos de la central y señalizadas, para su posterior traslado al sitio de disposición final.

De requerir tala, se efectuará manualmente por medio de cuadrillas equipadas con motosierras, previa autorización del Ministerio de Ambiente. 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 en ninguna circunstancia serán quemados.

Siempre que se pueda, los desechos de estas operaciones serán repicados y se utilizarán 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 Ministerio de Ambiente. En caso de

que no se utilice toda la madera, el contratista deberá contar con un permiso de dicho ministerio para retirarla del proyecto o darle el manejo acordado con dicha institución.

#### **5.4.2.2 Localización y Replanteo**

Con el objetivo de ajustar el proyecto y las actividades a realizarse, a las áreas predefinidas en los planos de diseño para construcción y en la permisología obtenida, entre las primeras actividades a ejecutarse se encuentra la localización y replanteo de las áreas a ser intervenidas para construcciones varias, vías e instalaciones. 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 puntos de referencia, que aseguren el adecuado replanteo posterior de cualquier instalación, en caso de ser necesario.

#### **5.4.2.3 Excavaciones y Relleno**

Al finalizar la preparación del terreno, se realizarán las excavaciones y rellenos que sean necesarias para asegurar la presencia de condiciones adecuadas para la implantación de las obras de acuerdo con los estudios geotécnicos y a su vez conformar los terraplenes requeridos hasta el nivel de relleno previsto para cada sector del proyecto, atendiendo nivel de relleno seguro considerado en los estudios hidrológicos e hidráulicos.

Esta actividad se realizará por medio de equipo pesado como bulldozers, retroexcavadoras, niveladoras, vibro-compactadoras, volquetas y otros. Por las características de los suelos existentes, 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 barcazas. La producción de residuos correspondientes a estériles y escombros durante la etapa de construcción será transportada al relleno autorizado más cercano.

#### 5.4.2.4 Instalación de Talleres y Área Temporales de Trabajo

En el polígono donde se ejecutará el proyecto, se contará con espacios de uso temporal para la instalación de obras provisionales e instalaciones necesarias para el buen desarrollo de los trabajos a desarrollarse, considerándose entre las estructuras temporales las siguientes: talleres y áreas temporales de trabajos, oficinas, bodegas y patios de acopio de materiales y equipos/almacenes, comedores, entre otras.

Las edificaciones provisionales que así lo requieran, tendrán con sus respectivas dotaciones de electricidad, agua, manejo de vertimientos, comunicaciones, cerramientos, etc. éstas 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. Tampoco se contempla la instalación de una planta de concreto, el requerimiento de concreto será contratado a plantas ya existentes que cuenten con sus permisos vigentes. Únicamente se contará con áreas dispuestas para el lavado de vehículos.

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 durante la construcción, se utilizarán los caminos existentes.

El suministro de electricidad para las obras se hará utilizando el servicio público disponible, aunque se instalarán también generadores de emergencia y generadores portátiles para sitios alejados de la red interior tendida para la construcción.

Se contará con un número suficiente de extintores para incendios, localizados estratégicamente sobre el área de construcción y en el área de obras e instalaciones temporales, especialmente en los sitios en donde sea mayor la posibilidad de esta emergencia, este sistema contará con los períodos de revisión y mantenimiento adecuados.

Se instalarán y mantendrán legibles y en buen estado las vallas informativas correspondientes, durante la totalidad de ejecución de las obras. Así mismo, se realizarán las actividades y se dispondrán los elementos necesarios para prevenir accidentes y evitar incomodidades de cualquier índole a los vehículos y peatones que transiten por las vías aledañas a los sitios de obras. Se construirán, instalarán y mantendrán señales preventivas e informativas apropiadas y suficientes en las vías aledañas, así como veredas peatonales, de igual forma se dispondrá del personal necesario para mantener estas áreas aseadas y libres de escombros y tierra.

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

El proyecto requerirá el transporte, desde su origen hasta la obra, de todos aquellos materiales y equipos que sean requeridos para el desarrollo de las obras civiles temporales y permanentes, así como para su montaje y funcionamiento.

Las fuentes de materiales como arena y grava, se espera que sean canteras autorizadas, lo más cercana al proyecto que sea posible y cuyos materiales cumplan con los criterios de calidad predefinidos a nivel del diseño de las obras. Materiales de construcción como bloques, acero, zinc, cemento, maderas, andamios, guindolas, estructuras y elementos de aluminio, entre otros, así como equipos y maquinaria como motores, bombas, maquinaria pesada (retroexcavadoras, bulldozers, motoniveladoras, volquetas, grúas, etc.) y otros, podrán ser trasladados al proyecto por medio de acarreos en camiones acorde a cada tipo de elemento transportado.

Los equipos de grandes dimensiones previstos en el proyecto (turbinas, láminas para los tanques de almacenamiento, tuberías, entre otros) serán trasladados principalmente por vía marítima y descargados a través de las facilidades del Muelle 16, ubicadas a una distancia aproximada de 3 km al Norte del polígono del proyecto (dependiente del Puerto de Cristóbal), por lo que no tendrán mayores impactos sobre las vías terrestres. Igualmente, las tuberías requeridas para el sistema de captación y descarga de agua, serán transportadas al área en secciones, soldadas 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 estructuras de concreto en el caso del sistema de descarga. En el caso de las tuberías para el sistema de

captación serán trasladadas al proyecto una vez se haya montado la estructura de pilotes hincados requerida para su colocación. 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.

#### **5.4.2.6 Fundaciones para Obras Civiles, Equipos y Estructuras de Soporte**

La estabilidad de las obras civiles en la zona terrestre y marina implicará la presencia de obras en concreto reforzado, que requerirán la construcción de 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 o reforzamiento de suelo mediante columnas de grava si fuera necesario.

Las estructuras que requerirán fundaciones son: fundaciones de los generadores, tanques de agua, planta de tratamiento de aguas, la casa de máquinas, oficinas administrativas, talleres, almacenes, bodegas, laboratorios, tanques metálicos y de concreto, estructuras de soporte de equipos como turbinas y sistema de recuperación de calor, la subestación eléctrica, generador de emergencia, transformadores de potencia y todos los otros equipos accesorios que lo requieran.

Las cimentaciones para los tanques que así lo requieran, 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.

#### **5.4.2.7 Colocación de tuberías en bahía Limón (toma de agua y descarga).**

En el sector acuático ubicado al Noroeste del polígono del proyecto, se realizará la instalación de tuberías permanentes, ya que el agua para el sistema de enfriamiento principal será suministrada a través del sistema de admisión de agua, el cual permitirá su bombeo desde la Bahía Limón, frente a la isla Telfers, y además proporcionará el flujo necesario para el agua de refrigeración de la Torre de Refrigeración. Asimismo, el proyecto deberá contar con una tubería de descarga de aguas que consistirá en una tubería de 1 metro de diámetro elevada unos 0.25 metros por encima del lecho marino.

La tubería será de HDPE (PEAD) o poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), con contrapesos consistentes en anillos de concreto reforzado que se instalan de manera solidaria a lo largo de esta. Estos sistemas serán construidos por medio de tramos largos de tuberías soldadas de manera continua con sus extremos bridados, los cuales se preparan en tierra y posteriormente son llevados flotando hasta la zona de instalación. Donde resulte necesario se colocarán gaviones de protección. Estas tuberías serán colocadas en la zona acuática mediante embarcaciones apropiadas. En el caso de la tubería de descarga la misma será instalada sobre el lecho marino, mientras que la tubería de toma de agua será instalada sobre una estructura de soporte conformada por pilotes hincados, hasta el área de bombas en la zona costera, como se menciona más adelante.

La instalación incluirá el suministro, manejo y colocación de las tuberías de aducción en los sitios de instalación, así como la unión, limpieza interior y cualquier otra operación necesaria para la correcta instalación de las tuberías con sus correspondientes pruebas. Todos los tubos o elementos que se encuentren defectuosos o presenten deterioro antes de su colocación o al realizar las pruebas que correspondan, serán reemplazados o reparados. Se instalarán los sistemas de válvulas, ventosas, purgas y demás equipos, piezas especiales y accesorios requeridos para las instalaciones hidráulicas a presión.

#### **5.4.2.8 Construcción de Obras Permanentes en la Zona Terrestre.**

El diseño de las obras en la zona terrestre se consideró que, de acuerdo con el Mapa de Amenaza Sísmica para la República de Panamá, el sector donde se ubicará el proyecto es considerado de bajo riesgo sísmico con una aceleración entre 3.0 y 3.2 m/s. Por esto, todos los elementos de acero y concreto estructural estarán de acuerdo con los requisitos establecidos en el Reglamento Estructural Panameño REP-2014. 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, debidamente impermeabilizados y con todos los aditamentos y accesorios requeridos para su correcto funcionamiento. 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 estén compuestas por pórticos espaciales, resistentes a momentos, esencialmente completos, sin diagonales, que resistan todas las cargas verticales y fuerzas horizontales. 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 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 su maniobra. 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 del proyecto. 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.

El sistema de manejo de aguas para diversos usos para el consumo humano y para los procesos de generación, requiere la construcción de los siguientes tanques:

- Tanque para almacenamiento de agua cruda (hasta 2,800 m3).
- Tanques para almacenamiento de agua prefiltrada y filtrada (hasta 2,500 m3).
- Tanque para el agua del sistema contra incendio (hasta 5,000 m3).
- Tanque para el agua de consumo no potable.
- Tanque de agua desmineralizada (2,500 m3).
- Tanque de agua desalinizada (3,300 m3).

Los tanques se construirán en concreto reforzado o acero soldado, según se requiera de conformidad con los requerimientos sísmicos aplicables de las normas internacionales y con los

requerimientos sísmicos aplicables del Reglamento Estructural Panameño REP-2014, la ASME y API.

Las redes de distribución de agua se construirán en tubería tipo PVC y para su instalación se requiere un manejo apropiado por medio de un transporte vía terrestre hasta el área del proyecto, arreglo del fondo de la zanja, colocación de la tubería, pruebas hidráulicas, desinfección de las tuberías y entrega de los conductos en perfecto estado de funcionamiento. Se efectuarán pruebas físicas en muestras de tubería, y todos los tubos estarán sujetos a inspección en la fábrica, en la zanja o en cualquier punto de entrega. Las tuberías y todos sus accesorios serán cargados, transportados por vía terrestre, descargados, almacenados y manejados en forma cuidadosa dentro del polígono del proyecto y utilizando dispositivos adecuados para ejecutar dichas actividades.

El proyecto incluirá la construcción de un sistema de drenaje para las aguas de lluvia que consistirá en una red de tuberías, perforadas colocadas en medio de un relleno de material granular seleccionado y a distancias tales que el conjunto de drenes tenga capacidad para evacuar la lluvia máxima de diseño acorde a las normas nacionales. La red incluye cunetas, tuberías colectoras o ciegas, pozos de inspección y sumideros en concreto reforzado en las vías, con su respectiva rejilla horizontal y/o vertical, las cuales podrán ser en concreto reforzado, polipropileno de alta densidad y además alta resistencia al impacto, o en acero protegido contra la corrosión. El sistema de drenaje de aguas lluvias incluirá el emisario o emisarios finales, desde los puntos terminales de la red para su descarga dentro del área del proyecto, que finalmente será conducida a la bahía Limón.

Adicionalmente se realizará la construcción de un sistema de drenajes cerrados, soterrados por medio de la excavación de zanjas que conducirán las aguas aceitosas y efluentes de producción en general, desde las áreas de generación hasta tinas de recolección y una planta de tratamiento ubicada dentro del polígono del proyecto.

El proyecto incluirá la construcción de una vía de acceso y vías de circulación interna, cuyo diseño se ajustará a la normativa nacional. Las características de estas vías se describen más adelante.

#### **5.4.2.9 Montaje Electromecánico**

Una vez concluyan las obras civiles y se cuente en el sitio con los equipos que conforman los componentes del proyecto localizados en el área terrestre y acuática, se procederá con el montaje de los equipos mecánicos y eléctricos.

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 con su experiencia y los requerimientos del proyecto.

#### **5.4.2.10 Pruebas y Puesta en Servicio**

Las pruebas y puesta en servicio es la etapa previa a la operación del proyecto. 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 manejo del gas natural licuado.
- Medición de ruidos.
- Medición de emisiones a la atmósfera.
- Medición y caracterización de los vertimientos.

Las pruebas previas a la puesta en servicio de la central termoeléctrica, consisten en efectuar las pruebas a cada sistema en particular y a las unidades de generación, de acuerdo a las normas internacionales pertinentes a fin de asegurar que la central operará en forma confiable y segura, y que cumplirá con los parámetros garantizados por los fabricantes, especialmente en lo que se refiere a energía generada (670 MW), emisiones y ruidos, condiciones de eficiencia, tanto de los equipos componentes como del conjunto. Las pruebas de mayor relevancia comprenderán, entre otras, las siguientes:

- Pruebas hidráulicas de los circuitos mecánicos.
- Pruebas de limpieza, 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.
- 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 de generación eléctrica (basadas en gas licuado natural y fueloil).
- Verificación del cumplimiento con lo esperado para la operación comercial de la central de acuerdo con la reglamentación de conexión y puesta en operación de este tipo de centrales por parte de la ASEP y las disposiciones de ETESA.

#### **5.4.2.11 Retiro de Instalaciones Temporales y Desmovilización**

Una vez terminada la construcción de las obras del proyecto, se procederá con la limpieza y el desmantelamiento de las estructuras temporales y reconfiguración de las áreas ocupadas por estas, esta actividad podrá desarrollarse por fases a medida que las zonas de trabajo sean

liberadas por el contratista. Los desechos provenientes de estas actividades serán segregados según tipo para su disposición final fuera del área del proyecto y acorde a la legislación nacional y buenas prácticas de construcción. Se identificarán aquellos materiales que pudieran ser reutilizados para así disminuir el volumen de desechos a disponer.

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. Las áreas desprovistas de vegetación serán cubiertas de grava en su mayoría por motivos de seguridad de las instalaciones.

#### **5.4.3 Operación**

Una vez concluida la construcción y realizadas las pruebas correspondientes, se pondrán en funcionamiento los componentes del proyecto. El promotor desarrollará un manual de operaciones. Este manual incluirá todas las medidas contingentes de seguridad y las operaciones de mantenimiento e inspección para las instalaciones y procesos del proyecto. Las siguientes son las actividades principales que se deben realizar en la etapa de operación:

- Recepción y uso de gas natural.
- Generación de energía eléctrica.
- Uso y disposición de aguas.
- Trabajos de mantenimiento de instalaciones.
- Transporte y disposición de desechos sólidos y líquidos.
- Tratamiento de efluentes.
- Demanda de servicios básicos.
- Contratación del personal.
- Manejo de combustible líquido.

Las siguientes secciones proporcionan una breve descripción sobre el alcance de las actividades de operación del proyecto, que no sean descritas en otras secciones.

#### **5.4.3.1 Recepción y manejo de gas natural**

El gas natural requerido por el proyecto provendrá de la Terminal Costa Norte, por medio de un gasoducto cuya construcción no es objeto del presente estudio, sino que contará con su propio instrumento de gestión.

#### **5.4.3.2 Uso y disposición de aguas**

Durante la operación una de las actividades consiste en la captación, tratamiento, almacenamiento y utilización de aguas para diversos usos.

El principal uso de las aguas es para enfriamiento y para la generación de vapor. La fuente principal de suministro de esta agua será la bahía Limón, mediante la captación por medio de tubería (anteriormente descrita) y un sistema de bombeo asociado a un proceso de desmineralización, desalinización y almacenamiento para su conducción al sistema de enfriamiento, que incluye la recirculación de una parte del agua y la descarga del resto hacia la bahía Limón por medio de una tubería con difusor, como se describe más adelante.

El proyecto pudiera contar con un suministro de agua alterno por conexión al sistema municipal con agua proveniente de la planta potabilizadora de Monte Esperanza a ser utilizada para diversos fines en las instalaciones del proyecto, una vez utilizada, las aguas residuales generadas, previamente tratadas en caso de requerirse, serán descargadas a la bahía.

#### **5.4.3.3 Trabajos de mantenimiento de instalaciones**

Para las instalaciones y equipos principales se realizará el mantenimiento preventivo y correctivo, de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes y las buenas prácticas. Se prevé realizar inspecciones y mantenimientos menores mensuales, semestrales y anuales a los Proyecto de Construcción de una Central Térmica de Ciclo Combinado de 670 MW (Generadora Gatún) 5-62 URS Holdings, Inc. Abril, 2021

componentes principales de entrega y transporte de gas natural licuado, tales como los brazos de descarga, los tanques de almacenamiento y la estructura de soporte de la tubería de toma de agua, así como a los equipos principales de la central, como las turbinas, compresores y otros. Estas inspecciones podrían incluir inspección de partes móviles y todos sus componentes, incluyendo el eventual control y ajuste de cables, inspección de pintura, inspección de circuitos eléctricos, lubricación de juntas mecánicas, reemplazo de filtros hidráulicos, cambios de aceite y limpieza de tanques.

Las inspecciones y mantenimientos mayores (mantenimiento correctivo) está basado en las horas de operación del equipo principal, como las bombas dentro de los tanques, compresores y sopladores de gas. Para los brazos de descarga, se recomienda realizar su mantenimiento después de aproximadamente 16,000 horas de operación, aunque esto puede variar dependiendo del fabricante que finalmente suministre el equipo. La calibración de los instrumentos se realizará antes del arribo de cada embarcación.

#### **5.4.4 Abandono**

No se prevé el abandono del proyecto. Las instalaciones a ser construidas tendrán una vida útil de aproximadamente 40 años. Llegado dicho momento se analizará la condición general de la central termoeléctrica y, en caso de que se haya presentado un cambio tecnológico importante, los equipos se desmontarán para ceder espacio a equipos de nueva tecnología. En caso contrario los equipos se reacondicionará y modernizarán para aumentar el tiempo de vida útil del sistema en general.

En caso de decidirse por el abandono definitivo y desmantelamiento de la terminal y centrales, se elaborará un plan de abandono que cumpla con las disposiciones legales vigentes y aplicables a nivel nacional, buenas prácticas, normas de la IFC y Principios de Ecuador, con la remoción del área de las instalaciones allí construidas, el saneamiento del área, limpieza y remoción de desechos, y la estimulación de la regeneración de una cobertura vegetal. En caso de considerarse conveniente que algunas de las estructuras sean dejadas en el área para mejora las condiciones existentes, como en el caso del sistema de drenajes para manejo de aguas de lluvia, se realizarán

las notificaciones previas a los entes involucrados como la Autoridad del Canal de Panamá, Ministerio de Ambiente, entre otros, para evaluar la conveniencia de esto, el procedimiento administrativo necesario y el traspaso de responsabilidades para el mantenimiento y vigilancia de dichas estructuras.

#### 5.4.5 Cronograma y Tiempo de Ejecución de Cada Fase

Las fases del proyecto mencionadas previamente tendrán una duración estimada como se muestra en el cronograma general presentado en la Tabla 5-10. En dicho cronograma se señala una etapa de planificación para las obras de aproximadamente 6 meses, una etapa de construcción de 30 a 33 meses, cuya finalización corresponde al inicio de la etapa de operación o generación eléctrica durante el tiempo de vida útil que en principio se estima en 40 años, luego de los cuales se evaluará la necesidad del reacondicionamiento de las instalaciones para que pueda continuar operando, ya que no se contempla el abandono del proyecto.

**Tabla 5-10**  
**Cronograma de las Fases del Proyecto**

Fase	Concepto	Años / Semestres							
		1		2		3		4	
		1	2	1	2	1	2	1	2
Planificación	Estudios previos								
	Permisos y autorizaciones								
	Proceso de asignación EPC								
	Ingeniería conceptual								
Construcción	Ingeniería de detalle								
	Construcción de obras civiles								
	Montaje mecánico y electromecánico								
	Pruebas y puesta en marcha								
Operación	Inicio de operación comercial								

Fuente: Generadora Gatún, S.A.

## 5.5 Infraestructura a Desarrollar y Equipo a Utilizar

A continuación, se presentará una descripción de la infraestructura a desarrollar y del equipo a utilizar en el desarrollo del proyecto.

### 5.5.1 Infraestructura a Desarrollar

El proyecto objeto del presente estudio de impacto ambiental involucra el desarrollo de componentes en la zona marina y en la zona terrestre de Isla Telfers, dentro de un polígono de 55.736 ha en total, cuyas coordenadas y ubicación geográfica se presentan en este capítulo.

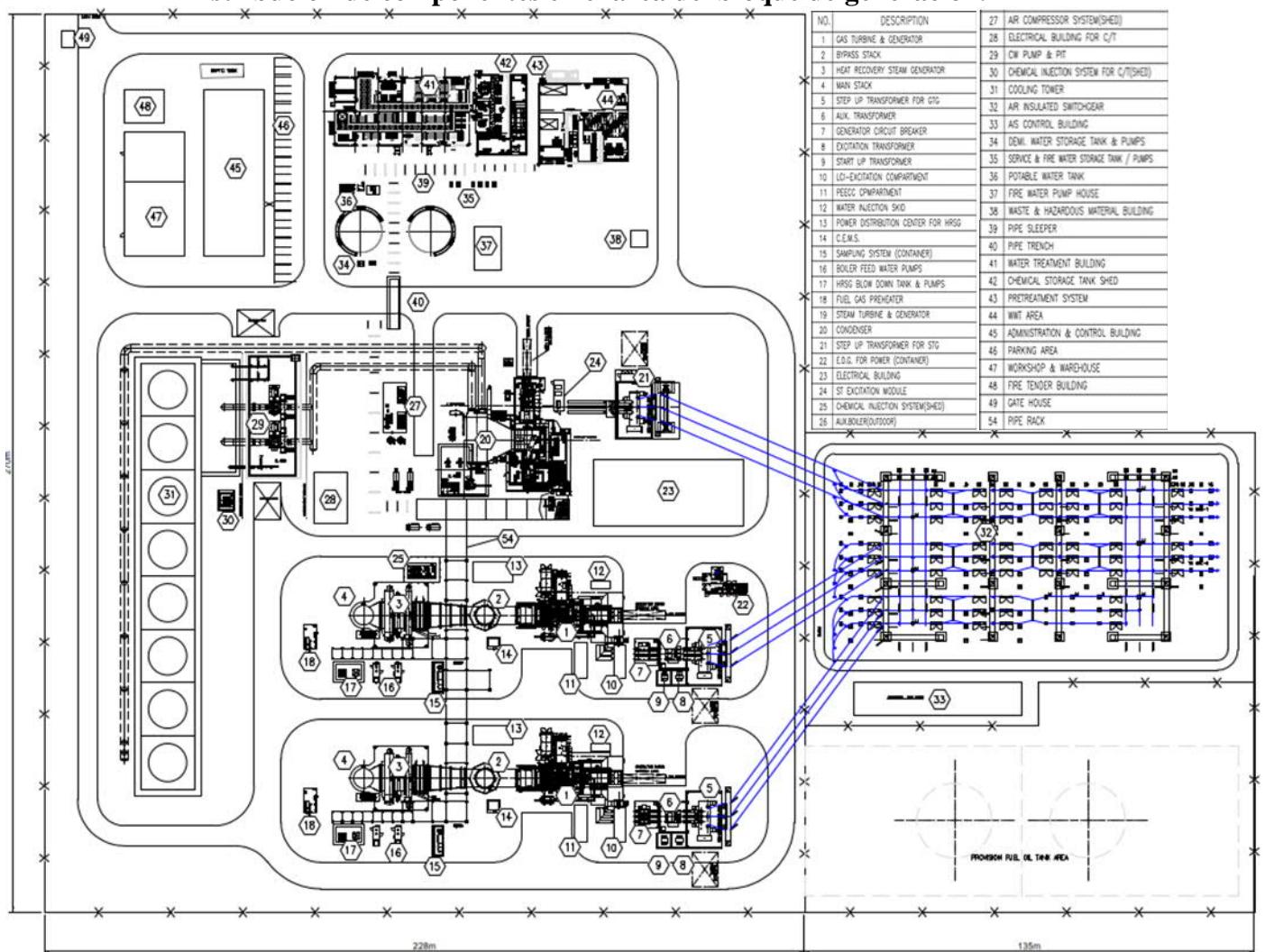
El diseño de los componentes del proyecto se ajustará a las normas nacionales aplicables, así como a las normas y códigos internacionales comúnmente utilizados para el diseño y la construcción de este tipo de centrales termoeléctricas, normas y guías de la IFC, Banco Mundial y Buenas Prácticas Ambientales, de tal manera que el proyecto no iniciará sin antes contar con los permisos y licencias necesarios para la intervención del área y la construcción de los diversos componentes que lo conforman. En la figura 5-7 (al final del capítulo) se observa un esquema del proyecto con la distribución general de las infraestructuras. Adicionalmente, en la Figura 5-7b, más adelante, se muestra la distribución específica de componentes en el área del bloque de generación.

El diseño de las obras que a continuación se presenta ha considerado los resultados obtenidos en los estudios de línea base y las características de las estructuras se ajustan a la clasificación sísmica de acuerdo con el Código Panameño (REP-2014), estando el sitio en la zona sísmica IV con una probabilidad de no superación de 90 en el período de retorno de 50 años según REP-2014.

El proyecto abarca los componentes necesarios para una adecuada operación de una central termoeléctrica con capacidad de 670 MW a base de gas natural. La central entregará la

electricidad producida, por medio de una subestación tipo GIS (Subestación aislada en Gas) que forma parte del proyecto, a una línea de transmisión nueva que a su vez alimentará al Sistema Interconectado Nacional (SIN). Es importante mencionar que la nueva línea de transmisión no forma parte de este EsIA; de forma similar las obras requerida para el suministro de gas natural a la futura central termoeléctrica. El gas natural provendrá de la terminal de gas Costa Norte, ubicada al Norte del central objeto de esta evaluación, por medio de un gasoducto; sin embargo, las obras relacionadas con el gasoducto contarán con su propio instrumento de gestión ambiental.

**Figura 5-7b**  
**Distribución de componentes en el área del bloque de generación.**



Fuente: Generadora Gatún, S.A.

Las dimensiones de todos los edificios o estructuras que conformarán la central termoeléctrica proporcionarán un espacio adecuado para la instalación segura y el correcto funcionamiento y mantenimiento de la central y el equipo. Los criterios de diseño de los edificios habrán considerado:

- Un diseño consistente y funcional de acuerdo con las condiciones de funcionamiento dentro de los edificios y un ambiente de trabajo cómodo. Asegurarán que los niveles de ruido, vibraciones, temperatura y polvo se mantengan dentro de valores aceptables por la normativa nacional e internacional.
- Los edificios estarán diseñados con el fin de mantener la integridad estructural durante el tiempo de vida útil. Los edificios cumplirán con los requisitos de seguridad y estarán equipados con los dispositivos de seguridad necesarios para permitir la manipulación adecuada de productos químicos, donde esto sea requerido.
- Los edificios estarán diseñados para cumplir con los códigos y normas de incendios aplicables. Se incluyen los requisitos y directrices del "Reglamento para el diseño estructural en la república de Panamá año 2014 (REP-14)".

En líneas generales, los edificios constarán con marcos de hormigón armado o mampostería, o estructuras de acero con revestimiento metálico diseñados para proporcionar soporte para grúas, tuberías y servicios. El viento y otras cargas laterales serán resistidos por los sistemas de refuerzo. Los distintos edificios se ajustarán a un concepto arquitectónico común con el fin de unificar los diversos elementos y serán adecuados para las condiciones de funcionamiento y clima en el sitio. En todos los casos, se pondrá a disposición un acceso adecuado para las actividades de mantenimiento y operaciones, incluidas, entre otras, la retirada del equipo por camión de horquilla o grúa según sea necesario. El diseño hará un uso selectivo de los materiales para producir un concepto industrial agradable en todo el entorno y un entorno de trabajo seguro, duradero y funcional.

Todos los edificios y estructuras del sitio se relacionarán estéticamente y visualmente entre sí mediante el uso de materiales de revestimiento complementarios y un enfoque coordinado de la disposición y los detalles y el color del material. La intrusión visual de elementos por encima de los parapetos del edificio se minimizará, en la medida de lo posible, de conformidad con los requisitos de disposición de las instalaciones.

Cuando proceda, los paneles con persianas laterales de pared lateral serán horizontales, de rejilla continua fija e incluirán todos los acabados, fijaciones y parpadeos, todos fijos de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Las plataformas y pasamanos para la protección contra caídas de cubiertas, entreplantas y otras zonas deberán cumplir los requisitos de la Especificación Técnica de las normas nacionales e internacionales en materia de seguridad.

Todos los edificios estarán provistos de drenaje de techo para la eliminación de aguas pluviales y se conectarán al sistema de drenaje de aguas superficiales de la instalación. Las tuberías de agua de lluvia deberán ser de aluminio o acero al carbono galvanizado, de calibre medio, adecuadas para atornillar roscas de tubería de acuerdo con los códigos y normas aplicables. Las tuberías serán generalmente rectas y se fijarán en las columnas de acero estructural. Se completarán con pliegues adecuados para la conexión a las salidas y al drenaje con soportes para las columnas.

Se contará con instalaciones sanitarias para hombres, mujeres y discapacitados en un número y lugar suficientes para satisfacer los requisitos operativos de la instalación, así como duchas, vestidores. Se proporcionará agua corriente fría y caliente a todos los edificios que lo reapropiados (cuando sea necesario). Los edificios de personal y equipos que así lo requieran tendrán ventilación y/o aire acondicionado instalado.

Las instalaciones contarán con sistema de alarmas contra incendios, detectores de humo, extintores apropiados para el tipo de incendios, señalización de emergencia y otras precauciones de seguridad según lo requiera la normativa. Asimismo, se instalará protección contra rayos, cuando sea necesario.

Los edificios a ser construidos serán los siguientes (aunque no limite a la lista planteada):

1. Edificio principal de Control y Administración
2. Edificio Eléctrico
3. Estructura para la recuperadora de vapor (HSRG) y el condensador
4. Protección de la recuperadora de vapor (HSRG)
5. Planta de Tratamiento de Agua
6. Edificio de Taller y Almacén
7. Edificio de muestreo químico; será una estructura de contenedor prefabricada
8. Estructura de contenedor prefabricada estándar CEMS (Sistema de Monitoreo y Control de Emisiones) ubicada junto a cada pila de la recuperadora de vapor HRSG y cada pila de derivación; alternativamente.
9. Área de almacenamiento de productos químicos adecuada para almacenar productos químicos de la instalación para un suministro de tres (3) meses con contención secundaria y cubierta de dosel
10. Edificio GIS Switchyard para la Subestación
11. Edificio de Residuos Peligrosos;
12. Casa de bombas de agua contra incendios;
13. Garita en la entrada principal de la planta;
14. Casetas de vigilancia para una persona en rincones remotos de la planta;
15. Casa de bombas de entrada de agua de mar;
16. Planta de cloración de entrada de agua de mar;
17. Edificio de la torre de enfriamiento

### **Vías internas**

En vista que la central termoeléctrica es accesible desde una carretera existente (vía al Muelle 16), sólo se requiere construir las vías internas, las cuales se construirán con las características que sean requeridas en cada área de la central termoeléctrica, para el tránsito adecuado de los requisitos operativos, incluidos los camiones de reparto de la planta y el personal operativo dentro de la central eléctrica.

El Contratista construirá caminos permanentes en el sitio o mejorará los caminos existentes de manera que cumplan con la intención del diseño. Todos los caminos de la instalación deberán tener un ancho mínimo de veinte (20) pies (6.1 m), a menos que se especifique o requiera lo contrario, con una base de piedra triturada compactada y una capa de asfalto. El diseño de todos los pavimentos deberá cumplir con los requisitos de la Asociación Estadounidense de Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte (AASHTO) y el Instituto de Asfalto (AI).

Las alineaciones horizontales y verticales de todas las carreteras, áreas de estacionamiento de vehículos y pasarelas se diseñarán para cumplir con los requisitos del tráfico vehicular futuro anticipado, la autoridad local pertinente y las buenas prácticas de la industria. Todas las actividades de entrega, operaciones y mantenimiento anticipadas del equipo de la Instalación se considerarán para determinar los requisitos para el acceso permanente y temporal a la construcción.

Las carreteras de acceso a las instalaciones se diseñarán para acomodar la carga de semirremolques AASHTO HS-20 con impacto agregado. Las áreas de estacionamiento para autos y camiones ligeros solo deben estar diseñadas para carga AASHTO H-10. Los caminos deberán estar diseñados para soportar las cargas máximas de los vehículos que probablemente los usarán durante la construcción y durante la vida útil de la Instalación, incluidos los vehículos articulados, el equipo de manipulación de materiales y los transportadores utilizados para la remoción y reemplazo de equipos importantes.

Todos los materiales utilizados en la construcción permanente deberán ser de buena calidad y el espesor total del pavimento deberá estar diseñado para soportar la construcción y las cargas de tráfico permanente y en ningún caso el espesor no será menor a (350 mm); capa de subbase como espesor mínimo de 200 mm, capa base de espesor mínimo de 100 mm y capa de desgaste (ligante más superficie) como espesor mínimo de 50 mm A menos que se indique lo contrario, cualquier espesor del material descrito significa el espesor después de la compactación.

Adicionalmente se implementarán vías internas de circulación cuyas alineaciones horizontales y verticales, así como las áreas de estacionamiento de vehículos y pasarelas, se diseñarán para

satisfacer los requisitos del tráfico vehicular futuro previsto. Las carreteras estarán diseñadas para soportar las cargas máximas de los vehículos que puedan utilizarlos durante la vida útil de la central termoeléctrica.

Se utilizarán curvas verticales y horizontales adecuadas y líneas de visión para garantizar una carretera segura para los volúmenes de tráfico previstos durante el período de construcción y operación.

Todas las vías internas de circulación tendrán 6 o 4 metros de ancho, estarán conformadas por una base de piedra compactada y triturada, con espesores que se ajustarán a los Códigos y Normas nacionales aplicables. Para la capa de rodamiento se consideran los siguientes tipos de pavimentos:

- Vías de hormigón (principalmente áreas de mantenimiento).
- Vías de grava (principalmente alrededor de tanques de agua y equipos auxiliares).
- Vías verdes (área de vegetación nativa alrededor del edificio de oficinas).
- Vías de asfalto (principalmente estacionamientos).

Abajo se detallan las especificaciones de diseño para estos caminos:

Clase	Descripción de Uso
1	Camino de entrada principal
2	Caminos dentro de la Planta de Generación
3	Caminos en los estacionamientos
3	Caminos a edificios y plantas de tratamiento de aguas
3	Caminos que asisten edificios y garajes
4	Caminos paralelos a casas de bombas de agua y estructuras e generación
4	Caminos dentro de la Subestación

Clase	Total Ancho	Canales		Codos		Velocida de diseño
		No.	Ancho	No.	Ancho	
1	33 feet (10m)	2	11.5 feet (3.5m)	2	5 feet (1.5m)	15 MPH
2	26.6 feet (8.1m)	2	10 feet (3.05m)	2	3.3 feet (1m)	15 MPH

Clase	Total Ancho	Canales		Codos		Velocida de diseño
		No.	Ancho	No.	Ancho	
3	20 feet (6.1m)	2	10 feet (3.05m)	0	0 feet (0m)	15 MPH
4	11.5 feet (3.5m)	1	11.5 feet (3.5m)	0	0 feet (0m)	15 MPH

## Turbinas de Gas y Vapor

La central termoeléctrica contará con 2 turbinas de gas y 1 turbina a vapor encargadas de convertir la energía térmica como producto de un proceso de combustión en energía mecánica rotacional, la cual a su vez es transformada en energía eléctrica por el generador eléctrico. Las turbinas de gas serán alimentadas desde tanques de almacenamiento de gas natural con capacidad adecuada para garantizar el funcionamiento continuo de la central, y acorde a la capacidad de suministro de la Terminal de Gas Costa Norte. La turbina de gas incluirá los siguientes elementos:

- Recinto acústico para la turbina y bloque térmico de turbina de gas: incluyendo carcasas inferiores, carcasas superiores, rotor soldado con palas de turbina y compresor.
- Sistema de filtración de entrada de aire y difusor de escape.
- Equipos de monitoreo y módulo de control de gas combustible.
- Módulo de Fuel Oil /NOx agua.
- Sistema de drenaje de líquidos.
- Módulos auxiliar y sistema de detección de gases.
- Tuberías, plataformas y escaleras.
- Generadores, equipos eléctricos y de control, transformadores y sistema de protección de componentes eléctricos.
- Sistema de manejo del aceite lubricante/hidráulico.
- Sistemas de detección y protección contra incendios.
- Aislamiento térmico y cerramientos acústicos.
- Sistemas de detección y monitorización de vibraciones y temperaturas (refrigeración).

- Instrumentación y sistema para arranque, monitoreo y control.

La siguiente composición del gas natural se ha utilizado como base para el diseño de los componentes del proyecto relacionados con su manejo:

**Tabla 5-11**  
**Composición del Gas Natural de Diseño**

Componente de Análisis	Porcentaje
C6	0.0044
Propano	0.3256
I Butano	0.0271
N Butano	0.0271
Iso Pentano	0.0199
N Pentano	0.0037
Metano	96.933
N2	0.0608
O2	0.0000
CO2	0.0000
Etano	2.5979
<b>Total</b>	<b>100</b>
Poder Calorífico (HHV)	1002.8 BTU/SCF

Fuente: Generadora Gatún, S.A.

### **Generador de vapor de recuperación de calor (HRSG):**

El generador de vapor de recuperación de calor (HRSG) proporciona el enlace termodinámico entre las turbinas de gas y las turbinas de vapor en una central de ciclo combinado. En líneas generales es una caldera de vapor de alta eficiencia que recupera los gases calientes de la turbina de gas, para a su vez generar vapor y enviarlo a las turbinas a vapor. Este sistema es capaz de generar vapor a diferentes niveles de presión según los requisitos del proceso. El vapor es generado a través del calentamiento de agua de mar.

Se implementarán dos unidades HRSG de acero estructural, tendrán diseño de carcasa fría con circulación natural y estarán diseñados para condiciones al aire libre, de acuerdo con las especificaciones de la última versión del Código ASME Sección I, y contarán con escaleras y plataformas de acceso. Los componentes que conforman este sistema incluyen: tambores de vapor de baja, media y alta presión, separadores de humedad, superficies de calefacción, instrumentación, válvulas, sistema de drenajes, sistema de soplado, pila de calderas, aislamiento interno y un sistema de monitoreo de emisiones

La instrumentación permitirá el encendido, operación y control de la unidad HRSG automáticamente desde la sala de control de forma segura. Todas las señales, que sirven como protección del HRSG, contarán con sistemas redundantes.

Se proporcionará un Sistema de Monitoreo y Control de Emisiones (CEMS) para monitorear las emisiones de todas las chimeneas principales y de derivación. El sistema de control directo (DCS) emitirá una señal cableada al PLC CEMS para indicar qué pila está en uso. Se proporcionará equipo CEMS separado para cada tren Turbina de Gas / HRSG y su pila de derivación asociada. Como mínimo, el equipo CEMS para cada tren Turbina de Gas / HRSG deberá estar ubicado en su propio recinto.

El CEMS se instalará en cada HRSG para medir las emisiones y confirmar que el equipo cumple con los requisitos del permiso de aire, incluidos todos los códigos aplicables y los requisitos de monitoreo ambiental del Banco Mundial y los Principios del Ecuador. El CEMS ((Sistema de Monitoreo y Control de Emisiones) también proporcionará la información requerida para informar a las agencias reguladoras.

## **Turbina de Vapor**

El generador o turbina de vapor tiene como función utilizar la energía térmica del vapor generado en las calderas del HRSG, para la generación de energía rotacional a ser transmitida a los generadores. El vapor utilizado es enviado de vuelta a las calderas del HRSG para su

recaleamiento, y luego de vuelta a la turbina de vapor para un nuevo aprovechamiento y generación de energía.

El generador de turbina de vapor será de diseño de carcasa múltiple, con tres niveles de presión (alta, intermedia y baja), con sistema de recalentamiento de escape lateral para el uso con un condensador de superficie, diseñado para condensar el vapor de escape recibido de la turbina de vapor y luego bombear de regreso el agua condensada resultante, de nuevo al sistema de ciclo de vapor. La turbina de vapor estará acoplada al generador 60 Hz. La turbina de vapor y sus auxiliares se encuentran dentro de recintos diseñados para la instalación al aire libre. El sistema de turbinas de vapor incluirá los siguientes elementos adicionales: condensador, válvulas de parada y control de alta, media y baja presión, sistema de drenaje, aislamiento térmico, carcasa para instalación al aire libre, sistema de aceite lubricante y control, sistema de detección y protección contra incendios, sistema de detección y monitorización de vibraciones, instrumentación para monitoreo y control, sistema de protección del generador, módulos eléctricos y de control.

### **Sistema de Viento de Gas**

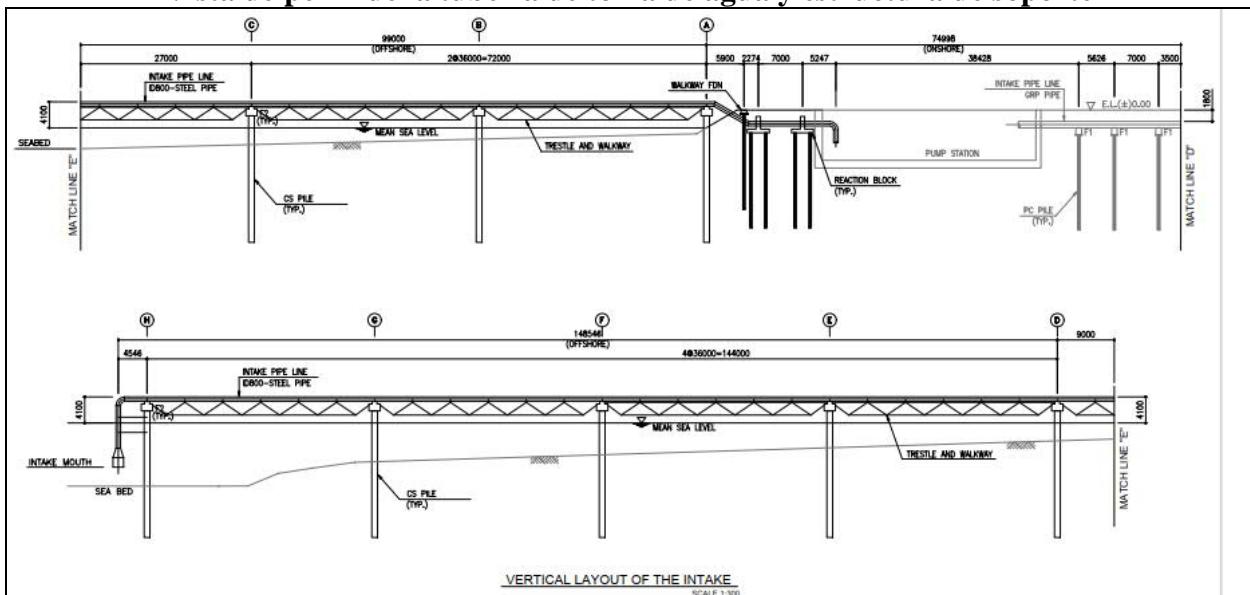
Los gases no condensables generados en el proceso de generación eléctrica se recogen finalmente en los enfriadores de aire incorporados al condensador. A partir de aquí, una unidad eyectora de dos etapas los extrae continuamente. Se utiliza un eyector de acaparamiento de una sola etapa para la evacuación de gas en el arranque de la planta. La mezcla aire-vapor del equipo de acaparamiento se descarga a la atmósfera a través de un silenciador. También el vapor móvil para todo el eyector de acaparamiento se toma de la línea de vapor de recalentamiento frío. Las válvulas de control son necesarias para regular la presión de vapor móvil al valor requerido.

### **Sistema de Toma de Agua de Mar**

El agua cruda necesaria para el ciclo de vapor y los usos generales (agua de servicio, sistema de lucha contra incendios, para la planta desmineralizadora, entre otros) se obtendrá por medio de una toma desde la bahía Limón.

Desde el área de bombas ubicada en la zona litoral, la tubería para la toma de agua se extiende 275 m en dirección Noroeste en la bahía Limón, estando el punto de descarga en las coordenadas UTM (WGS 84) 619174.778 Este y 1032095.758 Norte. La tubería será de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) apoyada en el tramo marino sobre un pantalán de las dimensiones mínimas necesarias para mantener la tubería elevada sobre el nivel del mar y con las condiciones para el acceso peatonal. La tubería estará equipada con una campana de captación sumergida y sistema de filtrado para retener y extraer las partículas sólidas de gran tamaño que pudieran ser arrastradas por la succión. El sistema funcionará mediante un sistema de sifón con las bombas de succión ubicadas en la zona terrestre, desde donde la tubería continuará a nivel del suelo, hasta distribuir el agua entre la torre de enfriamiento y la planta desalinizadora.

**Figura 5-8**  
Vista de perfil de la tubería de toma de agua y estructura de soporte



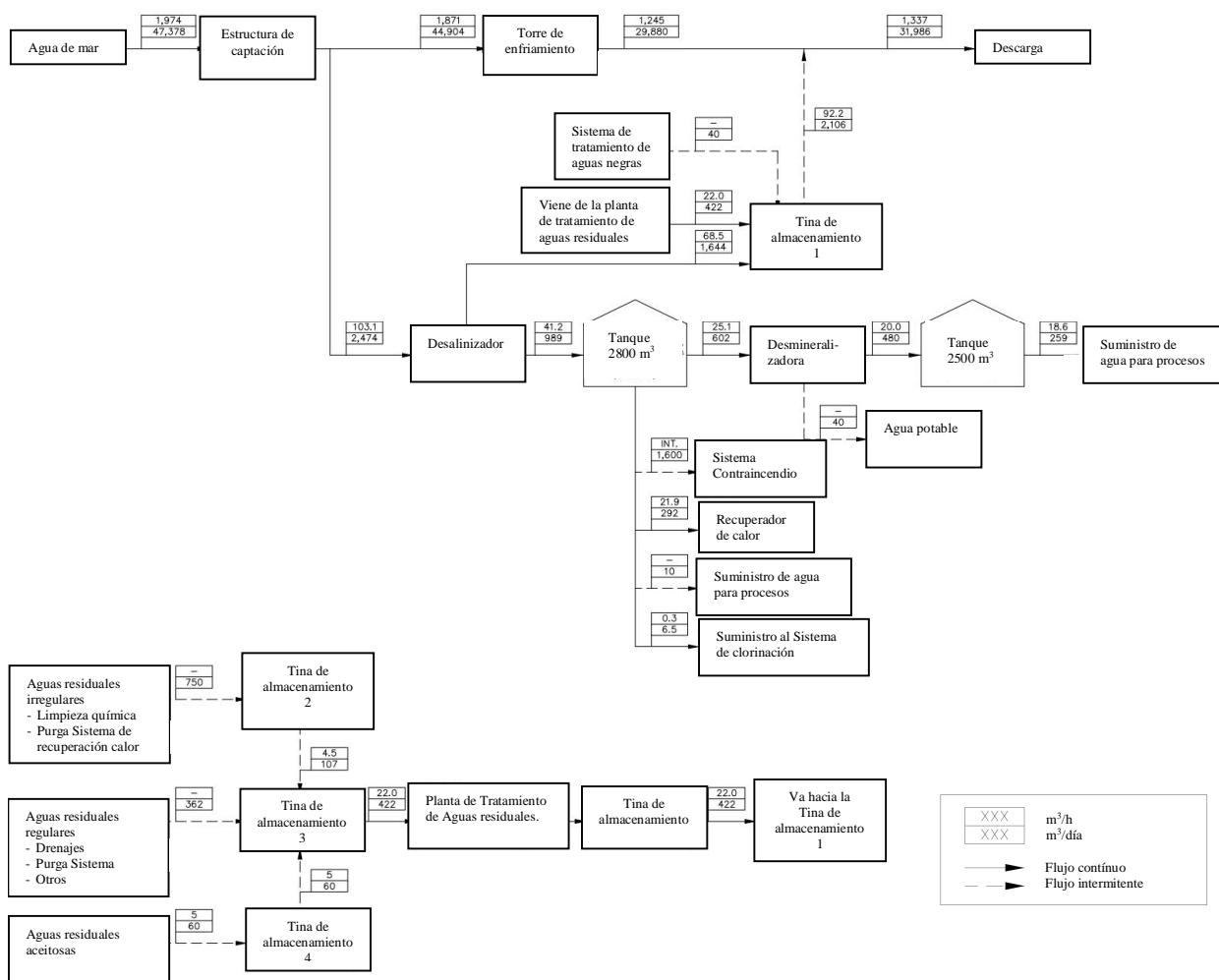
Fuente: Generadora Gatún, S.A.

El agua es bombeada por medio de dos bombas, filtrada para eliminar residuos sólidos y conducida a una planta desmineralizadora para posteriormente ser almacenada en tanques de agua dependiendo de su uso final, por una parte es enviada al tanque del sistema contra incendios (diseñado para un suministro de dos horas y sólo para la lucha contra incendios), y además es enviada a la central termoeléctrica como agua de servicio a través de bombas de agua de servicio distribuyéndose a los diversos sistemas distribución para su uso como agua de lavado, en el

sistema de enfriamiento de las turbinas, alimentación del economizador, el supercalentador, los tambores de alta, media y baja presión. Para un adecuado uso del agua, una vez desmineralizada, se incluye un sistema de inyección química para evitar la deposición de sólidos, la corrosión y la acumulación biológica en el sistema.

En la etapa de operación se estima un consumo total de agua de mar de aproximadamente 1,974 m<sup>3</sup>/h y 2,094 m<sup>3</sup>/h, cuando la central esté operando con gas natural o diésel, respectivamente. En la Figura 5-9 se observa un balance de agua indicando el manejo de esta, bajo condiciones de funcionamiento con gas natural.

**Figura 5-9**  
**Balance de agua**



Fuente: Generadora Gatún, S.A.

El agua de mar, antes de alimentar el sistema de refrigeración pudiera pasar a través de un sistema de calentador en caso de ser necesario. El equipo de filtración de ingesta de agua de mar se considera instalado en la cuenca de captación de agua de mar.

La ubicación de las tuberías de toma y descarga de agua de mar serán diseñadas de tal manera de cumplir con lo establecido en los criterios de diseño de la planta.

El sistema funcionará como sistema de circulación cerrada, que consiste en una distribución de agua de tipo anillo, para suministrar agua de refrigeración a una variedad de enfriadores e intercambiadores de calor auxiliares, con un sistema de recuperación de calor y recirculación del agua, para reducir el volumen de descargas y los requerimientos de agua del proyecto.

### **Sistema de Descarga**

La central termoeléctrica contará con un sistema de descarga conformado por un emisario submarino. Dicha tubería pasa por un área de bombas en la sección costera y posteriormente continúa inicialmente de forma soterrada bajo por aproximadamente 279 metros y en su sección final, estará elevada 0.25 metros sobre el lecho marino aproximadamente en las coordenadas UTM (WGS 84) 619136.922 Este y 1032037.604 Norte.

### **Sistema de Agua Potable**

El agua de tratamiento de agua y de uso doméstico de la central termoeléctrica se suministrará desde la planta desalinizadora y desmineralizadora a ser instalada como parte del proyecto, la cual será alimentada con agua proveniente de la bahía Limón, luego de haber sido sometida a un tratamiento (ver Figura 5-9 Balance de agua, previamente presentada). Adicionalmente se contará con suministro de agua potable por medio de garrafones y enfriadores para los trabajadores.

## **Planta Desalinizadora y Desmineralizadora**

El proyecto contará con una planta desmineralizadora que consistirá en una fase de ósmosis inversa y una fase de electrodeionización con una producción de agua estimada de 41.2 m<sup>3</sup>/h y una capacidad de recuperación de 85 a 90%. El agua tratada será conducida a un tanque de almacenamiento de 2,800 m<sup>3</sup>. La planta incluirá todos los equipos y componentes, tuberías, válvulas, sistema eléctrico, instrumentación y control, accesorios y soportes, necesarios para proporcionar la cantidad y calidad de agua requerida. El tanque de desmineralización alimentará los requisitos de otros sistemas entre ellos: sistema contra incendio, enfriamiento, agua de servicio para la planta y aproximadamente 25.1 m<sup>3</sup>/h son conducidos a la planta desalinizadora.

La planta desalinizadora estará compuesta por tres etapas conformadas por una unidad de flotación de aire disuelto, una unidad de ultrafiltración y una unidad de ósmosis inversa con una recuperación del 45%. El agua tratada es conducida, en cierta proporción a la planta potabilizadora, pero la mayor parte del agua es enviada a un tanque de almacenamiento de 2500 m<sup>3</sup>, desde el cual el agua es enviada a la central termoeléctrica para los requerimientos de los sistemas operativos.

## **Sistema de Refrigeración**

La central termoeléctrica contará con un sistema de refrigeración principal y uno auxiliar. El sistema principal de agua de refrigeración estará localizado en la torre de refrigeración y contará con un sistema de filtración previo, dos bombas de agua de circulación de tipo turbina vertical, que envían el agua de refrigeración al condensador. El agua circulante se devuelve a la parte superior de los canales de distribución en la torre de enfriamiento.

El sistema principal de agua de enfriamiento consiste en un equipo de Torre de Enfriamiento y bombas de circulación de agua (2x50%), que envían el agua de enfriamiento al condensador.

El agua de enfriamiento circulante es proporcionada por dos (2) bombas de agua de circulación de tipo turbina vertical de pozo húmedo x 50% de capacidad ubicadas en el depósito de la torre

de enfriamiento. Se incluye un sistema de filtración de bombas de agua de refrigeración principal. Las bombas de agua de circulación descargan agua de refrigeración al condensador de superficie. Luego, el agua circulante se devuelve a la parte superior de los canales de distribución en la torre.

Se dosifican antiincrustantes, hipoclorito y ácido sulfúrico en el depósito para evitar incrustaciones y acumulación biológica en el sistema. La boquilla de descarga de las bombas está conectada a la tubería de descarga por medio de una junta de expansión para reducir la tensión en la tubería, así como con válvulas de mariposa para el aislamiento del equipo; Los transmisores de presión se suministran aguas abajo de las bombas para controlar la altura de las bombas.

La tubería de agua de PRFV de circulación principal transporta agua de mar desde la estación de bombeo hasta la entrada del condensador. El llenado de las tuberías se realiza mediante la bomba abierta del sistema de agua de refrigeración

Se incluye un sistema de dosificación de antiescalante, hipoclorito y ácido sulfúrico para evitar la deposición de sólidos, la corrosión y la acumulación biológica en el sistema, así como componentes auxiliares tipo juntas de expansión para reducir la tensión en la tubería, válvulas de mariposa para el aislamiento del equipo, tuberías de conducción, transmisores de presión para monitorear el cabezal de las bombas. El condensador es sometido a una limpieza periódica de sus tubos para mejorar su eficiencia térmica, reducir la pérdida de presión a través del condensador aumentando el flujo circulante, así como disminuir la presión del condensador lo que mejora la salida de la turbina de vapor.

La torre de refrigeración será del tipo húmedo de contra flujo, en la cual el aire se introduce a la verticalmente desde la parte inferior de la torre, de tal manera que viaja contra la corriente de agua y se descarga en la atmósfera a alta velocidad en la parte alta de torre.

La estructura de la torre será un bastidor atornillado fabricado en perfiles de plástico reforzado con fibra de vidrio, adecuados para soportar el agua de mar. Los componentes estarán diseñados siguiendo los principales códigos y estándares internacionales. La torre estará provista de un revestimiento externo de plástico reforzado con fibra de vidrio es altamente resistente a la

corrosión y la intemperie. Dicha torre tendrá las siguientes dimensiones aproximadas: 18 m de ancho, 147 m de largo y 13 metros de alto con una capacidad de enfriamiento de 35,300 m<sup>3</sup>/h.

La planta incluirá un sistema de refrigeración auxiliar, para casos de emergencia en los cuales el sistema principal presente fallas o requiera un mantenimiento. Este sistema contará con una bomba que permitirá el suministro completo a los intercambiadores de calor.

Como parte de su operación recurrente y en atención a los niveles de generación, el sistema puede causar la presencia permanente de una nube de vapor de agua de color blanco como la resaltada en la figura 5-10 como referencia, la cual puede ajustarse conforme al diseño final.

**Figura 5-10**  
**Vista de la nube de vapor**



Fuente: Generadora Gatún, S.A.

### **Sistema de Aire Comprimido**

La función principal del sistema de aire comprimido es tomar aire del medio ambiente, tratarlo adecuadamente y distribuirlo a través de la planta, cubriendo las necesidades de instrumentos y aire de servicio. Para esto se contará con dos compresores de aire, tanques de presurizado para absorber las variaciones de presión. El aire se tratará mediante secadores y filtros en los instrumentos que requieran este pretratamiento. En caso de que haya una caída de presión en el sistema de aire del instrumento, una línea de interconexión alimentará el sistema temporalmente con aire de servicio.

## **Sistema de Protección Contra Incendios**

La función principal del sistema de protección contra incendios es distribuir el agua para control del fuego al anillo principal del sistema, proporcionar detección analógica y direccionable y alarma de los incidentes de incendio de la planta.

El alcance del suministro del sistema principal de protección contra incendios incluye la conexión a los tanques de agua contra incendios, las bocas de riego necesarias que rodearán la planta, las estaciones de carrete de manguera, todos los sistemas de extinción y los sistemas de detección y alarma para la central eléctrica. Aparte de esto, un sistema de bombeo de agua alimentará el sistema de protección contra incendios con agua que constará de dos bombas de suministro de agua contra incendio, una accionada por motor eléctrico y una accionada por motor diésel, y una bomba para el mantenimiento de la presión en el sistema.

En resumen, la instalación debe estar protegida contra incendios mediante una combinación de los siguientes sistemas de supresión:

- i. Sistema de hidrantes de la instalación;
- ii. Estaciones de manguera
- iii. Sistemas de agua pulverizada, que incluyen:
- iv. Sistemas de pre-acción;
- v. Sistemas de rociadores de tubería húmeda; y
- vi. Sistemas de diluvio.
- vii. Sistema (s) de protección contra incendios gaseosos que incluyen, entre otros, CO2, NOVEC, FM200;
- viii. Sistema de contención y drenaje
- ix. Espuma contra incendios para el (los) tanque (s) de almacenamiento de fueloil; y
- X. Extintores portátiles y móviles.

Todo el sistema de detección y protección contra incendios, incluidos todos los componentes, materiales, instalación y pruebas, se diseñará de acuerdo con la última edición de los siguientes códigos y normas:

- i. Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) que incluye, entre otros, NFPA 850 y NFPA 101.
- ii. Hojas de datos de prevención de pérdidas de propiedad global de Factory Mutual (FM)
- iii. Underwriters Laboratories (UL)
- iv. Todas las reglas y regulaciones locales aplicables. El sistema se modificará e incluirá cualquier instalación adicional requerida por el Oficial de Bomberos local como parte del alcance del sistema de extinción de incendios.

La funcionalidad del sistema y los caudales se probarán mediante pruebas in situ. El agua para la protección contra incendios debe ser agua tratada suministrada desde el suministro de agua de servicio de la planta de tratamiento de agua. Se debe proporcionar un sistema de suministro y distribución de agua confiable y adecuado para la extinción de incendios, según se documente mediante análisis apropiados. Los sistemas de suministro de agua de protección contra incendios proporcionarán un suministro de agua ininterrumpido cuando ambas unidades estén deshidratadas.

El suministro de agua debe estar diseñado para cumplir con las siguientes demandas combinadas durante un período no menor de dos horas: 1) la mayor demanda del sistema de extinción de incendios único o cualquier demanda del sistema fijo de extinción de incendios que se pueda esperar razonablemente que opere simultáneamente durante un solo evento; lo que sea mayor 2) 500 galones por minuto (gpm) para chorros de manguera contra incendios; y 3) demandas domésticas y de proceso ininterrumpidas

El proyecto contará un tanque de almacenamiento de agua de servicio combinado / agua contra incendios diseñado de acuerdo con NFPA 22. El tanque se compartirá con el sistema de agua contra incendios tratada de la instalación de GNL. El contratista proporcionará las boquillas del tanque y extenderá la tubería de succión hasta el punto de interfaz para las bombas de agua

contra incendios de la instalación de GNL. El tanque deberá tener una capacidad mínima de 500,000 galones (1,900 m<sup>3</sup>) y un tamaño para dos (2) horas de agua contra incendios según las demandas del párrafo anterior. Un flujo mínimo de la mayor demanda de la planta de energía más una tolerancia de manguera de 1,890 L / min (500 gpm) y demanda de agua contra incendios de la instalación de GNL. El contratista se asegurará de que el agua de protección contra incendios se pueda reponer en un período de ocho (8) horas. Se debe proporcionar una tubería vertical o una disposición similar dentro del tanque para dedicar el suministro de agua de protección contra incendios calculado para uso exclusivo de protección contra incendios.

### **Sistema de Combustible Líquido (diésel).**

En la central se instalará un sistema de suministro de combustible líquido (diésel) que contará con equipos de almacenamiento y entrega, para enviar el combustible a las turbinas de gas, como combustible alternativo y de respaldo al gas natural. El sistema comprende las estaciones de descarga de camiones con bombas de descarga de combustible, tuberías, tanques de almacenamiento para el suministro continuo de combustible a las turbinas por siete días.

El combustible líquido se suministrará a la planta por medio de una estación de descarga desde camiones cisterna, que estará ubicada dentro del polígono del proyecto, la cual contará con tres bombas de descarga, dos tanques de almacenamiento con un volumen de 9,600 m<sup>3</sup> cada uno, un colador, una estación de control de presión y un medidor de flujo de combustible. Incluirá un sistema de tratamiento del combustible con el fin de preservar las características del mismo en los tanques de almacenamiento, aunque se requerirá tomar muestras frecuentes del tanque con el fin de detectar oportunamente cualquier necesidad de inyección química para preservar las condiciones de diseño.

### **Sistema de Instrumentación y Control**

El Sistema de Control Distribuido (DCS) es el principal sistema de instrumentación y control para la central termoeléctrica. El DCS es un sistema electrónico en tiempo real que proporciona operación automática, control, monitoreo y tendencias de datos y registro de los procesos de la

central desde la sala central de control principal de la planta. El concepto de automatización y operación de la planta se diseñará de manera que la operación, incluidas las puestas en marcha y los cierres en caliente, se realice minimizando las acciones manuales del operador.

El DCS está diseñado de tal manera que todas las acciones regulares de control y operación (arranque, apagado, operación estable y cambios de carga), se realizan automáticamente desde la Sala de Control Central a través de terminales de operador del DCS. Todo el proceso y el estado de la planta pueden ser monitoreados desde la sala de control, de modo que el operador será consciente en cualquier momento de cualquier perturbación o transitorio que ocurra en la planta. El operador también puede tomar el control manual del proceso o modificar los puntos de ajuste de los controladores de bucle cerrado de ser requerido, sin ninguna perturbación si más tarde se retorna al modo automático. Los siguientes sistemas primarios, en general, deben ser controlados y monitoreados directamente a través del DCS:

- Sistemas de alimentación y derivación de vapor.
- Sistema de drenajes y respiraderos.
- Sistema principal y auxiliar de refrigeración.
- Sistema de soplado y alimentación de agua del HRSG.
- Sistema de tratamiento y distribución de agua desmineralizada.
- Sistema de muestreo.
- Sistema de dosificación química.
- Sistema de suministro de gas.
- Sistema de suministro de combustible líquido (diésel).
- Sistemas eléctricos.

Se dispondrá de un conjunto de pantallas gráficas basadas en procesos para la central eléctrica. Estas pantallas y placas frontales permiten al operador supervisar y manipular variables de control de procesos, así como realizar tareas como dispositivos operativos, bucles de ajuste, respuesta a alarmas o cambiar puntos de ajuste. Las principales piezas de equipamiento de la

central termoeléctrica, como son las turbinas de gas, el HRSG y turbinas de vapor, tendrán sus propios sistemas de protección.

La redundancia es un concepto aplicado a los siguientes elementos del DCS: fuentes de alimentación que incluyen su cableado interno, CPU, buses de comunicación e interruptores y equipos de red, entre otros. Estos elementos son incluidos con duplicados y redundantes (tolerancia completa), de modo que una sola falla nunca causará un cierre de la planta o la reducción de la generación eléctrica. El DCS arrojará, entre otra información, lo siguiente:

- Secuencias automáticas de arranque y apagado.
- Horas de funcionamiento de las bombas y motores (parcial y total).
- Funcionamiento de sistemas eléctricos, que muestran la topología, las mediciones de corriente y tensión, los ajustes y las alarmas.
- Supervisión del rendimiento de la planta.
- Información de interruptores eléctricos, bombas y turbinas.
- Alarmas y circuito cerrado de televisión.
- Protecciones Eléctricas accionadas de equipos principales (transformadores).
- Activación de pulsadores de emergencia.

El alcance general de los sistemas de instrumentación y control será el siguiente:

- Sistema de control y protección de turbinas de gas.
- Sistema de control y protección de turbinas de vapor.
- Equipo de detección de vibración.
- Equipo e instrumentación de campo necesarios, convertidores de fibra óptica, cajas de conexiones y bandejas.
- Analizadores para el ciclo del agua de vapor.
- Un servidor y un administrador de dispositivos de campo.
- Estaciones de trabajo para supervisión y mobiliario en general.
- Gabinetes de conexiones (tipo *marshalling*).

- Instrumentación de campo.
- Analizadores de gases de combustión.
- Pantallas de visualización en puntos de control (supervisión completa).

## Sistema de Generación Eléctrica

El sistema de generación de energía eléctrica de la planta involucra los siguientes componentes principales: generadores, transformadores elevadores del generador y las barras de fase aislada. Además, se requiere equipo auxiliar eléctrico para diferentes operaciones como funciones de protección con el fin de permitir un funcionamiento seguro y confiable del equipo. Estos componentes se describirán a continuación

Las principales características de los generadores se pueden resumir de la siguiente forma:

- Trifásico, 60 Hz, turbogenerador de dos polos
- Diseño de acuerdo con las últimas recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (*International Electrotechnical Commission* o IEC).
- Limpieza fácil de los tubos del intercambiador de calor
- Factor de potencia será de 0,85 *lagging* y 0,95 *leading*.

Se contará con un transformador por cada generador (tres en total), para conectar la planta de energía de ciclo combinado a la red, a través de la subestación. Los transformadores serán de tres fases, de 60 Hz, sumergidos en aceite y cambiador de tomas en carga. Los transformadores se utilizarán para aumentar la tensión de generación y convertirla a la tensión de la red eléctrica nacional (230 kV). La potencia de cada transformador se definirá durante la ejecución del proyecto dimensionando los transformadores a una temperatura ambiente de 35 °C. El transformador tendrá un tanque conservador cuya función es absorber la expansión y contracción del aceite utilizado como refrigerante y aislante, debido al calentamiento y enfriamiento que se producen durante diferentes condiciones de temperatura ambiente y factores de carga.

Para garantizar el correcto funcionamiento del transformador, el aceite debe mantenerse en un estado de pureza extrema, ya que de lo contrario sus propiedades dieléctricas se ven afectadas. Los factores que influyen en la pérdida dieléctrica del aceite son el contenido de humedad y las partículas insolubles. La humedad afecta al aceite descomponerlo y causar lodos conductores, aumentando el riesgo de que se produzcan defectos internos (cortocircuitos) en el transformador.

Para evitar que la humedad penetre en el tanque de aceite y la contaminación del aceite, los transformadores tendrán un secador de aire de gel de sílice. Este secador permite cambios en el volumen de aceite en el tanque de expansión permitiendo la entrada y salida de aire perfectamente seco. Adicionalmente, el transformador incluirá un sistema de refrigeración para capaz de evacuar la potencia máxima activa generada por el generador al factor de potencia nominal. Habrá dos fuentes de alimentación auxiliares para refrigeración, control de calefacción e iluminación, utilizando suministro de tres fases. Estas fuentes de alimentación serán redundantes, una como fuente principal y la segunda como reserva. El transformador, con el fin de detectar y prevenir posibles daños, tendrá una serie de dispositivos e instrumentos cuya función es supervisar el funcionamiento del transformador. La planta incluirá transformadores auxiliares de 19/6.9 kV con bobinados de tipo trifásico.

Las salidas del generador están conectadas por barras de bus de fase aislada a los transformadores elevadores del generador. Las barras de bus de fase aislada consisten en conductores de aluminio de alta conductividad, montados en aislantes de línea protegidos por recintos cilíndricos de lámina de aluminio de alta conductividad. Este diseño reduce la intensidad de los campos magnéticos fuera del recinto, dejando que las corrientes inducidas fluyan a través de los recintos. Los recintos se conectan a la red de puesta a tierra principal de la planta termoeléctrica.

En la planta pueden distinguirse dos sistemas para la distribución de energía. El sistema de media tensión constituye el primer nivel en la distribución, suministrando energía a motores de media tensión ( $>240$  kV) y transformadores de media y baja tensión. El sistema de baja tensión será un sistema de tres fases de 480/277V, 60 Hz y se alimentará desde el sistema de media tensión a través de los transformadores de media y baja tensión. Adicionalmente, la planta contará con

generadores diésel de emergencia para llevar la planta al estado de apagado seguro en caso de presentarse contingencias con la distribución de energía.

La estación generadora de la planta termoeléctrica incluirá una subestación que se conectará a una línea de transmisión nueva que no forma parte del presente documento, para el envío de la energía generada al Sistema Interconectado Nacional (SIN). El patio de conmutación de 230 kV se ubicará cerca del límite del perímetro de la planta.

### **Sistema de Iluminación**

El sistema de iluminación garantizará los niveles de iluminación ideales para las diferentes áreas de instalaciones, estableciendo el mejor tipo de iluminación para cada zona, con el fin de llevar a cabo las tareas necesarias dentro del recinto de la central eléctrica. Se colocarán luminarias de bajo consumo como requerimiento técnico a lo largo del complejo. El nivel de iluminación se mantendrá en 10 Lux y también se alcanza la relación de nivel de lux mínimo a medio.

La iluminación para las áreas exteriores de las instalaciones será proporcionada por luminarias de sodio HP. Las luminarias se montarán en postes de acero galvanizado en caliente o de aluminio. Se montarán accesorios de iluminación de área adicionales en equipos, edificios y estructuras, donde sea requerido. Las luminarias de las vías serán controladas por células fotoeléctricas.

### **Sistema de Puesta a Tierra**

Los criterios básicos para el diseño de la instalación en tierra serán el control del potencial en el suelo. La rejilla de tierra enterrada consistirá en cable de cobre desnudo. Las conexiones de rejilla enterradas serán unidas mediante procedimiento de soldadura de tipo Cadweld. La rejilla enterrada puede tener varillas, si se considera necesario, para obtener un valor aceptable en la resistencia al suelo y minimizar los voltajes de paso y contacto. Las varillas serán de cobre o acero.

Todos los equipos del sistema de control e instrumentación se pondrán a tierra de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Los siguientes equipos y estructuras se conectarán a tierra en al menos dos puntos:

- Carcasas metálicas o carcasas de equipos.
- Estructuras de edificios en los cimientos (cada dos columnas) y en los pisos con un anillo fijo.
- Cercas perimetrales y objetos metálicos.

Todas las instalaciones, edificios o estructuras situados al aire libre estarán sujetos a posibles descargas atmosféricas. Se considerarán puntos de captura, conductores protectores, sistemas de drenaje y descargas verticales que estarán interconectados. Se utilizará un mínimo de dos descargas por edificio, preferentemente en las esquinas y no superior a 30 m entre descargas. Los conductores serán de cobre desnudo, dureza media y trenzado.

## **Enrutamiento de Cables**

Cada tipo de cable se colocará en diferentes canales según el servicio que realice. Los bastidores de cable serán del tipo escalera, construido de placa de acero laminado en frío, galvanizado en caliente. Se estudiará la ubicación de las bandejas evitando posibles fugas de sustancias nocivas, convenientemente separadas de fuentes de calor o áreas donde se podrían proyectar líquidos.

Para proteger los cables del deterioro del envejecimiento, los bastidores se desmontan hasta los conductos metálicos de tipo conducto del equipo se utilizarán con la sección adecuada. El uso de codos en los cambios de dirección no será necesario, excepto en aquellos casos en los que exista riesgo de daños a los cables, debido a agentes externos.

Un conductor de puesta a tierra de cobre desnudo correrá a lo largo del exterior de todo el sistema de bandeja de cables y se conectarán mecánicamente a cada sección de la bandeja y a intervalos hacia abajo a la rejilla de tierra de la estación con el fin de mantener un camino de tierra continuo.

Los conductos se utilizan para proteger los conductores a dispositivos individuales, en áreas peligrosas y donde la cantidad de cable no justifica económicamente el uso de la bandeja de cables. Los conductos serán de tipo rígido excepto los conductos de PVC para la iluminación de la carretera, bancos de conductos, y para algunos conductos de hormigón de grado inferior y los bancos de conductos subterráneos se pueden utilizar para el cableado enrulado entre edificios y otras áreas remotas según sea necesario. Los cables estarán protegidos por tubos de plástico corrugado.

#### Subestación Eléctrica:

La estación generadora se conectará a la red de transmisión a través de un patio de distribución de interconexión aislado en gas (GIS) de 230 kV. Cada unidad generadora está conectada al patio de distribución de interconexión GIS mediante una línea aérea de transmisión o cables aislados de AT desde los transformadores de potencia principales GSU hasta el patio de distribución de interconexión GIS con aislamiento de gas ubicado adyacente a la estación generadora. Hay dos líneas aéreas de transmisión de 230 kV que conectan el patio de distribución de interconexión GIS a la red de transmisión. El GIS deberá contar con suficiente gas hexafluoruro de azufre (SF6) nuevo para llenar y presurizar el GIS completo a la densidad nominal.

El patio de distribución de interconexión GIS de 230 kV será una configuración de esquema de interruptor y medio.

La protección y el control del patio de interconexión de 230 kV deberá interactuar tanto con las unidades generadoras como con la red de transmisión. El diseño deberá cumplir con todos los requisitos de interconexión a la red de transporte.

#### A continuación, algunas especificaciones técnicas:

**Detalles del sistema**

a. Voltaje nominal	230 kV
b. Voltaje derateado	245 kV
c. Frecuencia del sistema	60 Hz
d. Sistema de Puesta a Tierra	Solid

**Aisladores**

a. Material	Porcelana
b. Factor de seguridad	3

**Distancias Mínimas**

a. Entre Metal y Tierra	2.2 metros
b. Entre metal de las diferentes fases	2.65 metros
c. De la Base al Aislamiento	3.0 metros

**5.5.2 Equipo a Utilizar**

Durante la etapa de construcción se utilizará equipo típico de la construcción de obras civiles y de montaje electromecánico. Para la operación se contará con equipo específico para la generación de energía eléctrica. Entre los principales equipos requeridos durante la construcción se tiene equipo liviano y pesado como, vehículos, winches, motoniveladoras, retroexcavadoras, bulldozers, grúas tipo pluma, tecles, barcazas tipo grúa, etc. La Tabla 5-12 presenta el detalle preliminar de maquinaria y equipo requerido durante la construcción para las diferentes actividades del proyecto.

**Tabla 5-12**  
**Detalle de Equipos y Maquinarias durante la Construcción**

Descripción	Total
Camión de 3 Ton. / Tractor Agrícola con remolque	20
Compactadora	8
Taladros para perforación de pilotes	9
Retroexcavadora / Excavadora	14
Volquete	18
Generador	9
Compresor	6
Equipo de soldadura y control de calidad de soldadura	60
Bombas	24
Freno de cable	8
Hallador de cable	8

Descripción	Total
Grúas Tipo Pluma	7
Camión Grúa	10
Barcazas tipo grúa	3
Grúas de 10 tons / 18 tons	8
Tecles y herramientas varias	---

Fuente: Generadora Gatún, S.A.

Durante la operación los principales equipos corresponden a la Tabla 5-13:

**Tabla 5-13**  
**Detalle de Equipos y Maquinarias durante la Operación**

Descripción	Total
Bombas de proceso	28
Compresores	10
Generador de emergencia	3
Turbina a Gas	6
Generador de Vapor por Recuperación de Calor	6
Turbina a Vapor	2
Generador	8
Condensador	2
Equipos de izaje	8
Transformadores principales	8
Bombas y filtros de agua de mar	4

Fuente: Generadora Gatún, S.A.

## 5.6 Necesidades de Insumos Durante la Construcción/Ejecución y Operación

En la Tabla 5-14 y 5-15 se listan los principales materiales e insumos a ser utilizados durante la etapa de construcción y operación de este proyecto.

**Tabla 5-14**  
**Insumos Requeridos Durante la Construcción/Ejecución**

Descripción
• Barras de acero para el refuerzo de las estructuras
• Tendones de acero para los elementos estructurales postensados
• Barras y cables de acero
• Cemento, agua, arena y piedra para fabricación de

<b>Descripción</b>
hormigón
• Aditivos para el hormigón
• Maderas de formaletas, clavos de acero
• Puntales de acero para encofrados
• Geomembranas
• Tuberías de PVC, HDPE, Acero al carbón y otros
• Pernos y tornillos de acero
• Pintura termoplástica
• Pilotes
• Encofrados
• Barandas metálicas

Fuente: Generadora Gatún, S.A.

**Tabla 5-15**  
**Insumos Requeridos Durante la Operación**

<b>N</b>	<b>Insumos</b>
1	Agua
2	Gas natural licuado
3	Combustibles Fuel Oil No. 2, gasolina, lubricantes, gases aislantes SF6, entre otros.
4	Suministros de oficina
5	Artículos de limpieza generales
6	Artículos de aseo general
7	Artículos de aseo de uso público
8	Suministros de cocina/ restaurante
9	EPP (Equipo de Protección Personal)
10	Uniformes para personal
11	Gasolina para maquinarias pequeñas (cortagramas, etc.)
12	Herramientas para mantenimiento de jardines
13	Herramientas para mantenimientos generales

Fuente: Generadora Gatún, S.A.

## 5.6.1 Necesidades de Servicios Básicos (agua, energía, aguas servidas, vías de acceso, transporte público, otros)

A continuación, se describen las necesidades de servicios básicos de la central termoeléctrica.

### 5.6.1.1 Abastecimiento de agua

- Fase de construcción: El suministro de agua potable durante la etapa de construcción se realizará mediante la instalación de tanques temporales de agua potable, abastecidos por

camiones cisterna, otra opción podría ser realizar la conexión con el suministro de tubería de distribución más cercano al área. El agua provendrá del Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN).

- Fase de operación: El agua de abastecimiento para enfriamiento, procesos y usos requeridos por la central termoeléctrica se captará por medio de una toma de agua en la bahía Limón, la cual será tratada por medio de una planta desalinizadora y desmineralizadora. El suministro de agua al personal será por medio de botellones y enfriadores.

#### **5.6.1.2 Aguas Servidas**

- Fase de construcción: Durante la construcción, se proporcionarán sanitarios portátiles (acorde a lo establecido en las normativas nacionales e internacionales), a los cuales se les suministrará el mantenimiento adecuado, por empresas especializadas para ello, que cuenten con todos los permisos requeridos por la legislación nacional para el desarrollo de esta actividad. De generarse otras aguas residuales por las actividades constructivas las mismas serán dispuestas de acuerdo con la legislación vigente.
- Para las aguas de escorrentía se establecerán medidas para evitar la erosión y arrastre del suelo y genere sedimentación a los cuerpos de aguas cercanos como la Bahía Limón incluyendo los manglares.
- Fase de operación: Durante la etapa de operación se producirán efluentes líquidos de tipo doméstico y aguas residuales recolectadas de lavado de equipos o conexos a las actividades de operación de la central. Se contará con un sistema de recolección de efluentes aceitosos, efluentes químicos, drenajes calientes desde la turbina de vapor.

Los efluentes mencionados serán conducidos a dos plantas de tratamiento de efluentes dependiendo de sus características. En caso de presentarse efluentes ocasionales con cargas muy elevadas de contaminantes, se evaluará su entrega a empresas autorizadas para el manejo y disposición final de estos desechos. Las aguas tratadas de las plantas serán finalmente descargadas a la Bahía Limón. Asimismo, se producirá la descarga de

aguas de enfriamiento hacia la bahía Limón. La tubería de descarga fue descrita anteriormente entre los componentes del proyecto.

En su fase de operación, las aguas residuales cumplirán con el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2019: “Medio Ambiente y Protección de la Salud. Seguridad. Calidad del Agua. Descarga de Efluentes Líquidos a Cuerpos y Masas de Aguas Continentales y Marinas.

Las aguas pluviales se recogerán dentro de los límites de la central termoeléctrica y se enrutarán a una cuenca de recolección común, desde donde serán descargadas por gravedad o bombeo hasta el punto de descarga que se ubicará dentro de los límites del proyecto y finalmente a la bahía Limón.

#### **5.6.1.3 Requerimientos de energía**

- Fase de construcción: Durante la etapa de construcción, la energía eléctrica deberá obtenerla el contratista a partir de generadores diésel, o se tramitará el suministro por redes de distribución local.
- Fase de operación: Durante la etapa de operación la central se autoabastecerá a través de sus sistemas auxiliares. También contará con un generador a diésel de emergencia y conexión al servicio mediante redes de gestores locales.

#### **5.6.1.4 Requerimientos de Combustibles**

- Fase de construcción: Para algunos equipos y maquinaria se utilizará como combustible Diésel. Se estima un consumo máximo aproximado de 2,800 m<sup>3</sup>/h diarios. El abastecimiento será a través de las empresas locales mediante camiones cisterna, los cuales surtirán a los dos tanques de 10,000 m<sup>3</sup> con que contará el proyecto.

- Fase de operación: Durante la operación, la central consumirá gas natural como combustible principal, y Diésel como combustible alternativo de emergencia. El gas será suministrado desde la terminal Costa Norte ubicada al Norte del proyecto. Se mantendrá una reserva de Diésel para un suministro continuo de emergencia durante siete días, abastecido desde un punto de descargar de camiones cisterna.

## **5.6.2 Mano de Obra (durante la construcción y operación), empleos directos e indirectos generados**

La mano de obra requerida por el proyecto dependerá de la fase en la cual se encuentre, como se describe a continuación.

### **5.6.2.1 Fase de Construcción**

Como se acostumbra en la construcción de obras de gran envergadura, la contratación de personal se realiza de forma progresiva hasta alcanzar un nivel máximo en el período de mayor presencia de frentes de trabajo, para luego decrecer progresivamente dependiendo del avance de las obras. Se estima que en el momento de mayor contratación se generarán aproximadamente 2,300 empleos directos y 6,500 empleos indirectos.

### **5.6.2.2 Fase de Operación**

Durante la etapa de operación se generarán aproximadamente 60 empleos directos y 180 empleos indirectos.

## **5.7 Manejo y Disposición de Desechos en Todas las Fases**

A lo largo de las diversas fases del proyecto se establecerá un sistema de gestión y recolección de desechos para mantener las áreas de trabajo lo más limpias posibles. A continuación se describirán los tipos de desechos que se estima generará el proyecto en cada fase y su manejo. Se excluye la fase de planificación, ya que se descarta la generación de desechos. Por otra parte,

aunque no ha sido considerado el abandono del proyecto, en caso de presentarse los desechos de todo tipo que puedan generarse serán retirados del área, para ser gestionados por gestores autorizados acorde a lo establecido en las normativas nacionales.

### 5.7.1 Sólidos

- Fase de construcción

En la etapa de construcción se generarán desechos sólidos orgánicos procedente del desbroce de árboles, arbustos y gramíneas. También se generarán desechos producto del movimiento de tierra y aquellos que son el resultado del levantamiento de las obras o estructuras que se construyen (restos de tubos PVC y otros, bloques, alambres, tornillos, clavos, tuercas, madera, varillas de hierro, latas de pintura, ladrillos, cemento, piedra, llantas, baterías, filtros y otros residuos). Además, los trabajadores, al laborar en el área del proyecto y en torno al centro de operaciones, podrían contribuir con el incremento de desperdicios orgánicos e inorgánicos; tales como: restos de comida, envases de todo tipo y de diferentes materiales (cartón, plástico, aluminio, vidrio) y otros como bolsas plásticas, ropa, calzados y otros.

Los desechos orgánicos producto de la limpieza cuando sea posible serán aprovechados para control de erosión u otras necesidades. Los demás desechos serán transportados y dispuestos en sitios de acopio temporal de desechos, aprobados previamente por las autoridades competentes, para luego ser transportados al vertedero municipal que los acepte mediante acuerdo. Se contará con baños portátiles para los trabajadores, en una cantidad adecuada y bajo mantenimiento de una empresa autorizada, acorde a las normativas nacionales. La limpieza se realizará acorde a la intensidad de uso, pero con una frecuencia no menor a tres veces por semana.

Para el manejo de los desechos sólidos se colocarán estratégicamente recipientes de basura distribuidos en los frentes de trabajo. Diariamente, al terminar la jornada de trabajo la basura será recolectada en vehículos apropiados y transportada a sitios habilitados para tal fin. Los sitios para el depósito temporal de desechos sólidos deberán estar ubicados a una distancia mínima de 250 metros de cualquier cuerpo de agua superficial. Se procurará la separación de los desechos

reciclables y reutilizables para su entrega a empresas manejadoras. Los residuos sólidos ordinarios serán retirados y dispuestos por una empresa especializada debidamente acreditada por la Autoridad, para su disposición final en vertedero autorizado, previo acuerdo.

- Fase de operación

Durante la operación del Proyecto se producirán residuos sólidos y residuos especiales, de los cuales un porcentaje (de los especiales) será asimilable a ordinarios. Dentro de los residuos sólidos ordinarios se considera que la planta producirá aquellos de tipo doméstico, que serán dispuestos en el vertedero municipal y aquellos asociados a la presencia de personal serán manejados por sistemas sanitarios conectados a la planta de tratamiento.

También se generarán residuos sólidos especiales producto de las actividades propias de la terminal y de la central tales como montaje de equipos, pruebas y puesta en marcha, generación de energía y desmantelamiento. Estos residuos se pueden denominar como industriales y se pueden incluir los listados a continuación:

- Cables.
- Cartón, papel, periódicos.
- Desechos metálicos de maquinado.
- Desechos metálicos de varillas de soldadura.
- Guantes de cuero.
- Guantes de nitrilo.
- Llantas.
- Materiales aislantes.
- Recipientes metálicos o plásticos de pintura y solventes.
- Trapos usados.

Durante esta fase de operación, igualmente podrán generarse desechos orgánicos producto de la limpieza y mantenimiento de la servidumbre. Los mismos serán dispuestos estratégicamente para

mantener el control de erosión u otras necesidades o enviados al vertedero municipal aprobado, previo acuerdo.

### 5.7.2 Líquidos

- Fase de construcción

Durante la construcción, los efluentes líquidos corresponderán a los de tipo doméstico; se contará con baños portátiles para los trabajadores, en una cantidad adecuada y bajo mantenimiento de una empresa autorizada, acorde a las normativas nacionales. La limpieza se realizará con base en la intensidad de uso, pero con una frecuencia no menor a tres veces por semana. También se contará con el sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas estará compuesto de trampa de grasas Para dirigir el manejo de los combustibles y lubricantes utilizados, se instalarán tanques para el almacenamiento de estos productos y de los desechos oleosos tales como aceite y filtros usados, para ser entregados a empresas de reciclaje o disposición final. Estas áreas de almacenamiento de desechos tendrán tinas de contención secundaria con su respectiva válvula de drenaje. Se contará como mínimo con: letreros de advertencia, equipo extintor, buena ventilación, accesorios eléctricos a prueba de explosión y material absorbente.

En las áreas de almacenamiento se designarán estructuras específicas con su debida contención para el manejo y almacenamiento de combustibles y desechos aceitosos. Se contará como mínimo con: letreros de advertencia, equipo extintor, buena ventilación, accesorios eléctricos a prueba de explosión, material absorbente, y tinas de contención secundaria con su respectiva válvula de drenaje.

Se prevé tener sanitarios tipo móvil que tendrán, al igual que para los desechos sólidos, personal encargado de su mantenimiento que verificará que funcionen en condiciones de sanidad.

- Fase de operación

Durante la fase de operación, se producirán efluentes líquidos de tipo doméstico e industrial. Las aguas residuales serán conducidas a dos plantas de tratamiento de efluentes dependiendo de sus características. En caso de presentarse efluentes ocasionales con cargas muy elevadas de contaminantes, se evaluará su entrega a empresas autorizadas para el manejo y disposición final de estos desechos. Las aguas tratadas de las plantas serán finalmente descargadas a la Bahía Limón. Las aguas de enfriamiento serán descargadas a la bahía Limón, luego de la generación de electricidad, ver Anexo 9.3 de este documento.

### 5.7.3 Gaseosos

- Fase de construcción

Durante la etapa de construcción se producirán emisiones de material particulado, producto de la instalación de obras, limpieza y despeje de terreno, movimiento de tierras, rellenos, construcción de obras civiles, transporte de materiales y equipos. Se ha considerado emplear infraestructura adecuada para disminuir las emisiones provenientes de las maquinarias utilizadas, entre ellas: utilizar procesos húmedos para la molienda y mezcla de materiales, sellar carrocerías de camiones que transportan materiales, usar mallas protectoras en las obras para evitar la dispersión de polvo, reciclar materiales de construcción, lavar los vehículos dentro del lugar de la construcción, etc. Se contempla también humedecer periódicamente las zonas de suelos expuestos y material granular almacenado a la intemperie.

- Fase de operación

Durante la etapa de operación, producto de la combustión del gas natural, se emitirá a la atmósfera un flujo gaseoso caracterizado principalmente por la presencia de óxidos de nitrógeno (NOx), en tanto que durante los períodos en que se opere excepcionalmente con diésel (como durante el arranque), se emitirá además dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y material particulado. Los resultados de las emisiones esperadas a la salida de la chimenea se muestran en la Tabla 5-16. El proyecto contará con una chimenea de 40 m de altura y un Bypass de la misma altura.

**Tabla 5-16**  
**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 m<sup>3</sup> normal, seco a 15% de oxígeno

Fuente: Generadora Gatún, S.A.

Como se muestra en la tabla anterior, el nivel de emisiones en chimenea previsto por el proyecto, cumple con las guías del Banco Mundial. Adicionalmente, como describe en el capítulo de evaluación de impactos de este EsIA, se ha realizado una modelación de la dispersión de las emisiones gaseosas, utilizando un modelo aceptado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y se han comparado los resultados con la norma panameña y las guías del banco Mundial, encontrándose que las emisiones previstas cumplen con los límites establecidos.

#### 5.7.4 Peligrosos

- Fase de construcción

Se contempla que durante la etapa de construcción podrán generarse residuos no continuos de aceites y lubricantes y solventes usados, con sus respectivos envases, así como baterías, llantas, líquido hidráulico, y otros provenientes de las operaciones de mantenimiento de los equipos y vehículos. Los desechos sólidos, serán colectados en recipientes convencionales y los líquidos serán colocados en tanques de 55 galones identificados para su posterior remoción por un gestor autorizado, el cual se encargará de su recuperación, tratamiento y/o disposición.

En la Tabla 5-17 se relacionan las actividades o lugares de la central donde podrían producirse este tipo de residuos.

**Tabla 5-17**  
**Residuos Peligrosos Producidos por Actividad**

Actividad	Residuo peligroso
Operación	Recipientes de combustibles y sustancias químicas Lodos del sistema de neutralización
Tratamiento de agua	Sustancias químicas y sus recipientes
Mantenimiento de maquinarias o eléctricos	Estopas impregnadas en combustibles (aceites, etc.) Empaques impregnados de sustancias peligrosas Contenedores contaminados Baterías industriales Aceite lubricante y demás aceites usados Filtros impregnados de aceite y combustible Materiales impregnados de aceite o sustancias peligrosas Pinturas y sus recipientes Residuos de disolventes Disyuntores con aceite dieléctrico
Áreas administrativas	Luminarias Balastos Lámparas fluorescentes Bombillos Toners y cartuchos de impresoras Componentes electrónicos Baterías Pilas
Consultorio médico	Residuos patógenos y corto punzantes Medicamentos vencidos y residuos de primeros auxilios

Fuente: URS Holdings

- Fase de operación

Durante la etapa de operación del proyecto se prevé la generación de este tipo de desechos a consecuencia de las actividades de mantenimiento, en volúmenes menores a la etapa de construcción.

### 5.7.5 Emisiones de Ruido

Durante la fase de construcción se producirán emisiones de ruido debido al funcionamiento de maquinarias tales como retroexcavadoras, bulldozers, rodillos compactadores, entre otros.

Durante la operación, las emisiones de ruido de la central tienen su origen en los principales equipos rotatorios del proceso tales como: turbinas de gas y de vapor, ventiladores, generadores eléctricos, bombas de alimentación y los equipos auxiliares. Ocasionalmente, la apertura de válvulas de seguridad de las calderas ocasionará ruido de descarga de vapor. Los equipos que generen mayor ruido contarán con silenciadores o cabinas insonorizadas para atenuar el nivel de ruido. La Tabla 5-18 presenta valores tipo de las principales fuentes de ruido en centrales termoeléctricas, junto con sus respectivos niveles de ruido en decibeles (dBA).

**Tabla 5-18**  
**Niveles de Ruido en Centrales de Generación Termoeléctrica**

Equipo	Nivel de ruido dB(A) a 1m.			
	<90	90-95	95-100	>100
Compresores de aire			X	
Bombas de agua de circulación		X	X	X
Condensador		X	X	
Válvulas de seguridad			X	
Motores eléctricos	X	X	X	X
Generador		X	X	
Enfriador de purgas				X
Acople hidráulico		X		
Convertidor de frecuencias			X	
Tubería y válvulas, vapor de alta presión		X	X	X
Bomba de condensado		X	X	
Fugas de vapor		X	X	X
Válvulas de admisión				X
Acople/vibrador turbina-generador			X	
Turbogrupo	X	X		

Fuente: URS Holdings

## 5.8 Concordancia con el Plan de Uso de Suelo

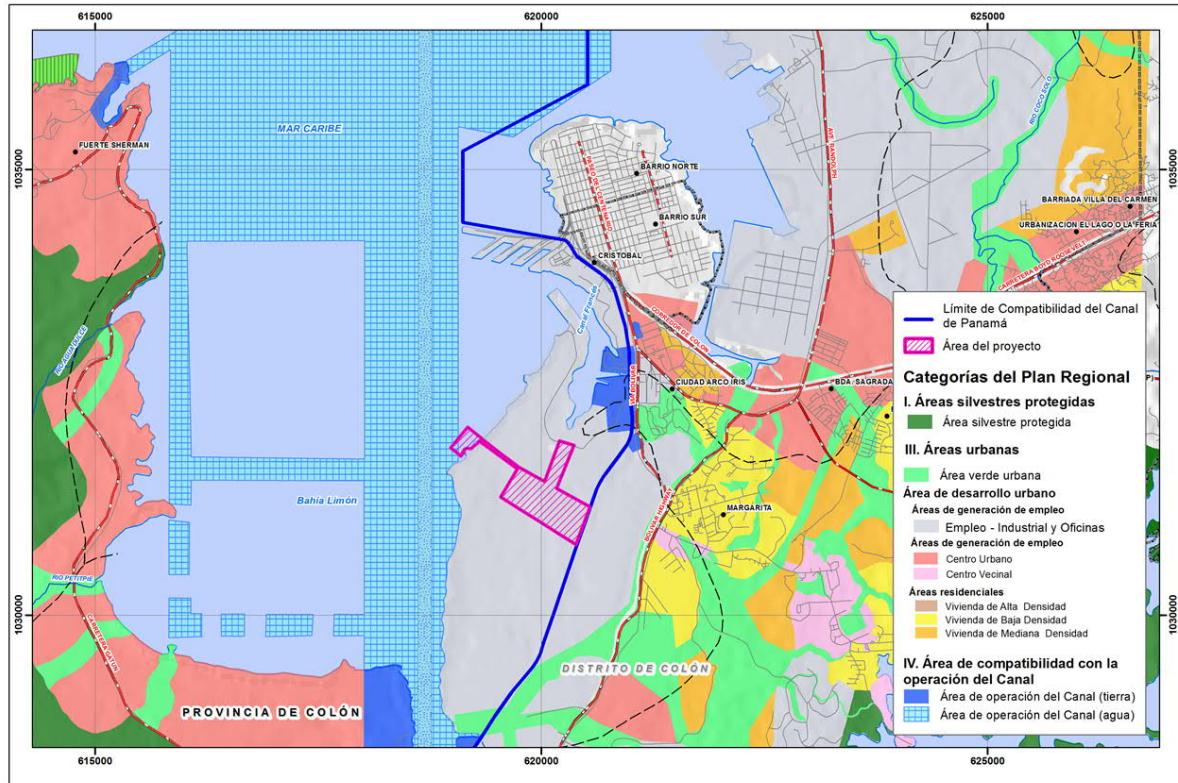
El uso de suelo en el área designada para la construcción de la central se encuentra regido por las normativas de ordenamiento territorial establecidas en el Plan Regional para el Desarrollo de la Región Interoceánica y el Plan General de Uso, Conservación y Desarrollo del Área del Canal (Ley 21 del 2 de julio de 1997).

De acuerdo al Ordenamiento Territorial establecido en el Anexo I incluido en la Ley 21, se determinó que el tipo de uso especificado para el área donde se desarrollará el proyecto corresponde a Áreas de Generación de Empleo (empleo-industrial y oficinas), en las cuales se proponen desarrollos de empleo-industrial, tal como se muestra en la Figura 5-11. Considerando lo anterior, el desarrollo del Proyecto en las áreas terrestres estaría en concordancia con los usos propuestos por la Ley 21 (Plan Regional y General).

Además de lo señalado en la Ley 21 antes citada, hay que considerar que el área del Proyecto se localiza dentro de la denominada Área de Compatibilidad del Canal de Panamá, reglamentada por el Acuerdo No. 151 del 21 de noviembre de 2007, en el cual se establece que todo uso, actividad, proyecto, obra o construcción que se realice en dicha zona no deberá afectar ni poner en peligro la calidad o cantidad del recurso hídrico de la cuenca hidrográfica del Canal, ni al medio ambiente; razón por la cual toda actividad a realizarse en el área debe contar con la aprobación por parte del Canal de Panamá. El proyecto cuenta con permisos de compatibilidad expedidos por la Autoridad del Canal de Panamá para las obras en la sección terrestre y marina según se establece en las resoluciones ACP-JD-RM 11-477 del 31 de marzo del 2011 que otorga permiso de compatibilidad para la construcción de la central termoeléctrica y actividades conexas, modificada por las Resoluciones ACP-JD-RM 20-1127 del 28 de mayo de 2020 y ACP-JD-RM 20-1144 del 30 de julio de 2020; la resolución ACP-JD-RM 11-478 del 31 de marzo del 2011 que concede autorización de uso de las riberas del Canal modificada por la resolución ACP-JD-RM 20-1128 del 28 de mayo del 2020; así como la Resolución ACP-JD-RM 20-1147, ACP-JD-RM 20-1145 y ACP-JD-RM 20-1146 relacionada esta con la compatibilidad de la construcción del muelle, todas del 30 de julio de 2020. Además, cuenta con los contratos de arrendamiento con propietarios como son el Ministerio de Economía y Finanzas y el contrato de

derecho de paso para la instalación de las tuberías de toma de agua y descarga con la empresa Panama Canal Railway Company

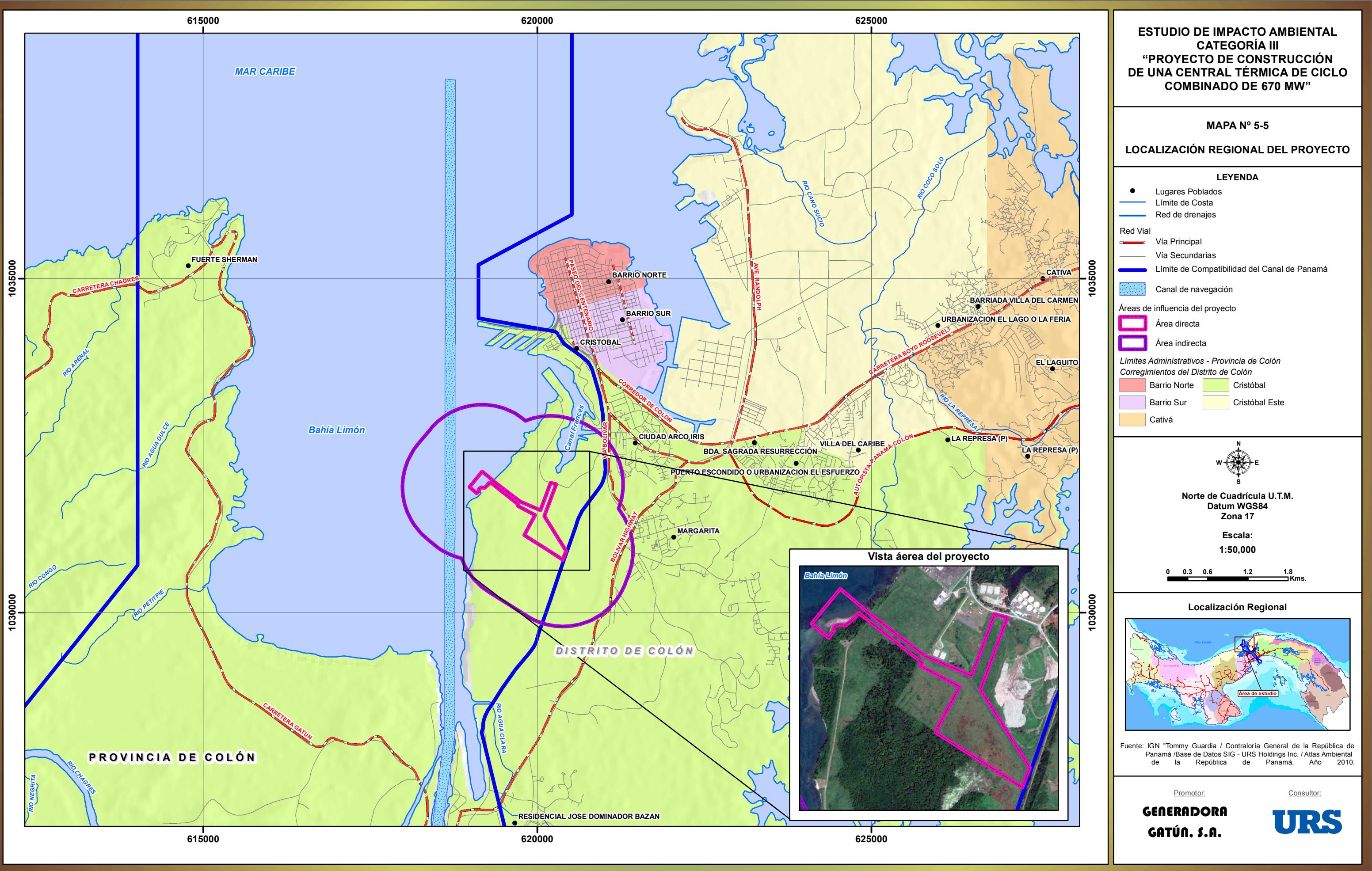
**Figura 5-11**  
**Ubicación del Proyecto respecto al ordenamiento. Ley 21 Plan Regional y General**

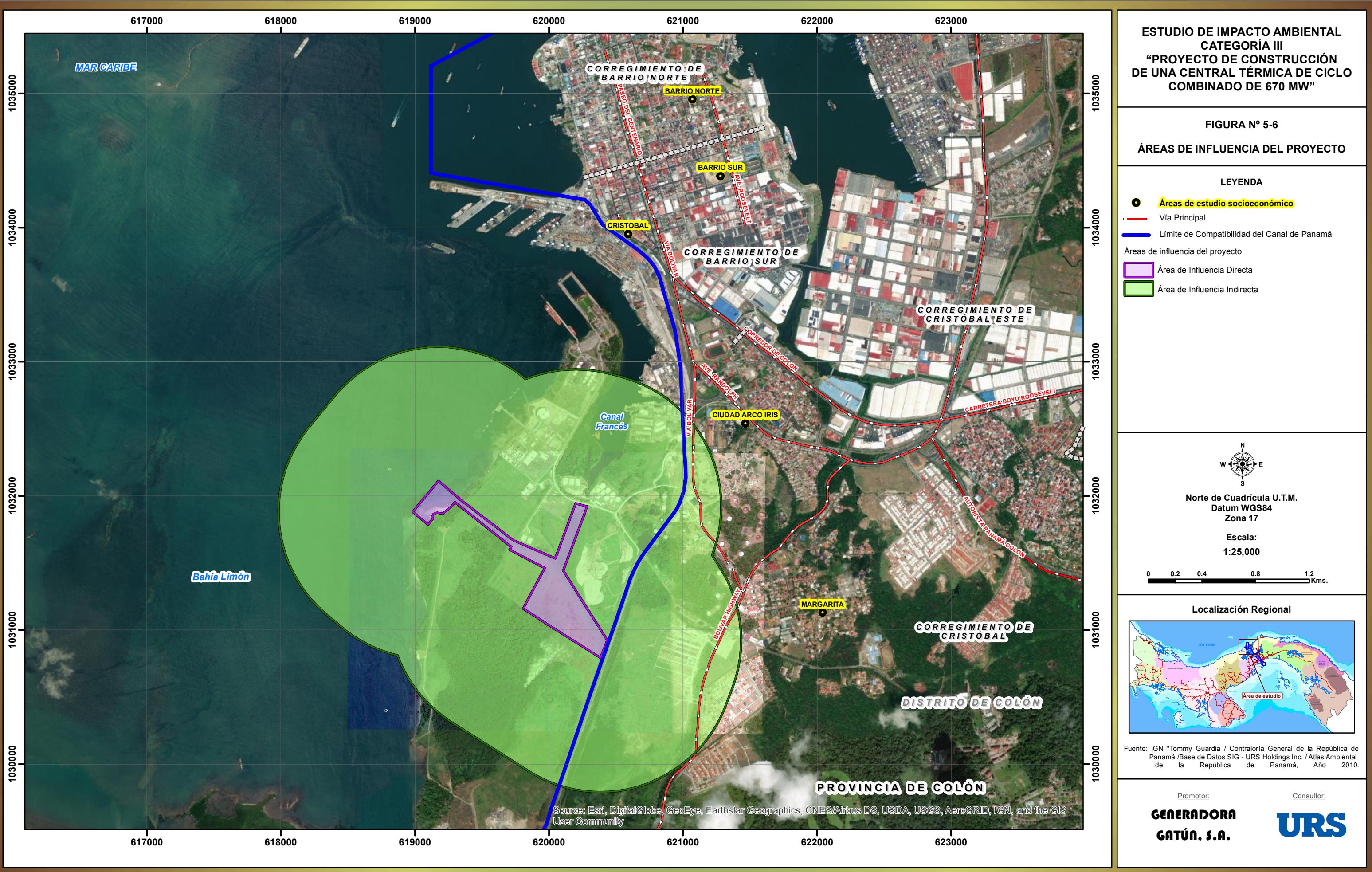


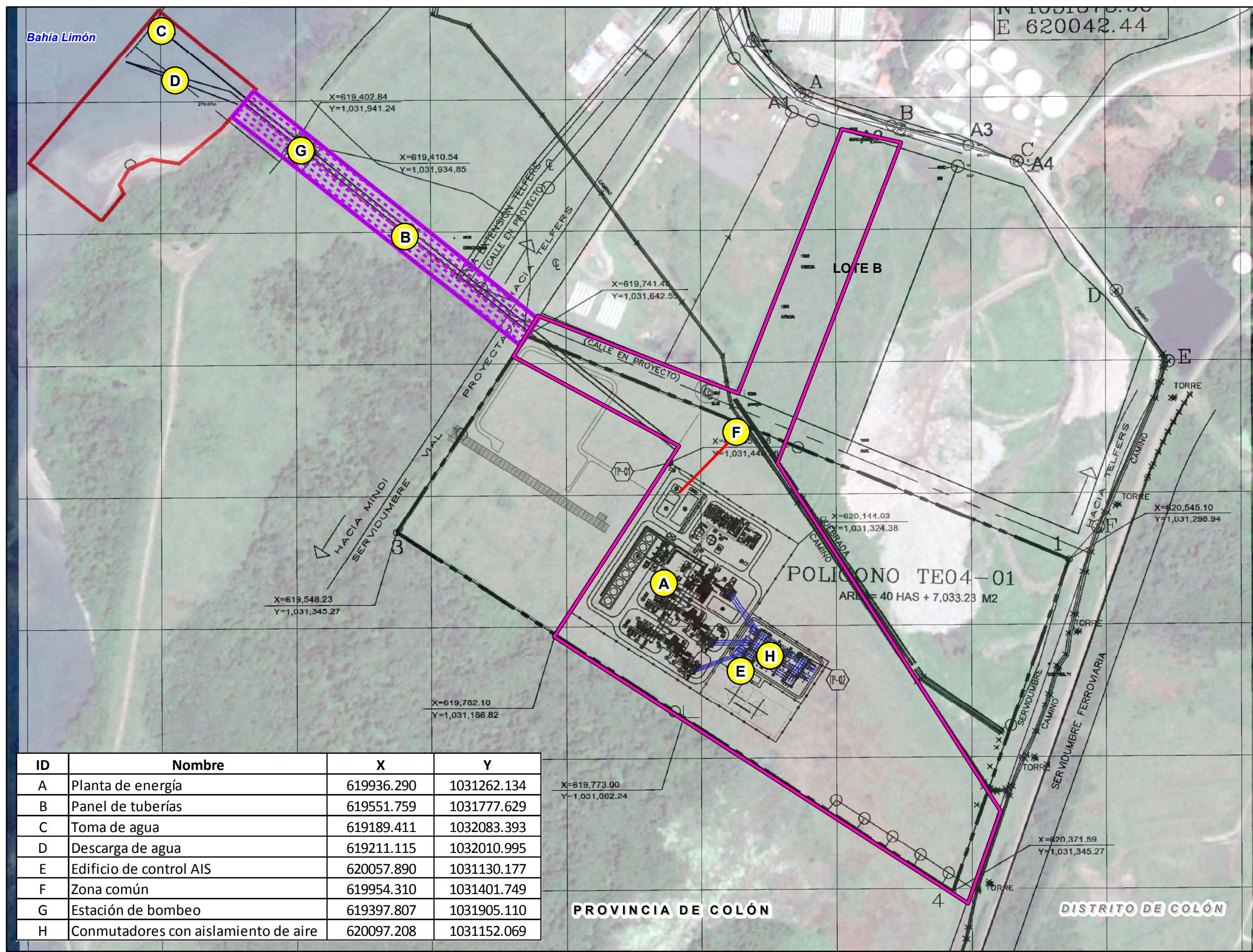
Fuente: Ley 21 modificado por URS Holdings

## 5.9 Monto Global de la Inversión

El monto total estimado de la inversión para la construcción del proyecto se estima en unos setecientos millones de balboas (B/.700,000,000.00) para la construcción de los componentes descritos a lo largo del presente capítulo.







ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
CATEGORÍA III  
“PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN  
DE UNA CENTRAL TÉRMICA DE CICLO  
COMBINADO DE 670 MW”

FIGURA N° 5-7

## ESQUEMA DEL PROYECTO

## LEYENDA

- A** Planta de energía
- B** Panel de tuberías
- C** Toma de agua
- D** Descarga de agua
- E** Edificio de control AIS
- F** Zona común
- G** Estación de bombeo
- H** Comutadores con aislamiento de aire

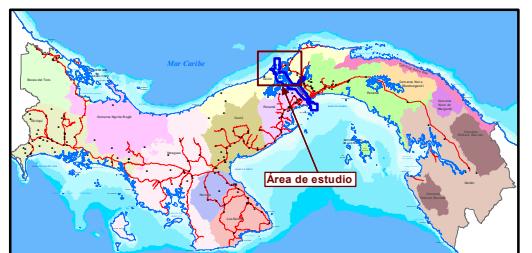


Norte de Cuadrícula U.T.M.  
Datum WGS84  
Zona 17

Escala:  
1:5,864

0 0.045 0.09 0.18 0.27 Kms.

## Localización Regional



Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - URS Holdings Inc. / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

Promotor:

**GENERADORA  
GATÚN, S.A.**

Consultor:

**URS**