

CAPÍTULO IV

EVALUACION AMBIENTAL

CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
1.0 INTRODUCCION	1
2.0 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	3
2.1 Actividades del Proyecto.....	3
2.2 Componentes Ambientales e Indicadores de Cambio.....	4
2.3 Interacción de las Actividades del Proyecto y los Componentes Ambientales.....	8
3.0 EVALUACION DE IMPACTOS.....	10
3.1 Criterios de Evaluación	10
3.2 Evaluación de Impactos.....	12
4.0 ANALISIS DE LOS IMPACTOS.....	16
4.1 Ambiente Físico.....	16
4.1.1 Calidad del Aire	16
4.1.2 Ruido	32
4.1.3 Suelos y Geoformas.....	40
4.1.4 Recursos Hídricos	42
4.2 Ambiente Biológico.....	45
4.2.1 Flora y Fauna Terrestre y Marina.....	45
4.3 Ambiente Social, Económico y Cultural.....	50
4.3.1 Social.....	50
4.3.2 Económico.....	53
4.3.3 Cultural	58
5.0 BIBLIOGRAFIA.....	58
5.1 Aire	58

5.2	Evaluación de Impactos e Información del Proyecto.....	59
5.3	Ruido.....	61

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Indicadores de Cambio	5
Tabla 2	Matriz de Interacción de Componentes Ambientales y Actividades del Proyecto.....	9
Tabla 3	Criterios de Clasificación	10
Tabla 4.	Escala de Valores para Calificación de Impactos.....	12
Tabla 5	Rangos de Valor y Código de Color	13
Tabla 6.	Matriz de Calificación de Impactos - Etapa de Construcción	14
Tabla 7.	Matriz de Calificación de Impactos - Etapa de Operación	15
Tabla 8	Aspectos Principales del Modelo ISCST3, Versión 01001	19
Tabla 9	Información de Chimeneas, Operaciones y Emisión de Contaminantes del Proyecto Empleadas para el Análisis del Modelo de Dispersión en el Aire	21
Tabla 10.	Impactos Contaminantes Máximos Previstos para el Proyecto Utilizando la Información Meteorológica de 1996 de Pisco y Lima, Perú.....	28
Tabla 11.	Resumen del Total Máximo para Calidad de Aire Previsto para las Fuentes del Proyecto y Emisiones de Referencia Comparados con Guías Ambientales de Calidad de Aire.....	29
Tabla 12	Niveles de Ruido Pronosticados y Niveles de Ruidos Ambientales Medidos en Receptores durante Horario Nocturno (22:00-7:00).....	38
Tabla 13	Especies Bentónicas y Planctónicas Dominantes Determinadas en el Área de Estudio	47
Tabla 14:	Especies de Peces Típicos Capturados en el Área de Estudio	48
Tabla 15:	Especies de Fauna Marina y Categoría de Conservación.....	49

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Isopletras en dB(A) Estimadas para el Área de la Planta de GNL, Pampa Melchorita37
- Figura 2. Ubicación de las Estaciones de Medición de Ruido y de los Posibles Receptores.....39

1.0 INTRODUCCION

Esta sección de la evaluación ambiental tiene como fin identificar los efectos potenciales que podrían generar la construcción y operación del Proyecto de Exportación de GNL sobre el medio ambiente. El adecuado manejo ambiental de aquellos efectos potenciales en conjunto con los beneficios económicos derivados de su implementación, garantizará un desarrollo sostenible, ambiental y económicamente favorables para el país.

En términos generales los objetivos de la evaluación ambiental fueron los siguientes:

- Identificar los recursos ambientales y socioeconómicos que podrían potencialmente verse afectados por la construcción y operación del Proyecto.
- Evaluar los impactos temporales, residuales y acumulativos producidos por la construcción y operación del Proyecto. Evaluar la magnitud de los impactos identificados tanto en un contexto temporal como espacial. Los impactos identificados son potenciales en su naturaleza con diversos grados de probabilidad y se basan la mayoría de veces en los escenarios de los peores casos, asumiendo las condiciones ambientales estáticas, que en realidad varían en forma natural y que pueden realmente aumentar y disminuir los impactos.
- Analizar la información proveniente del proceso de consulta pública en el EIA, en especial las observaciones, sugerencias y recomendaciones del público susceptible de ser afectado por la construcción y operación del proyecto.
- Jerarquizar los impactos potencialmente establecidos para el proyecto de acuerdo a su importancia relativa en el contexto ambiental del área del proyecto.

La evaluación ambiental ha sido desarrollada mediante un proceso interactivo entre el propietario (PERU LNG S.R.L.), el equipo de consultoría ambiental que efectúa el EIA (Golder Associates) y la empresa consultora de ingeniería de diseño (Kellogg Brown & Root). Esta interacción entre el propietario y los consultores ha permitido evaluar las opciones de diseño y la planificación del proyecto para minimizar los efectos negativos y maximizar los efectos positivos que puedan derivarse como consecuencia de las actividades de construcción y operación del Proyecto. Adicionalmente, la Compañía ha provisto la información preparada por las firmas Monitoreo Ambiental e Investigación

de Impactos S.A e INSPECTRA relacionada con el EIA para las Instalaciones Marinas y Planes de Contingencia; esta información se ha incluido en los anexos 4 y 6 del presente documento.

Para la evaluación ambiental se ha realizado un análisis del diseño del proyecto y las actividades necesarias para su implementación al contrastar las actividades propuestas y sus impactos con las limitaciones ambientales de línea base establecidas durante el proceso de EIA.

Así mismo, durante la evaluación ambiental se ha evaluado las medidas ambientales aplicables para determinar si son adecuadas las actividades de manejo ambiental propuestas que van a ser implementadas durante la construcción y operación del proyecto.

La información de línea base, la identificación de áreas sensibles y la interacción con el diseño y las actividades a través de las cuales se implementará el proyecto, han permitido a los especialistas ambientales, realizar de manera cualitativa y cuantitativa una identificación y evaluación de impactos ambientales mediante el empleo de matrices de causa – efecto modificadas de Leopold. Durante la identificación de cada uno de los impactos se han analizado los siguientes aspectos: 1) la causa o agente promotor de cambio constituido por aquellas actividades mediante las cuales se desarrollará el proyecto; y 2) el efecto o aquellos cambios que se observarán en el componente ambiental o social como reacción al desarrollo de las actividades. En las secciones siguientes se ilustra el proceso de evaluación llevado a cabo.

La evaluación de impacto ambiental descrita en esta sección, es el mecanismo que equilibra los intereses de PERU LNG S.R.L, del público y del gobierno del Perú. Este equilibrio se puede lograr integrando la información específica del proyecto proveniente de las diversas fuentes que pueden intervenir en el desarrollo de este proyecto, como son las autoridades ambientales, el público localizado en el área de interés del proyecto y de los diversos estudios técnicos realizados para el proyecto por diferentes empresas durante el EIA de este Proyecto. Por este motivo, también ha sido integrado a esta evaluación ambiental el aporte del público afectado obtenido en el proceso de consulta llevado a cabo durante el desarrollo del EIA.

Finalmente, los resultados de este capítulo serán empleados en la definición de estrategias de manejo para controlar, prevenir, mitigar los impactos con los cuales se ha estructurado el capítulo V “Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental”.

2.0 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

La identificación de los impactos potenciales se basó en las actividades relacionadas con la construcción y operación del Proyecto. Así mismo, se identificó para cada una de las actividades del proyecto las acciones o aquellos agentes que pueden conducir a un cambio de un factor ambiental cuando la actividad se desarrolle.

2.1 Actividades del Proyecto

Las actividades previstas para la etapa de construcción del proyecto, son las siguientes:

- **Transporte y Movilización**, comprende todas las actividades relacionadas con el movimiento de equipos, maquinarias, insumos y personal hacia Melchorita y viceversa durante toda la etapa de construcción. Esta actividad se desarrollará por vías terrestres y marinas.
- **Preparación del Terreno**, comprende todas las actividades relacionadas con el movimiento de tierras (corte y relleno) en la porción Continental, necesarios para la construcción de las áreas de proceso, almacenamiento y edificaciones de soporte.
- **Construcción de Infraestructura y Servicios**, incluye la construcción de accesos internos, instalación del campamento temporal de construcción, edificaciones de administración y alojamiento permanente del personal, generación de energía y la captación de agua marina, construcción de la planta de desalinización y sistema de tratamiento de efluentes.
- **Construcción del Área de Proceso y Almacenamiento**, incluye la construcción de cimientos para las áreas de proceso y tanques de almacenamiento, construcción de estructuras metálicas, ensamblaje de componentes mecánicos (incluyendo unidades de proceso y tuberías internas de transferencia de procesos) y la construcción de todos los componentes mecánicos y eléctricos de todas las unidades de proceso, almacenamiento y cargue de GNL.
- **Construcción de Instalaciones Marinas**, incluye la construcción e instalación de todos los componentes de la porción marina del proyecto tales como el muelle, la plataforma de embarque, instalaciones para el amarre de embarcaciones, el dragado del canal de navegación para el acceso y salida de los buques metaneros y el rompeolas localizado mar adentro para protección de las operaciones de cargue de GNL.
- **Pruebas a Sistemas y Equipos**, incluye todas las pruebas hidrostáticas no destructivas y de rayos “X” que se aplican a todos los sistemas mecánicos tales como tanques, tuberías, válvulas,

recipientes; así como también pruebas a los sistemas eléctricos y automatizados para el control de procesos, almacenamiento y cargue.

Las actividades previstas para la operación del Proyecto son las siguientes:

- ***Tratamiento y Licuefacción de Gas Natural***, consiste en el procesamiento del gas natural que ingresa a la planta hasta su transformación en gas licuado y su almacenamiento temporal previo a su exportación.
- ***Operaciones de Cargue de Gas Natural Licuado***, incluye las operaciones de llegada, cargue de GNL y salida de buques metaneros y adicionalmente las operaciones de los remolcadores empleados para dirigir y remolcar los buques metaneros al atracadero.
- ***Operaciones de los Remolcadores y del Muelle de Servicios*** incluye todas las operaciones relacionadas con el atraque permanente de tres remolcadores en las boyas de amarre ubicadas al norte y con el reabastecimiento de combustible, mantenimiento de rutina y el remolque proporcionado en el pequeño muelle de servicios ubicado en la parte sur del puente de caballetes.
- ***Mantenimiento de Planta***, incluye todas las operaciones necesarias para garantizar el buen funcionamiento de los sistemas mecánicos, eléctricos y automáticos de la planta.
- ***Mantenimiento de Instalaciones Marinas***, incluye el dragado de mantenimiento al canal de navegación y mantenimientos de tipo civil o mecánico necesarios para el funcionamiento adecuado de las estructuras tales como el muelle, la plataforma de embarque y el rompeolas.
- ***Cierre de Operaciones y Abandono***, agrupa todas las actividades relacionadas con el cierre de la planta y sus instalaciones al final de la vida estimada para su operación y las actividades relacionadas con el abandono apropiado de las instalaciones y del sitio ocupado por las mismas.

2.2 Componentes Ambientales e Indicadores de Cambio

De acuerdo con la información colectada durante los estudios de línea base para los diferentes componentes físicos, biológicos, socio-económicos y culturales representados en el área de influencia del proyecto (ver capítulo 3), se han identificado indicadores de cambio (eventos que ponen de manifiesto la ocurrencia de un efecto) basados en la susceptibilidad del componente a agentes exógenos. Este análisis realizado por los diferentes especialistas participantes en el estudio de evaluación de impacto ambiental se sintetiza en la tabla 1. Se ha asignado un código para cada uno de los indicadores identificados en cada componente ambiental analizado, con la finalidad de facilitar

el manejo de la información en el proceso de identificación de impactos y su fácil representación en la matriz de evaluación de impacto ambiental.

Tabla 1. Indicadores de Cambio

Componente Ambiental	Código	Indicadores de Cambio	Efectos
Aire	A-1	Alteración en la calidad del aire	Se refiere a efectos ambientales tales como: Generación de polvo y material particulado (MP10), emisiones atmosféricas de fuentes móviles (gases de combustión de vehículos de transporte y equipos) y emisiones atmosféricas de fuentes fijas (NO ₂ , SO ₂ y CO).
Ruido	R-1	Incremento de los niveles de ruido	Considera el aumento de los niveles de ruido ambiental por encima de los niveles de línea base debido a la introducción temporal de niveles de ruidos.
Agua	H-1	Incremento de la turbidez en el agua de mar.	Se refiere al aumento directo del material particulado suspendido en el agua de mar y a la alteración del hábitat acuático.
	H-2	Alteración de la cantidad y la calidad físico-química del agua de mar y de ríos	La cantidad del agua está asociada a la demanda de agua requerida por el proyecto y la oferta del recurso y competencia por el uso del mismo. La calidad física esta asociada a cambios en la dirección y velocidad del agua y a su relación con los patrones típicos de sedimentación en el área del proyecto. También, se relaciona a cambios en la calidad física o química del agua ocasionada por derrames accidentales de hidrocarburos (tales como combustibles, grasas y aceites) u otras sustancias asociadas con descargas que deterioran la calidad del recurso.
Suelo y Geoformas	SU-1	Alteración de la estructura del suelo	Asociada a efectos tales como: mezcla de horizontes y la compactación de los horizontes superficiales que pueden existir.

Componente Ambiental	Código	Indicadores de Cambio	Efectos
	SU-2	Alteración de la calidad físico-química	La calidad física del suelo se relaciona a la erosión superficial ocasionada por fenómenos eólicos o por sedimentos transportados por el agua, o la combinación de ambos. Así mismo, las características químicas del suelo pueden ser afectadas por derrames accidentales de hidrocarburos (tales como combustibles, grasas y aceites) u otras sustancias asociadas con descargas que deterioren la calidad del recurso.
	SU-3	Alteración de Geofomas	Esta relacionada con el cambio de las formas del terreno ocasionada por actividades de corte y relleno durante la fase de construcción.
	SU-4	Alteración de la morfología de playa	Asociada a los cambios en los patrones de sedimentación originados por la interacción con nuevas estructuras marinas fijas.
Flora y Fauna Terrestre y Marina	FF-1	Pérdida de cobertura vegetal terrestre	Remoción de la vegetación típica del área del proyecto caracterizada por "Tilandsiales" (bromeliácea), una planta aérea endémica que crece en suelos arenosos.
	FF-2	Alteración de la estructura y composición de las comunidades marinas.	Se relaciona con la intervención directa del sustrato marino y la afectación del hábitat de comunidades Planctónicas y Bentónicas en las zonas submareal e intermareal.
	FF-3	Cambios en las capturas pesqueras.	Se relaciona con la actividad pesquera artesanal del área y la reducción o aumento en las capturas en combinación con otros efectos ocasionados tales como fluctuaciones en las comunidades bentónicas y planctónicas y la turbidez.
	FF-4	Reducción en los registros de fauna marina.	La disminución del número de avistamientos en el área o la erradicación directa de especies con categoría de conservación asociadas directamente a encuentros accidentales con elementos del proyecto o indirectamente a través de afectaciones a elementos de la cadena trófica o su hábitat.
Social	S-1	Alteración en la composición demográfica	Se refiere a la migración auto-inducida de población en busca de trabajo y el surgimiento de asentamientos humanos subnormales.

Componente Ambiental	Código	Indicadores de Cambio	Efectos
	S-2	Alteración de costumbres locales	Se refiere a la alteración de las relaciones sociales normales establecidas en la población de la zona al interactuar con trabajadores provenientes de otros lugares distintos a los del área de influencia directa.
	S-3	Molestias a la población	Afectación a la población que habita en las áreas próximas a las vías (terrestres o marítimas) por donde se transportaran y movilizaran los equipos, maquinarias, insumos y el personal requeridos por el proyecto. Asimismo, se refiere al aumento del flujo vehicular en las vías terrestres y el potencial de accidentes.
	S-4	Interrupción de la infraestructura vial	Esta relacionado con la afectación de las condiciones de transitabilidad y daños en las carreteras y puentes que impidan el flujo vehicular normal de las vías.
	S-5	Restricción de acceso a zonas de pesca artesanal	Se refiere a la restricción del acceso a pescadores artesanales tanto en el área de playa como en el área marina debido a la construcción y operación de la planta con la finalidad de garantizar la seguridad en las operaciones de la planta, así como la propia seguridad de los pescadores transeúntes.
Económico	E-1	Aumento de la recaudación tributaria	Se refiere al incremento en los ingresos que percibirán los gobiernos local y nacional por concepto de la recaudación tributaria que provendrá de la operación.
	E-2	Aumento de la demanda de bienes y servicios	Se relaciona con la compra de insumos, bienes y servicios relacionados directamente con los requerimientos de construcción y operación de la planta, lo que obligará a incrementar la calidad y la oferta de ciertos bienes y servicios al nivel local, regional y nacional.
	E-3	Generación de empleos	Se refiere a la demanda de trabajadores (calificados y no calificados) que el proyecto tendrá a lo largo del proceso de construcción y operación. El desarrollo de este proyecto producirá dos tipos de puestos de trabajo: los puestos de trabajo directos ó subcontratando, relacionados con la construcción de la planta lo que traerá una disminución directa en la tasa de desempleo y subempleo y los puestos de trabajo indirecto que se originarán por el incremento en la demanda de bienes y servicios locales.

Componente Ambiental	Código	Indicadores de Cambio	Efectos
	E-4	Alteración del ingreso obtenido por la pesca artesanal	Se refiere a la disminución en las capturas de pesca debido a la restricción de acceso a las zonas de pesca artesanal descrita en S5.
Cultural	AR-1	Alteración o destrucción del patrimonio arqueológico	Se relaciona con los hallazgos arqueológicos que no fueron encontrados durante el proceso de CIRA y que son descubiertos durante las actividades de construcción del proyecto, así como los efectos que pueden causar en ellos.

2.3 Interacción de las Actividades del Proyecto y los Componentes Ambientales

Identificadas las actividades del proyecto, los componentes ambientales y sus indicadores de cambio en el área de estudio, se ha realizado una matriz de interacción para identificar los impactos potenciales que se derivaran de las actividades de desarrollo del proyecto (mediante combinación de la información proporcionada en 2.2) durante las etapas de construcción y operación del mismo. Esta interacción se representa en la Tabla 2.

La definición de Impacto Ambiental empleada en este estudio se refiere al producto de interacción de una actividad la cual origina un cambio sobre un determinado recurso. Los cambios observados en el recurso son los efectos ambientales, cuya importancia determinada través de un esquema de evaluación establecerá cuán trascendente es éste para el desarrollo del proyecto.

Para la identificación de impactos ambientales que potencialmente se observarán en el área de estudio como consecuencia del desarrollo de las actividades de construcción y operación del proyecto Planta de Licuefacción y Exportación de Gas Natural Licuado, se ha elaborado la matriz que se presenta en la Tabla 2. Para la interpretación de la tabla mencionada, vea la lista de códigos asignados en la Tabla 1.

Tabla 2 Matriz de Interacción de Componentes Ambientales y Actividades del Proyecto

MEDIO	COMPONENTE	ETAPAS DEL PROYECTO											
		Construcción						Operación					
		<i>Transporte y Movilización</i>	<i>Preparación del área</i>	<i>Construcción de Infraestructura y Servicios</i>	<i>Construcción de las Áreas de proceso y almacenamiento</i>	<i>Construcción de Instalaciones Marinas</i>	<i>Pruebas a sistemas y equipos</i>	<i>Tratamiento y Licuefacción de Gas Natural</i>	<i>Operaciones de Cargue de Gas Natural Licuado</i>	<i>Operaciones de los Remolcadores y del Muelle de Servicios</i>	<i>Mantenimiento de la Planta</i>	<i>Mantenimiento de las Instalaciones Marinas</i>	<i>Cierre de operaciones y abandono</i>
FISICO	Aire	A-1	A-1	A-1	A-1	A-1		A-1	A-1	A-1	A-1	A-1	A-1
	Ruido	R-1	R-1	R-1	R-1	R-1	R-1	R-1	R-1	R-1	R-1	R-1	R-1
	Agua	H-1				H-1	H-1		H-1	H-1		H-1	H-1
		H-2				H-2	H-2		H-2	H-2		H-2	H-2
	Suelo		SU-1	SU-1	SU-1						SU-1		SU-1
			SU-2	SU-2	SU-2			SU-2			SU-2		SU-2
		SU-3	SU-3	SU-3	SU-3					SU-3	SU-3	SU-3	
					SU-4		SU-4	SU-4	SU-4				
BIOTICO	Flora y Fauna terrestre y marina		FF-1	FF-1	FF-1						FF-1		FF-1
						FF-2						FF-2	FF-2
						FF-3			FF-3	FF-3		FF-3	FF-3
		FF-4	FF-4	FF-4	FF-4	FF-4		FF-4	FF-4	FF-4		FF-4	
SOCIAL	Social		S-1	S-1	S-1			S-1					
		S-2	S-2	S-2	S-2	S-2							
		S-3	S-3	S-3	S-3	S-3			S-3	S-3		S-3	S-3
		S-4	S-4	S-4	S-4								
		S-5	S-5	S-5	S-5	S-5	S-5	S-5	S-5				
	Económico	E-1	E-1	E-1	E-1	E-1		E-1	E-1	E-1	E-1	E-1	E-1
		E-2	E-2	E-2	E-2	E-2	E-2	E-2	E-2	E-2	E-2	E-2	E-2
		E-3	E-3	E-3	E-3	E-3	E-3	E-3	E-3	E-3	E-3	E-3	E-3
			E-4	E-4	E-4		E-4	E-4	E-4				
	Cultural		AR-1	AR-1	AR-1								

3.0 EVALUACION DE IMPACTOS

La evaluación de impactos consistió en definir los atributos a evaluar en cada uno de los impactos a analizar y la asignación de una escala relativa de valores para cada uno de estos atributos. A continuación se describe el proceso desarrollado hasta la calificación de cada uno de los impactos generados por las actividades del proyecto durante las etapas de construcción y operación.

3.1 Criterios de Evaluación

En el proceso de evaluación de impactos ambientales para el proyecto Planta de Licuefacción y Exportación de Gas Natural, se definieron los atributos y escala de valores para el análisis de los impactos. Los atributos establecidos para los impactos ambientales se fundamentaron en las características y el comportamiento espacio-temporal producto de la interacción actividad del proyecto - componente ambiental afectado.

Los atributos definidos para la calificación de los impactos potenciales fueron los siguientes:

- Carácter
- Extensión geográfica
- Duración
- Magnitud
- Probabilidad de ocurrencia
- Frecuencia
- Reversibilidad

La clasificación de estos atributos se representa en la Tabla 3. La definición de estos atributos se fundamenta en el comportamiento de impactos típicos conocidos, derivados de la construcción y operación de proyectos de similar naturaleza en la industria petrolera.

Tabla 3 Criterios de Clasificación

Atributo	Calificación	Definición
Carácter	Positivo	Beneficio neto para el recurso
	Neutro	Ningún beneficio ni perjuicio neto para el recurso
	Negativo	Perjuicio neto para el recurso
Extensión geográfica	Directa	Confinado al área directamente perturbada por el proyecto.

Atributo	Calificación	Definición
	Local	Sobrepasa las áreas directamente perturbadas pero está dentro de los límites del área del estudio de evaluación que se especificarán para cada disciplina o indicador.
	Regional	Se extiende más allá de los límites locales o administrativos especificados para cada disciplina o indicador. Se considera como impacto indirecto.
Duración	A corto plazo	Menos de 1 año
	A mediano plazo	Entre 1 y 5 años
	A largo plazo	Más de 5 años
Magnitud	Ninguna	No se prevé ningún cambio
	Baja	Se pronostica que la perturbación será ligeramente mayor que las condiciones típicas existentes
	Mediana	Se pronostica que los efectos están considerablemente por encima de las condiciones típicas existentes, pero sin exceder los criterios establecidos en los límites permisibles o sin causar cambios en los parámetros económicos, sociales, biológicos bajo los rangos de variabilidad natural o tolerancia social
	Alta	Los efectos predecibles exceden los criterios establecidos o límites permitidos asociados con efectos adversos potenciales o causan un cambio detectable en parámetros sociales, económicos y biológicos, mas allá de la variabilidad natural o tolerancia social
Frecuencia	Permanente	Ocurrirá continuamente
	Temporal	Confinado a un período específico (por ejemplo: durante la construcción)
	Periódica / Ocasional	Ocurre intermitente pero repetidamente a intervalos iguales de tiempo o también puede ser irregular en el intervalo de tiempo (ocasional) (por ejemplo: durante las actividades de mantenimiento)
Probabilidad de Ocurrencia	Baja	Poco probable
	Media	Posible o Probable
	Alta	Cierta
Reversibilidad	Corto Plazo	Puede ser revertido en un año o menos
	Mediano Plazo	Puede ser revertido en más de un año, pero en menos de diez.
	Irreversible	Efectos permanentes

3.2 Evaluación de Impactos

La calificación de impactos realizada por un equipo multidisciplinario se desarrollo en una matriz modificada de Leopold, en la cual se representaron los factores ambientales potencialmente afectados y las actividades del proyecto que pueden inducir a un impacto potencial (ver secciones 2.1 a 2.3).

El método de calificación empleado para la matriz consistió en asignar valores, en una escala relativa, a todos los atributos del impacto analizado para cada una de las interrelaciones actividad del proyecto - efecto ambiental.

La escala de valores relativa, establecida por el equipo multidisciplinario para cada uno de los atributos señalados en la sección 3.1 se representa en la Tabla 4.

Tabla 4. Escala de Valores para Calificación de Impactos

Carácter (C)		Duración (Du)	
Negativo	-1	Largo Plazo	3
Positivo	1	Mediano Plazo	2
Neutro	0	Corto Plazo	1
Magnitud (M)		Frecuencia (F)	
Alta	3	Permanente	3
Media	2	Periódico	2
Baja	1	Temporal	1
Probabilidad de Ocurrencia (Po)		Reversibilidad (R)	
Alta	1	Irreversible	3
Media	0,9-0,5	Reversible a mediano plazo	2
Baja	0,4-0,1	Reversible a corto plazo	1
Extensión Geográfica (E)			
Regional		3	
Local		2	
Directa		1	

La asignación de valores a cada una de las interacciones analizadas generó un índice múltiple de acuerdo con la siguiente expresión matemática, cuyo resultado representa las características cuantitativas y cualitativas del impacto:

$$Ca = C x Po x (M + E + Du + F + R)$$

Para la asignación de valores a cada uno de los impactos, según su atributo, cada uno de los especialistas ambientales empleo la información proveniente de los estudios de línea base y las observaciones, sugerencias y recomendaciones provenientes del proceso de consulta pública. El Anexo 3 contiene todos los valores asignados y el puntaje final otorgado a todos los cambios potenciales (22 como se muestra en la Tabla 1) que pueden ocurrir durante las interacciones de los componentes ambientales y sociales con las actividades del proyecto (en la sección 2.1 se describe un total de 12 para las actividades de construcción y operación).

A efectos de visualizar estas características cuantitativas y cualitativas del impacto analizado en la matriz de interacciones, se estableció un rango de valores y se asigno un código de color a cada uno de estos (ver Tabla 5).

Tabla 5 Rangos de Valor y Código de Color

Rangos de Valor				
			Efecto pronosticado	Código de Color
15	A	+1	Positivo	
0		0	Neutro	
-5	A	-1	Ligeramente negativo	
-10	A	-5,1	Moderadamente negativo	
-15	A	-10,1	Altamente negativo	

Los resultados de este proceso de calificación se reflejan en la matriz de calificación de impactos para la etapa de construcción y de operación que se presentan en las Tablas 6 y 7, respectivamente.

Tabla 6. Matriz de Calificación de Impactos - Etapa de Construcción

MEDIO	COMPONENTE	INDICADOR	ETAPA DEL PROYECTO					
			Construcción					
			<i>Transporte y Movilización</i>	<i>Preparación del área</i>	<i>Construcción de Infraestructura y Servicios</i>	<i>Construcción de las Áreas de Proceso y Almacenamiento</i>	<i>Construcción de Instalaciones Marinas</i>	<i>Pruebas a sistemas y equipos</i>
FISICO	Aire	A-1						
	Ruido	R-1						
	Agua	H-1						
		H-2						
	Suelo	SU-1						
		SU-2						
		SU-3						
SU-4								
BIOTICO	Flora y Fauna terrestre y marina	FF-1						
		FF-2						
		FF-3						
		FF-4						
SOCIAL	Social	S-1						
		S-2						
		S-3						
		S-4						
		S-5						
	Económico	E-1						
		E-2						
		E-3						
		E-4						
	Cultural	AR-1						

Tabla 7. Matriz de Calificación de Impactos - Etapa de Operación

MEDIO AMBIENTE	COMPONENTE	INDICADOR	ETAPA DEL PROYECTO					
			Operación					
			<i>Tratamiento y Licuefacción de Gas Natural</i>	<i>Operaciones de Cargue de Gas Natural Licuado</i>	<i>Operaciones de los Remolcadores y del Muelle de Servicios</i>	<i>Mantenimiento de Planta</i>	<i>Mantenimiento de Instalaciones Marinas</i>	<i>Cierre de Operaciones y Abandono</i>
FISICO	Aire	A-1						
	Ruido	R-1						
	Agua	H-1						
		H-2						
	Suelo	SU-1						
		SU-2						
		SU-3						
SU-4								
BIOTICO	Flora y Fauna terrestre y marina	FF-1						
		FF-2						
		FF-3						
		FF-4						
SOCIAL	Social	S-1						
		S-2						
		S-3						
		S-4						
		S-5						
	Económico	E-1						
		E-2						
		E-3						
		E-4						
	Cultural	AR-1						

4.0 ANALISIS DE LOS IMPACTOS

En esta sección se presenta un análisis de los impactos ambientales que potencialmente ocurrirán durante las etapas de construcción y operación del proyecto, determinados de acuerdo con el proceso anteriormente descrito.

4.1 Ambiente Físico

4.1.1 Calidad del Aire

Etapa de Construcción

El proyecto está ubicado en un área deshabitada y no existen actividades comerciales o industriales próximas a la misma. La calidad del aire existente en el lugar es típica de un área rural con emisiones que provienen predominantemente de los vehículos como fuentes móviles en el límite este a lo largo de la carretera Panamericana Sur. Los resultados de la información de la calidad del aire de línea base se encuentran descritos en el capítulo III del presente EIA.

Se anticipa que los impactos máximos de la calidad del aire durante la etapa de construcción serán temporales e intermitentes. Estas emisiones ocurrirán durante el periodo de construcción, provocadas principalmente por los equipos y maquinaria pesada utilizada para el movimiento de tierras, nivelación, compactación, cimentación y construcción de edificaciones y estructuras relacionadas con el Proyecto.

Las emisiones de contaminantes del aire son producidas debido a que estas fuentes están relacionadas principalmente con polvo o material particulado (MP) provenientes de las actividades de movimiento de tierras. Debido a la topografía ondulada del terreno y a la escasa presencia de vegetación, se espera que las operaciones de movimiento de tierras sean de corta duración en comparación con la duración de la construcción del Proyecto. Los impactos en la calidad del aire durante la construcción son considerados como impactos locales, ya que la dispersión del polvo alcanzará distancias menores a 1 km desde el área del proyecto.

El equipo de construcción empleado para preparar el terreno producirá emisiones a la atmósfera provenientes de la combustión de diesel y gasolina. Estos gases incluyen NO_x, hidrocarburos, CO,

MP, y SO₂. Se espera que estas emisiones sean temporales e intermitentes durante toda la etapa de construcción del Proyecto produciendo bajos impactos en la calidad del aire.

El área del Proyecto está ubicada en una zona rural donde la calidad de aire es considerada representativa de las áreas áridas que presentan material particulado transportado por el viento y donde hay otras fuentes principales de contaminación de aire aparte de los vehículos motorizados. Los impactos de la calidad de aire ambiental relacionados con la fase de construcción son considerados insignificantes.

Etapas de Operación

El modelo de calidad del aire que se aplicó para la Planta, indica que los impactos máximos de la calidad del aire son insignificantes y que las concentraciones están por debajo de los valores establecidos en los estándares de calidad establecidos en las Guías Ambientales del Banco Mundial (World Bank, 1999). Similar comparación se ha realizado con las Normas Peruanas y Estadounidenses de la Calidad del Aire.

La siguiente sección proporciona las descripciones de los métodos y supuestos empleados en el análisis del modelo de calidad del aire para predecir los máximos impactos del proyecto.

Enfoque General del Modelamiento de Aire

La predicción de los impactos en la calidad del aire para el Proyecto propuesto fue realizada empleando un modelo de dispersión del aire así como técnicas de modelamiento aprobadas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) presentadas en la Guía de Modelos de Calidad del Aire (EPA, 2001). El Banco Mundial, en su Manual de Prevención y Abatimiento de la Contaminación (Pollution Prevention and Abatement Handbook, 1999), generalmente recomienda el uso de los modelos EPA para predecir impactos de las fuentes de emisión. Golder también ha utilizado estos modelos de EPA en proyectos similares en otros países. La selección del modelo de dispersión del aire se estableció de acuerdo a su aplicabilidad para simular impactos en diferentes tipos de terreno. Según las guías del modelo de la EPA, se considera que un terreno simple son aquellas áreas en donde las características del terreno son todas más bajas en elevación que la parte superior de las chimeneas a ser evaluadas. Los terrenos complejos son aquellas áreas que presentan elevaciones por encima de la altura de las chimeneas a ser evaluadas.

Basado en las características de los terrenos simples y complejos existentes alrededor del área del proyecto, se utilizó el modelo de dispersión de aire “Industrial Source Complex Short-Term” (ISCST3, Versión 02035 EPA, 2002) para predecir las concentraciones máximas en la calidad del aire generadas por las emisiones del Proyecto.

Este modelo puede predecir concentraciones para una variedad de fuentes y para todos los diferentes tipos de terrenos empleando dos algoritmos. Los algoritmos incluyen el ISCST3, para desarrollar los análisis en un terreno simple, y el algoritmo COMPLEX I, para el análisis de calidad en terrenos complejos. El modelo ISCST3 es un modelo gaussiano de estado estable que puede ser empleado para evaluar impactos en la calidad del aire debido a emisiones de una amplia variedad de fuentes asociadas a instalaciones industriales. El modelo es actualizado a través del sitio en Internet de la Red de Transferencia de Tecnología (TTN) de la EPA.

El modelo ISCST3 tiene opciones rurales y urbanas, las cuales afectan la ley exponencial del perfil de velocidad del viento, las tasas de dispersión y las fórmulas de alturas de mezcla empleadas en el cálculo de las concentraciones a nivel del terreno. Los criterios usados para determinar cuando el modo rural o urbano es apropiado se basan en el uso del terreno en los alrededores de la planta propuesta (Auer, 1978). Si el uso del terreno es clasificado como altamente industrializado, moderado a ligeramente industrializado, comercial o residencial en más del 50% del área en un radio de 3 km, empleando como centro la fuente analizada, debería seleccionarse la opción urbana. De otra manera, la opción rural sería la más apropiada. En la Tabla 8 se presentan las características adicionales del modelo ISCST3.

Para los análisis de modelos que siguen la reglamentación de los Estados Unidos, la EPA (1999, a) recomienda seguir las siguientes características para el modelo y están referidas como opciones reglamentarias en el modelo ISCST3:

- Ascenso final de la pluma en todas las ubicaciones del receptor,
- Caída de flujo desde el desfogue de la chimenea,
- Dispersión por flotación inducida,
- Coeficientes del perfil de velocidad del viento para las opciones rural y urbana,
- Gradiente potencial vertical de temperatura
- Procesamiento en condiciones de calma, y

- Vida media para decaimiento exponencial de 4 horas para el cálculo de concentraciones de SO₂ en áreas urbanas.

En este análisis, las opciones reglamentarias fueron empleadas para determinar los impactos máximos del proyecto. Basado en una revisión del uso del suelo en los alrededores del proyecto, se seleccionó la opción rural, ya que la mayoría del uso del suelo dentro de un radio de 3 km no es residencial, industrial, o comercial.

Tabla 8 Aspectos Principales del Modelo ISCST3, Versión 01001

Aspectos del Modelo ISCST3
Sistemas de coordenadas Polares o Cartesianas para la ubicación de receptores
Una opción rural o una de las tres opciones urbanas que afectan el perfil del exponente de la velocidad del viento, los rangos de dispersión y cálculos para la altura de mezcla
Ascenso de la pluma debido a impulsos y flotabilidad en función de la distancia a favor del viento para emisiones de chimenea (Briggs, 1969, 1971, 1972, y 1975; Bowers, 1979)
Procedimientos sugeridos por Huber y Snyder (1976); Huber (1977); y Schulman y Scire (1980) para la evaluación del efecto difusorio de los edificios
Procedimientos sugeridos por Briggs (1974) para la evaluación de la caída de flujos desde la salida en chimeneas
Separación de fuentes de emisión múltiples
Consideración de los efectos de la caída gravitacional y la deposición en seco sobre la concentración de partículas en el ambiente
Capacidad de simular fuentes puntuales, en línea, volumen, área y áreas a tajo abierto.
Capacidad para calcular deposiciones secas y húmedas, incluyendo material gaseoso y particulado lavado por precipitación para deposición húmeda por barrido.
Variación de la velocidad del viento con elevación (ley exponencial del perfil de la velocidad del viento).
Concentraciones estimadas para 1 hora hasta promedio de periodos anuales.
Procedimientos de ajuste de terreno para terrenos elevados, incluyendo un algoritmo para altibajos del terreno para ISCST3 y un algoritmo para predecir concentraciones en terrenos complejos.
Consideración del exponencial de tiempo para la descomposición de los contaminantes
El método de Pasquill (1976) para determinar la dispersión por flotabilidad inducida.
Opción predeterminada para establecer varios modelos y parámetros requeridos comparados con valores recomendados por EPA (ver texto de opciones regulatorias utilizadas)
Procedimiento para vientos en calma incluyendo valores predeterminados de velocidad de viento menores que 1 m/s a 1 m/s.

*Nota: ISCST3 = Modelo de Dispersión para Fuentes de Complejo Industrial
 Fuente: EPA, 1999.*

El modelo ISCST3 está diseñado para calcular las concentraciones (o deposiciones) hora por hora para períodos promedios de tiempo de 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, y 24 horas. Si el modelo es empleado con datos meteorológicos horarios secuenciales de un año completo, se pueden calcular también valores de concentración anuales. El modelo ISCST3 también puede ingresar receptores polares y cartesianos, ya sea individualmente o en una forma de cuadrícula.

Para dar cumplimiento al valor establecido por el Banco Mundial para el promedio de 24 horas este se realiza comparando el valor del percentil 98 estimado para la fuente con el valor establecido en las guías. Para el valor promedio del periodo de 24 horas, el valor del percentil 98 es equivalente al séptimo mayor valor, el cual es determinado multiplicando 2% por 365 (el número de periodos promedios de 24 horas en un año).

Fuentes y Datos de Emisión

La información del diseño, operación y emisión de las chimeneas se basó en los datos suministrados por Kellogg Brown & Root Inc. (KBR), quien realizó los diseños de ingeniería del proyecto. Estos datos fueron utilizados para el análisis del modelo.

Los datos de operación y emisión de las chimeneas empleadas en la modelación de la calidad del aire para el proyecto, se presentan en la Tabla 9. El análisis del modelo se desarrolló asumiendo que todas las fuentes estaban operando a su máxima capacidad (i.e., a 100 % de operación continua) y operando simultáneamente. En el caso de los generadores GT, dos de las tres unidades operan al mismo tiempo mientras que la tercera está apagada. Por lo tanto, sólo dos de estas unidades fueron modeladas.

Aquellas fuentes identificadas en operación continua, fueron modeladas para cada hora en el año. Algunas fuentes, tales como los generadores de emergencia y las bombas operan esporádicamente. Estas fuentes son probadas una hora cada semana para mantenimiento y operan un máximo de 100 horas al año. Para propósitos del modelamiento, las emisiones máximas horarias fueron ajustadas basadas en el período promedio. Para un período promedio de 1 hora, no se hizo ningún ajuste. Para períodos promedios de 8 y 24 horas, se asumió que estas fuentes operan 1 hora durante el período analizado. Por lo tanto, las emisiones para estos períodos fueron obtenidas mediante la multiplicación de las emisiones horarias por los factores de 1 hora/8 horas y 1 hora/24 horas respectivamente. En forma similar, los valores de las emisiones anuales promedios fueron obtenidos mediante la multiplicación de las emisiones horarias por un factor de 100 horas/8,760 horas.

Tabla 9 Información de Chimeneas, Operaciones y Emisión de Contaminantes del Proyecto Empleadas para el Análisis del Modelo de Dispersión en el Aire

Fuente de Emisiones	Continua (C) o Intermitente (I)	Información de la Chimenea		Información de las Actividades de Operación					Información de Emisiones Contaminantes											
		Altura (m)	Diámetro (m)	Flujo		Velocidad	Temperatura		NO _x		SO ₂		CO		MP		MP10		VOC	
				(kg/hr)	(m ³ /hr)	(m/s)	(°C)	(K)	(kg/hr)	(g/s)	(kg/hr)	(g/s)	(kg/hr)	(g/s)	(kg/hr)	(g/s)	(kg/hr)	(g/s)	(kg/hr)	(g/s)
Tambor regenerador de reflujo AGR (V-114)	C	28	0.457	23,150	15,128	25.6	50	323		NA		NA		NA		NA		NA		NA
Motor GT (KT-1410) a Compresora LP/MP MR	C	36	4.94	1,074,000	2,567,422	37.2	537.2	810	40.4	11.22	Neg.	Neg.	15	4.17	4	1.11	2	0.56	4.5	1.25
Motor GT (KT-1420) a HP MR/compresor de propano	C	36	4.94	1,074,000	2,567,422	37.2	537.2	810	40.4	11.22	Neg.	Neg.	15	4.17	4	1.11	2	0.56	4.5	1.25
Generador GT No. 1 (G-4001)	C	36	4.00	439,000	985,085	21.8	488.3	761	14.1	3.92	Neg.	Neg.	10	2.78	2	0.56	1	0.28	4.1	1.14
Generador GT No. 2 (G-4002)	C	36	4.00	439,000	985,085	21.8	488.3	761	14.1	3.92	Neg.	Neg.	10	2.78	2	0.56	1	0.28	4.1	1.14
Generador GT No. 3 (G-4003)	C	36	4.00	439,000	985,085	21.8	488.3	761	14.1	3.92	Neg.	Neg.	10	2.78	2	0.56	1	0.28	4.1	1.14
Calentador regenerador de deshidratación (H-1301)	C	35	1.32	13,927	20,088	4.1	229	502	1.12	0.31		NA		NA		NA		NA		NA
Calentador de Aceite (H-14101A)	C	44	1.75	20,655	27,242	3.1	186	459	2.14	0.59		NA		NA		NA		NA		NA
Calentador de Aceite (H-14101B)	C	44	1.75	20,655	27,242	3.1	186	459	2.14	0.59		NA		NA		NA		NA		NA
Generador Diesel de Emergencia (GD-4001A)	I ^c	3.05	0.305	NA	25,200	95.8	460	733	14.56	4.04	1.69	0.47	1.19	0.33	0.26	0.072	0.26	0.072	0.32	0.089
Generador Diesel de Emergencia (GD-4001B)	I ^c	3.05	0.305	NA	16,313	62.0	471	744	13.54	3.76	1.19	0.33	1.86	0.52	0.24	0.067	0.24	0.067	0.33	0.092
Bomba Diesel contra Incendios (PD-7601A)	I ^c	3.05	0.215 ^f	NA	7,546	57.8	466	739	6.65	1.85	0.43	0.12	1.35	0.38	0.11	0.031	0.11	0.031	0.1	0.028
Bomba Diesel contra Incendios (PD-7601B)	I ^c	3.05	0.215	NA	7,546	57.8	466	739	6.65	1.85	0.43	0.12	1.35	0.38	0.11	0.031	0.11	0.031	0.1	0.028
Bomba Diesel contra Incendios c/agua de mar (PD-6101)	I ^c	3.05	0.215	NA	7,546	57.8	466	739	6.65	1.85	0.43	0.12	1.35	0.38	0.11	0.031	0.11	0.031	0.1	0.028
Chimenea de antorcha de gas seco (B-6220)	C	150	1.53	NA	NA	0.1 ^d	18	291	0.28	0.08		NA	1.45	0.40		NA		NA	0	0.00
	I ^c						46	319	2.01	0.56 ^e			10.45	2.90 ^e					101.5	28.19 ^e
Chimenea de antorcha de gas húmedo (B-6210)	C	150	0.915	NA	NA	0.1 ^d	18	291	0.05	0.01		NA	0.25	0.07		NA		NA		NA
	I ^c								171	47.50 ^e			888.5	246.8 ^e 1 ^e						
Sistema de recirculación de antorcha para tanques y barcos (B-3710)	C	35	0.305	NA	NA	0.1 ^d	18	291	0.01	0.003		NA	0.07	0.02		NA		NA		NA
	I ^c								10.8	3.00 ^e			56	15.56 ^e						
Tanque de almacenamiento de Diesel (T-5301)	C	7	0.025	NA	NA	0.1 ^d	18	291		NA		NA		NA		NA		NA	3.5	0.97

^a 2 generadores operan al mismo tiempo mientras que el tercero esta a pagado.
^c Operadas 1 hora por semana para mantenimiento; 100 horas máximo por año.
^e Carga máxima de antorcha en caso de emergencia.

^b Las unidades operan el 50% del tiempo a toda su capacidad, el 50% restante en modo de espera.
^d Velocidad aproximada ya que no fue proporcionada la información con respecto al flujo
^f Diámetro basado en dos chimeneas de 0.152 m cada una

Estos supuestos son conservadores ya que generalmente se obtendrían valores mas bajos si las fuentes se modelaran asumiendo capacidades de operación mas bajas y estuvieran localizadas en su posición real. Para aquellas fuentes que fueron asumidas como operación continua, se consideró un supuesto adicional conservador ya que es improbable que operen todas las horas del año.

Debería tenerse en cuenta que la mayoría de los óxidos de nitrógeno (NO_x) emitidos de las fuentes está en forma de óxido de nitrógeno (NO) y dióxido de nitrógeno (NO_2). NO es la forma predominante de NO_x emitida por fuentes de combustión. NO es convertido fácilmente en la atmósfera a NO_2 por la reacción química con el ozono. Sin embargo, una parte de NO_2 se convierte a ácido nítrico (HNO_3) y sales de amonio. Por lo tanto, no todo el NO_x emitido permanece como NO_2 en la atmósfera.

Los estándares y guías de calidad ambiental están definidos en términos de NO_2 . En este análisis, las emisiones de NO_x para cada fuente fueron modeladas. Para explicar las concentraciones de NO_2 , un 75 por ciento de las concentraciones estimadas de NO_x fueron asumidas como concentraciones de NO_2 . Esta aproximación es consistente con las guías de modelamiento del EPA.

Información Meteorológica

La información meteorológica necesaria para desarrollar el modelo de dispersión de aire consiste en los cinco parámetros meteorológicos siguientes:

- La dirección del viento que determina la dirección de transporte hacia la cual la pluma viajará y potencialmente afectará receptores en la dirección del viento de la planta.
- La velocidad del viento que determina la cantidad de dilución de la concentración de la pluma y la altura a la cual se elevará la pluma;
- Temperatura que afecta la altura hasta la cual la pluma se elevará. También es empleada para estimar las alturas de mezcla durante la tarde.
- Estabilidad atmosférica que determina la extensión de la pluma o dispersión en las direcciones vertical y horizontal;
- Altura de mezcla que determina la máxima extensión vertical o volumen de aire en el cual la pluma puede dispersarse.

La dirección del viento, la velocidad del viento, y la temperatura pueden ser medidas directamente. La estabilidad atmosférica y la altura de mezcla son deducidas a partir de otros parámetros. Por ejemplo, la estabilidad puede ser obtenida mediante observaciones horarias de la temperatura ambiente, cubierta del cielo opaco y altura del techo de nubes.

Los datos meteorológicos recolectados cerca del área del proyecto son limitados. Durante un intervalo de tiempo de aproximadamente cinco meses, se colectaron datos meteorológicos en Pampa Clarita, localizado aproximadamente a 15 km al norte del área del proyecto. Esta estación meteorológica fue reubicada al sitio actual del proyecto y se han colectado datos meteorológicos desde Junio de 2002.

Debido a que estos datos meteorológicos han sido colectados por un período de tiempo limitado, el modelamiento se realizó con datos horarios superficiales disponibles de estaciones meteorológicas de aeropuertos cercanos. En términos generales, los datos reportados en estas estaciones incluyen los parámetros necesarios requeridos para la aplicación del modelo. Los parámetros reportados incluyen dirección del viento, velocidad del viento, temperatura, cubierta del cielo opaco y altura del techo de nubes.

El aeropuerto más cercano al área del Proyecto que colecta los datos meteorológicos necesarios es el aeropuerto de Pisco, ubicado aproximadamente 50 km al sur del proyecto. En este aeropuerto se obtuvieron datos meteorológicos horarios completos del año 1996, el cual fue el año mas reciente con datos completos disponibles. La información meteorológica fue obtenida de la “International Surface Weather Observations”, disponible en CDROMs los cuales son producidos conjuntamente por la “U.S. Air Force Climatology Center” y la “National Climatic Data Center” (NCDC). Estos datos fueron editados para valores faltantes y procesados en una versión modificada del RAMMET, el cual es un programa de procesamiento de datos meteorológicos de la U.S EPA. El programa RAMMET fue modificado para aceptar el formato de los datos colectados.

Basado en la revisión de los datos de Pisco pudo observarse que no existe ningún valor reportado de la dirección y velocidad del viento para cerca del 40 por ciento de las observaciones anuales. La falta de datos de viento puede ser atribuida a condiciones de calma o información perdida. Para estas horas en las que no hay datos de viento reportado, el modelo ISCST3 no calcula ninguna concentración. Por lo anterior, el número de concentraciones potencialmente contaminantes que

puede ser comparada con estándares o guías de calidad del aire se reduce en un 40%. Para determinar si el uso de estos datos limitados afectaría las máximas concentraciones estimadas por el modelo, se revisaron los datos meteorológicos del aeropuerto de Lima localizado aproximadamente a 160 km al norte del proyecto. Esta estación también reporta los datos necesarios para la aplicación del modelo pero los datos meteorológicos, incluyendo velocidad y dirección del viento estuvieron disponibles para más del 97% de las observaciones.

Debido a que los datos meteorológicos de las estaciones de Pisco y Lima son representativos de las condiciones climáticas de la región en la que se localiza el proyecto, los datos superficiales de estas dos estaciones fueron seleccionados para la aplicación del modelo.

Las alturas de mezcla horarias son generalmente calculadas a partir de datos medidos de temperatura superficial y de mediciones de temperatura del aire por sonda, usando una aproximación desarrollada por Holzworth (1972). Debido a que no existen datos disponibles de temperatura de sonda para este estudio, se asumió para el análisis del modelo una altura de mezcla mecánicamente dirigida basada en la velocidad horaria del viento. Este procedimiento está descrito en el manual del usuario del modelo SCREEN3 de la U.S EPA (U.S. EPA, 1995). De acuerdo al procedimiento, las alturas de mezcla horarias pueden ser calculadas de la siguiente manera:

$$Z_m = (0.3 \times u^*) / f$$

Donde:

Z_m = altura de mezcla (m)

u^* = velocidad del viento en la superficie de fricción (m/s);

= 0.1 x velocidad del viento medida a 10 metros, y

f = fuerza de Coriolis = $2 \times (7.20 \times 10^{-5}) \times \text{seno}(\text{latitud de la estación, grados})$.

Para una latitud de 12 grados (basado en la estación de Lima), el valor del Z_m es aproximadamente igual a 860 veces la velocidad del viento. Dado que este valor produciría alturas de mezcla relativamente altas y no tendría en cuenta suficientemente la ocurrencia de inversiones térmicas de baja altura, el valor de Z_m fue reducido aproximadamente por un factor de 3 e igualado a 300 veces la velocidad del viento. La reducción de Z_m produjo valores de alturas de mezcla que son más típicas

del área y por lo tanto produjo valores razonables. Asimismo, las alturas de mezcla calculadas con estos valores reducidos producirían impactos conservadores (más altos de los esperados).

Ubicación de Receptores

Las concentraciones fueron calculadas para receptores ubicados en una cuadrícula radial con 36 radiales o líneas, extendidas desde el sitio del proyecto hasta una longitud de 10,000 m. Para el análisis se usó un total de 648 receptores, los cuales se localizaron a lo largo de 36 radiales con centro en las fuentes modeladas y separadas entre si por 10 grados. Los receptores fueron ubicados en cada radial a distancias de 100; 200; 300; 500; 600; 700; 800; 900; 1,000; 1,200; 1,500; 2,000; 3,000; 4,000; 5, 000; 6,000; 8,000; y 10,000m. Las elevaciones del terreno fueron incluidas en cada ubicación del receptor. En la selección del terreno se empleo una aproximación conservadora. Primero, las elevaciones del terreno fueron revisadas a una distancia dada en la dirección del viento para todas las direcciones. Posteriormente, el terreno más alto de todas las direcciones fue seleccionado para representar la elevación del terreno a esa distancia para todas las direcciones.

Efecto Difusor de Edificios

El modelo ISCST3 incluye algoritmos empleados para estimar los efectos de edificios en la dispersión del efluente, los cuales pueden ser aplicados a cualquier chimenea sobre o adyacente a un edificio. Bajo condiciones de viento fuerte a moderado, es posible que el efluente que emana de una chimenea o edificio no escape totalmente de la región de efecto aerodinámico en el borde del edificio, ocasionando una caída de flujo donde los efluentes son mezclados en la región afectada. La forma del edificio y la orientación del edificio con respecto al viento afectan las dimensiones del efecto de turbulencia y la intensidad de la caída. La altura de la chimenea, la altura y el ancho del edificio, la velocidad horizontal del viento, la velocidad de salida de la pluma y la flotación de la pluma determinan cual porción de la pluma permanecerá sobre el efecto de una estructura.

Los criterios empleados para determinar si puede ocurrir caída de flujo por edificios están basados en recomendaciones de la EPA (EPA, 1985) para determinar alturas de chimenea de acuerdo a buenas prácticas de ingeniería (GEP). De acuerdo con este criterio, si la altura de la chimenea es menor que la recomendada (GEP), la deflexión de los remolinos y difusiones causados por estructuras cercanas, influenciarán la pluma produciendo concentraciones más altas a nivel del terreno en áreas cercanas a

la chimenea. En los Estados Unidos, la altura de chimenea recomendada (GEP) ha sido definida de la siguiente manera:

$$GEP = H + 1.5 L$$

Donde:

H = altura de una edificación o estructura cercana; y

L = la menor dimensión entre la altura o ancho proyectado de la estructura cercana.

Una estructura es definida como cercana si su distancia es:

- Menor o igual a cinco veces la altura menor o el máximo ancho proyectado (por ejemplo, diagonal) de una estructura, y
- No mayor a 0.8 km medidos desde la chimenea.

Basado en la información suministrada para este Proyecto, las estructuras sólidas mas altas son las estructuras para las turbinas de gas, las cuales tienen una altura de aproximadamente 15 metros. Puesto que la altura de las chimeneas propuestas para las turbinas de gas de los conductores, las turbinas de gas para los generadores y el calefactor de deshidratación-regeneración serán de 36 metros aproximadamente, se han considerado en la aplicación del modelo los efectos de caída de flujo por edificios para estas fuentes.

Concentraciones Ambientales de Referencia

Para estimar las concentraciones totales de calidad del aire, debe adicionarse una concentración de referencia a los resultados del modelo. La concentración de referencia se considera que es la contribución a la calidad del aire de fuentes que no están incluidas en la evaluación del modelo.

Los datos de monitoreo existentes de la calidad del aire ambiental de referencia fueron colectados en el sitio del proyecto tal como se describe en la Sección 4 del Capítulo III. La concentración máxima promedio de 24 horas medida en las cuatro estaciones de monitoreo también se presenta en la misma sección. Los contaminantes medidos incluyeron NO₂, MP₁₀, SO₂, y CO que suministraron información de línea base antes de la construcción y operación de la Planta.

Los datos de calidad ambiental del aire fueron utilizados para estimar la concentración de referencia promedio anual y de 24 horas. Se empleó la mayor concentración promedio de 24 horas para cada contaminante medido en las estaciones de monitoreo para representar la concentración de referencia promedio de 24 horas. Asimismo, se empleó la concentración mas baja de los mayores valores medidos en las estaciones de monitoreo para representar la concentración de referencia promedio anual. En base a este análisis, las concentraciones promedio anual y de 24 horas fueron usadas como concentraciones de referencia tal como se muestra a continuación:

Contaminante	Concentración de Referencia ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Promedio 24-Horas	Promedio Anual
NO ₂ ,	4	3
MP ₁₀	71	33
SO ₂	5	5
CO	390	NA

NA= no aplicable

Nota: Concentración promedio de 24 horas de CO empleada para concentración de referencia promedio de 1-y 8 horas

Estas concentraciones fueron adicionadas a las concentraciones máximas estimadas para el proyecto y de esta manera obtener las concentraciones totales de calidad del aire. Las concentraciones totales de calidad de aire fueron comparadas con las guías de calidad del aire del Banco Mundial, los estándares de calidad de aire de Perú y de los Estados Unidos.

Resultados del Modelamiento de Calidad del Aire

Los máximos impactos estimados por las fuentes de emisión de la planta empleando un año de datos meteorológicos de Pisco y Lima se resumen en la Tabla 10. Los Resultados del Modelo de Dispersión de Aire son incluidos en el Anexo 3 En la Tabla 11 se presenta un resumen de las concentraciones totales de la calidad del aire, en la cual se indican las máximas concentraciones estimadas debido a las fuentes de emisión de la Planta y las concentraciones de referencia medidas.

Tal como se muestra en la Tabla 11, las máximas concentraciones pronosticadas de NO₂, MP₁₀, SO₂, y CO estimadas para el Proyecto cumplen con las guías del Banco Mundial del Año 1998, las Normas Peruanas de la Calidad del Aire y los estándares de calidad ambiental del aire de los Estados Unidos. Se estima que las concentraciones máximas ocurrirán generalmente aproximadamente 1 km hacia el norte del área del Proyecto.

Tabla 10. Impactos Contaminantes Máximos Previstos para el Proyecto Utilizando la Información Meteorológica de 1996 de Pisco y Lima, Perú

Contaminantes	Periodo Promedio	Valor	Concentraciones Máximas Previstas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ^a							
			Total de Fuentes Modeladas	Motores GT	Generadores GT	Calentadores	Antorchas	Generadores Diesel de Emergencia ^d	Bombas Diesel contra Incendio ^d	Bombas contra Incendio con Agua de Mar ^d
Información Meteorológica de Pisco										
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) ^b	Anual	Máximo	4.0	0.15	0.20	2.9	0.022	0.59	1.2	0.58
	24-Horas	Máximo	25.8	0.77	0.78	8.1	0.07	7.4	10.9	5.4
		98 Percentil	24.2							
Material Particulado (MP ₁₀)	Anual	Máximo	0.054	0.019	0.037	NM	NM	0.014	0.026	0.013
	24-Horas	Máximo	0.52	0.102	0.15	NM	NM	0.17	0.25	0.12
		98 percentil	0.49							
Dióxido de Azufre (SO ₂)	Anual	Máximo	0.23	NM	NM	NM	NM	0.078	0.104	0.052
	24-Horas	Máximo	2.3	NM	NM	NM	NM	1.0	0.94	0.47
		98 Percentil	2.2							
Monóxido de Carbono (CO)	24-Horas	Máximo	5.6	0.38	0.74	NM	0.58	1.1	3.0	1.5
	8-horas	Máximo	25.7	0.93	1.5	NM	1.2	5.5	13.9	7.0
	1-hora	Máximo	294	4.2	4.8	NM	4.1	75.2	156	78.2
Información Meteorológica de Lima										
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) ^b	Anual	Máximo	3.7	0.093	0.14	3.0	0.029	0.51	1.1	0.53
	24-Horas	Máximo	27.6	0.69	0.57	9.3	0.14	6.6	12.0	6.0
		98 Percentil	22.1							
Material Particulado (MP ¹⁰)	Anual	Máximo	0.046	0.012	0.027	NM	NM	0.012	0.023	0.012
	24-Horas	Máximo	0.57	0.092	0.11	NM	NM	0.15	0.27	0.14
		98 Percentil	0.45							
Dióxido de Azufre (SO ₂)	Anual	Máximo	0.20	NM	NM	NM	NM	0.067	0.094	0.047
	24-Horas	Máximo	2.4	NM	NM	NM	NM	0.87	1.0	0.52
		98 Percentil	1.9							
Monóxido de Carbono (CO)	24-Horas	Máximo	6.1	0.34	0.53	NM	1.2	1.0	3.3	1.7
	8-horas	Máximo	28.3	1.0	1.3	NM	2.8	5.0	15.7	7.8

NM= no modelado debido a emisiones mínimas

^a Las concentraciones máximas fueron previstas utilizando el modelo USEPA ISCST3, mediciones cada hora durante 1996 datos meteorológicos de Pisco y Lima.

^b Las concentraciones máximas de NO_x fueron multiplicadas por la siguiente relación **NO₂/NO_x 0.75** para establecer la porción de NO₂ en las emisiones de NO_x:

^c 98 percentil o la séptima concentración mas alta dentro de un periodo de 24 horas (equivalente a el 2% de valor ó 0.02 x 365 (número de valores de 24 horas en un año).

^d Fuentes intermitentes que operan 1 hora semanal para mantenimiento, máximo 100 horas por año.

Para el modelamiento, las emisiones horarias máximas para estas fuentes fueron ajustadas en base a un periodo promedio.

No se efectuó ajustes para el periodo promedio de 1 hora. Para los periodos de 8 horas y 24 horas, se asumió que las fuentes operan 1 hora en estos periodos.

Por lo tanto, las emisiones para estos periodos fueron obtenidas multiplicando las emisiones horarias por 1/8 horas y 1/24horas respectivamente. De forma similar, las emisiones anuales se obtuvieron multiplicando las emisiones horarias por el factor de 100 horas/8,760 horas.

Tabla 11. Resumen del Total Máximo para Calidad de Aire Previsto para las Fuentes del Proyecto y Emisiones de Referencia Comparados con Guías Ambientales de Calidad de Aire

Contaminantes	Periodo Promedio	Valor	Concentraciones Máximas Previstas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ^a			1988 Banco Mundial ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Perú Estándares Ambientales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Estados Unidos Estándares Ambientales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
			Total de Fuentes Modeladas	Emisiones de referencia ^b	Total de Fuentes			
Información Meteorológica de Pisco								
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	Anual	Máximo	4.0	3	7.0	100	NA	100
	24-Horas	Máximo	25.8	4	29.8	NA	200	NA
		98 Percentil	24.2	4	28.2	150	NA	NA
Material Particulado (MP ₁₀)	Anual	Máximo	0.054	33	33.1	50	NA	50
	24-Horas	Máximo	0.52	71	71.5	NA	150	150
		98 Percentil	0.49	71	71.5	150	NA	NA
Dióxido de Azufre (SO ₂)	Anual	Máximo	0.23	5	5.2	80	NA	80
	24-Horas	Máximo	2.3	5	7.3	NA	365	365
		98 Percentil	2.2	5	7.2	150	NA	NA
Monóxido de Carbono (CO)	24-Horas	Máximo	5.6	390	396	NA	30,000	NA
	8-horas	Máximo	25.7	390	416	NA	NA	10,000
	1-hora	Máximo	294	390	684	NA	NA	40,000
Información Meteorológica de Lima								
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	Anual	Máximo	3.7	3	6.7	100	NA	100
	24-Horas	Máximo	27.6	4	31.6	NA	200	NA
		98 Percentil	22.1	4	26.1	150	NA	NA
Material Particulado (MP ¹⁰)	Anual	Máximo	0.046	33	33.0	50	NA	50
	24-Horas	Máximo	0.57	71	71.6	NA	150	150
		98 Percentil	0.45	71	71.5	150	NA	NA
Dióxido de Azufre (SO ₂)	Anual	Máximo	0.20	5	5.2	80	NA	80
	24-Horas	Máximo	2.4	5	7.4	NA	365	365
		98 Percentil	1.9	5	6.9	150	NA	NA
Monóxido de Carbono (CO)	24-Horas	Máximo	6.1	390	396	NA	30,000	NA
	8-horas	Máximo	28.3	390	418	NA	NA	10,000
	1-hora	Máximo	291	390	681	NA	NA	40,000

NA= no aplicable

^a Ver tablas anteriores que muestran el máximo de concentraciones previstas mostrando el peor caso meteorológico y la información meteorológica horaria durante 1996 para Pisco y Lima.

^b Emisiones de referencia de concentraciones medidas en el área del proyecto.

^c Segunda concentración más elevada.

^d 98 Percentil ó la séptima concentración mas alta para el periodo de 24 horas (equivalente a el 2% del valor ó 0.02 x 365 (número de 24-horas valores en un año).

Como se muestra en las tablas anteriormente mencionadas, las máximas concentraciones estimadas para las dos bases de datos meteorológicos (Pisco y Lima) fueron bastante similares. Por lo anterior, las siguientes comparaciones de los impactos totales con las guías y estándares de calidad del aire están basadas en el uso de las mayores concentraciones estimadas empleando cualquiera de las bases de datos meteorológicos.

Concentraciones Totales de NO₂ de la Calidad del Aire

Se pronostica que el promedio máximo total anual y de 24 horas de las concentraciones de NO₂ por el proyecto y concentración de referencia son:

7.0 µg/m³, que representa el 7 por ciento del valor anual de las guías de calidad ambiental del aire del Banco Mundial, establecido en 100 µg/m³; y

28.2 µg/m³, que representa el 19 por ciento del valor promedio de 24 horas de las guías de calidad ambiental del aire del Banco Mundial, establecido en 150 µg/m³

Las máximas concentraciones totales de la calidad del aire estimadas también están por debajo de los estándares de calidad del aire del Perú y de los estándares de calidad ambiental del aire de los Estados Unidos, los cuales son iguales o más altos que los establecidos en las Guías del Banco Mundial.

Concentraciones Totales de MP₁₀ de la Calidad del Aire

El promedio máximo total anual y de 24 horas de las concentraciones de MP₁₀ por el Proyecto y concentración de referencia se estima que son:

33.1 µg/m³, que representa el 66 por ciento del valor anual de las guías de calidad ambiental del aire del Banco Mundial, establecido en 50 µg/m³; y

71.5 µg/m³, que representa el 48 por ciento del valor promedio de 24 horas de las guías de calidad ambiental del aire del Banco Mundial, establecido en 150 µg/m³.

Estos impactos totales son debidos principalmente a la concentración de referencia (Background) registrada en el monitoreo de calidad del aire. El proyecto como tal, contribuye con menos de 1 µg/m³, lo que representa menos del 1% del total de los impactos. La alta concentración de referencia de los materiales particulados está relacionada con el polvo transportado por el viento y fuentes de referencia (tráfico de vehículos).

Las máximas concentraciones totales de la calidad del aire estimadas también están por debajo de los estándares de calidad del aire de Perú y de los estándares de calidad ambiental del aire de los Estados Unidos, los cuales son iguales o más altos que los establecidos en las guías del Banco Mundial.

Concentraciones Totales de SO₂ de la Calidad del Aire

Se ha estimado el promedio máximo total anual y de 24 horas de las concentraciones de SO₂ para el proyecto y concentración de referencia en:

5.2 µg/m³, que representa el 7 por ciento del valor anual de las guías de calidad ambiental del aire del Banco Mundial, establecido en 80 µg/m³; y

7.2 µg/m³, que representa el 5 por ciento del valor promedio de 24 horas de las guías de calidad ambiental del aire del Banco Mundial, establecido en 150 µg/m³.

De la misma manera que con las concentraciones de MP₁₀, estos impactos totales son debidos principalmente a la concentración de referencia registrada en el monitoreo de calidad del aire. El proyecto contribuye con menos del 30 y 5 por ciento que corresponden a las concentraciones promedio anual y de 24 horas, respectivamente.

También se predice que las máximas concentraciones totales de la calidad del aire están por debajo de los estándares de calidad del aire de Perú y de los estándares de calidad ambiental del aire de los Estados Unidos, los cuales son iguales o más altos que los establecidos en las guías del Banco Mundial.

Concentraciones Totales de CO de la Calidad del Aire

No existen guías del Banco Mundial para las concentraciones de CO. Las máximas concentraciones totales fueron comparadas con las normas peruanas y estadounidenses de calidad del aire. Se predice que las máximas concentraciones de CO para el Proyecto y la concentración de referencia son:

396 µg/m³, que representa el 1.3 por ciento del valor promedio de 24 horas establecido en los estándares de calidad del aire de Perú de 30.000 µg/m³;

418 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, que representa el 4.2 por ciento del valor promedio de 8 horas establecido en los estándares de calidad ambiental del aire de los Estados Unidos de 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; y

684 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, que representa el 1.7 por ciento del valor promedio de 8 horas establecido en los estándares de calidad ambiental del aire de los Estados Unidos 40.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

Los impactos totales de CO son debidos principalmente a la concentración de referencia registrada en el monitoreo de calidad del aire. El proyecto contribuye con menos del 45, 10 y 2 por ciento del total de las concentraciones promedio de 1 hora, 8 horas y 24 horas, respectivamente.

Conclusiones

En base a los resultados, se estima que las concentraciones totales de NO_2 , SO_2 , y CO son menores al 20% de los valores establecidos en las guías y estándares de calidad ambiental del aire. Para MP_{10} , se estima que las concentraciones totales de la calidad del aire son menores al 66 por ciento de las guías o estándares. Las fuentes del proyecto contribuyen con menos de 1% del total de las concentraciones de MP_{10} ; la mayoría de las concentraciones totales se debe a la concentración de referencia estimada en los datos del monitoreo. De la misma manera, la mayoría de las concentraciones de SO_2 , y CO también se deben a las concentraciones de referencia; las fuentes del Proyecto contribuyen con un 30 por ciento o menos de la concentración máxima total.

Por lo anterior, se espera que las concentraciones máximas totales debidas a las fuentes del proyecto y las concentraciones de referencia estén por debajo y cumplan con las guías del Banco Mundial de 1998, los estándares de calidad del aire de Perú y los estándares de calidad ambiental del aire de los Estados Unidos.

4.1.2 Ruido

Etapas de Construcción

Los impactos del ruido debidos a la construcción del Proyecto serán temporales. La mayoría de las actividades de construcción serán llevadas a cabo a una distancia de más de 6 km con respecto a los residentes más cercanos localizados en el complejo residencial de Wakama y el asentamiento humano Nuevo Ayacucho. La construcción del campamento ubicado en el extremo sur del área del proyecto es la única área habitada cerca de la fuente. En las etapas iniciales de la construcción de la Planta y

de las instalaciones marinas del proyecto, el trabajo a desarrollar en el sitio consiste principalmente en actividades de topografía, sondeos de suelos y pruebas de perforación requeridas para determinar las características geofísicas específicas. La construcción propiamente dicha comenzará con trabajos de preparación del sitio y procederá de acuerdo al cronograma del proyecto. Las actividades de construcción serán continuas hasta la finalización del proyecto.

Se empleará equipos comúnmente utilizados en la construcción de una planta de GNL tales como: Equipos livianos y pesados para el movimiento de tierra, grúas largas, grúas livianas móviles y montacargas, equipo pesado de perforación, equipo para manejo de concreto, bombas y compresores misceláneos, equipo para soldadura y trabajos metálicos, y camiones pesados y otros vehículos.

Algunas actividades de construcción tales como el movimiento de tierras, nivelación, compactación, cimentación e hincado de pilotes incrementarán instantáneamente y en corto tiempo los niveles de ruido significativamente. Las actividades de preparación del sitio son relativamente de corta duración y podrían incrementar los niveles de ruido dramáticamente en los límites de la propiedad. La construcción de los accesos internos e instalación de tuberías producirán niveles de ruido elevados en períodos cortos, en relación con la duración total de la construcción de la planta.

Se espera que los niveles del ruido generados durante la fase de construcción de la Planta y de las instalaciones marinas de carga sean localizados, intermitentes y de corta duración y no constituyan un impacto adverso significativo. Los niveles de ruido producidos durante la etapa de construcción podrán provocar que la fauna silvestre del área migre hacia lugares fuera del área del proyecto donde no sean molestados.

Etapas de Operación

Descripción de las Fuentes de Ruido

Los impactos del ruido relacionados con la operación del Proyecto fueron calculados empleando el modelo “Plant Noise Modeling System” (PNMS) de KBR, combinado con el modelo SoundPLAN. SoundPLAN es un software de modelamiento comercial, empleado para determinar la propagación del ruido en instalaciones industriales.

El modelo básico del ruido fue elaborado en base a las especificaciones del diseño de la Planta elaborado por KBR y la experiencia en campo de proyectos similares en diseño y capacidad. Los niveles de ruido fueron estimados con base en los niveles normalmente aceptados con mecanismos instalados para el control de ruido, típicos de instalaciones de esta naturaleza y los probables receptores sensibles y/o en el límite de la propiedad durante las operaciones normales de la Planta (Ver Anexo 3).

El software de modelamiento emplea la metodología de predicción definida por la Asociación de Usuarios de Materiales y Equipos de Ingeniería (EEMUA) y por el informe de la Organización Europea para la protección ambiental, la salud y seguridad de Compañías Petroleras (CONCAWE): "The propagations of Noise from Petroleum and Petrochemical Complexes to Neighboring Communities", 1981.

Se calculó los niveles de presión sonora (SPL) totales y tipo A. Se midió los niveles de ruido de referencia de corta duración (L_{eq} de 15 minutos) para el sitio del proyecto durante un intervalo de monitoreo de 24 horas, los cuales se usaron en este programa para calcular los niveles de presión sonora totales (ver Sección 4, Capítulo III).

Los límites de ruido de los equipos del Proyecto estuvieron basados en los requerimientos generales de 85 db(A) a un metro de distancia de la superficie de los equipos.

Los niveles de ruido de las fuentes fueron registrados como frecuencias de bandas de octava para los niveles sonoros de cada uno de los siguientes equipos:

- Bombas y Motores
- Compresores y Motores
- Compresores de succión/descarga, y tubería de reciclaje
- Enfriadores de aire
- Generadores y Motores
- Calentadores

Las válvulas y las tuberías aguas abajo no fueron incluidas en el modelo de ruido. Los niveles de ruido de los equipos mencionados anteriormente son estimados. La revisión y verificación de todos

los datos deberá llevarse a cabo cuando el proyecto inicie la operación y cuando todos los datos de los proveedores de equipos estén disponibles.

El ruido ambiental de base seleccionado como representativo del promedio de ruido de corta duración alrededor del área del proyecto fue de 40 dB(A) durante las horas del día y 30dBA durante las horas de la noche. El ruido ambiental de base promedio de corta duración se midió para el día y la noche, registrándose valores de 64 y 62 dB(A) respectivamente en la estación de monitoreo NM-2 cerca de la carretera Panamericana Sur. Estos niveles generalmente reflejan los niveles de tráfico alto de la carretera Panamericana Sur que fueron observados durante el monitoreo continuo de 24 horas. El ruido de ambiental de base medido durante las horas del día en el complejo residencial de Wakama y en el asentamiento humano Nuevo Ayacucho fue de 53 y 58 dB(A), respectivamente, mientras que en las mediciones efectuadas en la noche fueron registrados valores de 55 y 58 dB(A), respectivamente.

Los niveles del ruido y los análisis de bandas de octava para la evaluación de impacto son generalmente conservadores, es decir, el modelo calcula los impactos de ruido en receptores seleccionados asumiendo que todas las fuentes de ruido se encuentran operando por encima de sus frecuencias de bandas de octavas reales. Por lo tanto, los impactos resultantes del modelo pueden considerarse como el peor escenario en todos los casos y son típicamente mayores en magnitud que los que se registrarían en el campo.

En la vecindad del Proyecto, la fuente mayor de ruido es la Carretera Panamericana Sur, la cual produce ruidos intermitentes durante horas normales del día y la noche cuando el tráfico es generalmente pesado. No existe ninguna otra fuente de generación de ruido continuo importante en el área propuesta del proyecto.

Resultados del Análisis de Impacto del Ruido

La Figura 1 representa las isopletras en dB(A) estimadas para el proyecto propuesto. Las isopletras están indicadas con un incremento de 5 dB(A), empezando en 40 dB(A).

La Tabla 12 señala el nivel de ruido ambiental de fondo medido en la vecindad del área de procesos de la Planta y la Figura 2 señala la ubicación de los dos receptores más cercanos localizados al sur y al este de la carretera Panamericana Sur y el asentamiento Nuevo Ayacucho y el oeste de la carretera del complejo residencial de Wakama Eco Beach.

Tal como se observa en la Tabla 12, los impactos estimados sobre los niveles de ruido en el límite de la propiedad, resultantes de la operación normal de la planta, no exceden los valores establecidos en las Guías del Banco Mundial de 70 dB(A) (día y noche) para categorías de uso industrial o de 55 dB(A) (día)/45 dB(A) (noche) para las categorías residencial y educacional.

Los niveles estimados para el campamento permanente están alrededor de 40 dB(A) y cumplen con las Guías del Banco Mundial para receptores residenciales.

Los niveles de ruido estimados resultantes de la operación normal de la Planta en el asentamiento Nuevo Ayacucho y en el condominio Wakama están alrededor de los 37 y 24 dB(A), los cuales son considerablemente mas bajos que el ruido de ambiental de base medido.

Figura 1. Isopletas en dB(A) Estimadas para el Área de la Planta de GNL, Pampa Melchorita

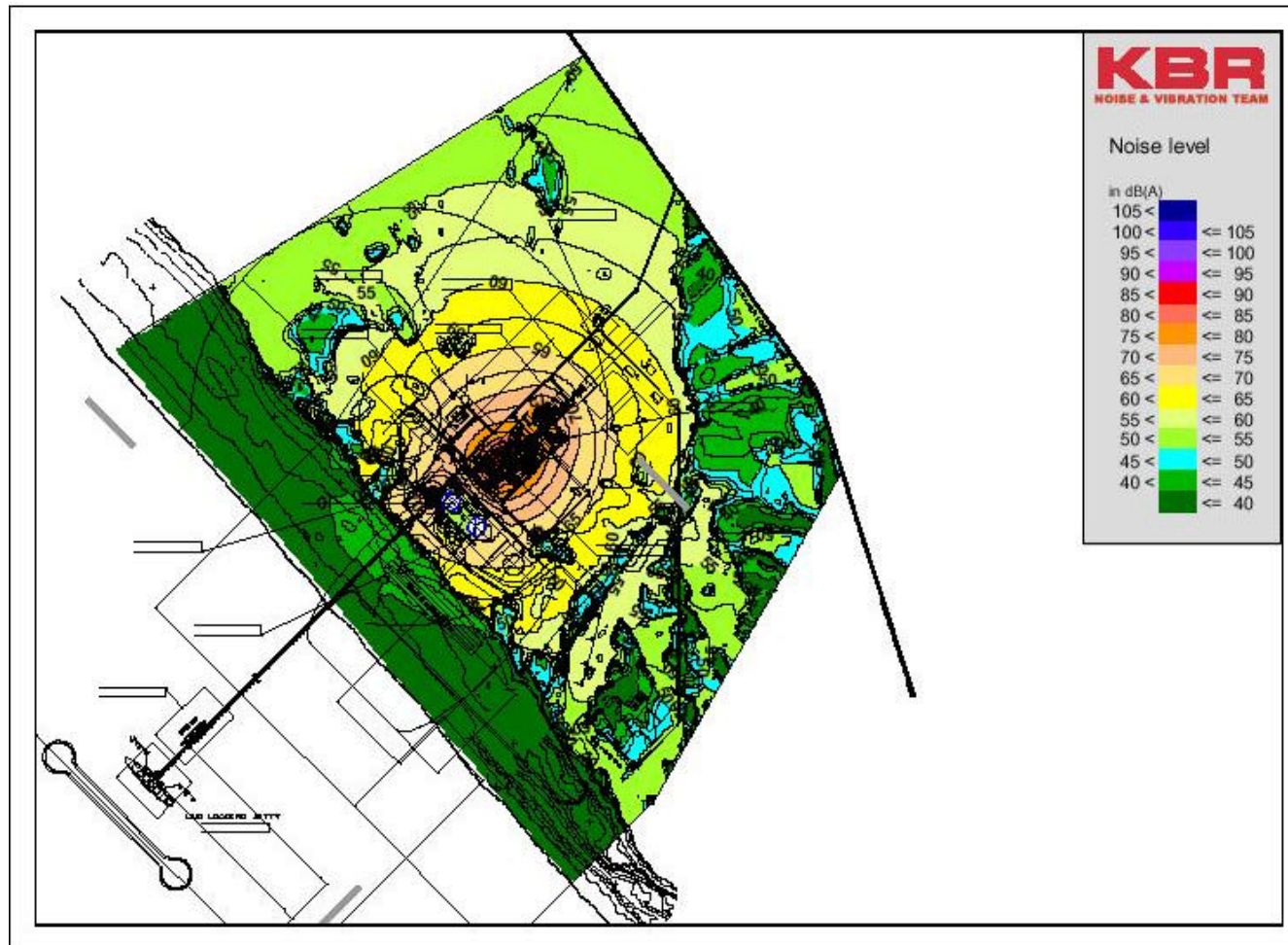
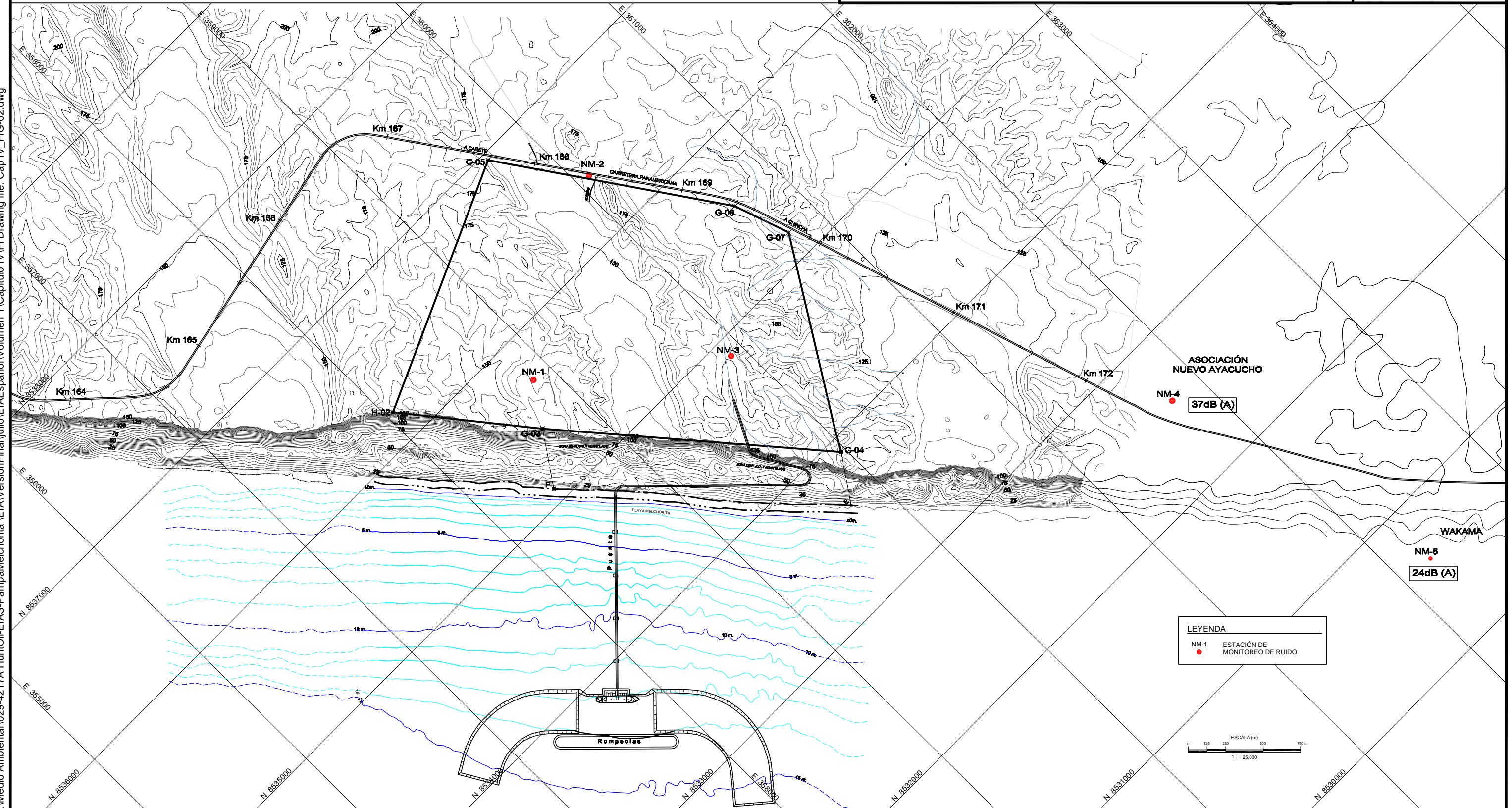


Tabla 12 Niveles de Ruido Pronosticados y Niveles de Ruidos Ambientales Medidos en Receptores durante Horario Nocturno (22:00-7:00)

Ubicación		Coordenadas (Metros)		Niveles de Ruido Pronosticados dB(A)	Niveles de Ruido Medidos dB(A)	Descripción
		Este	Norte			
En Planta	NM1	358862	8535703	57.1	30.6	Al Noroeste de la estación meteorológica en Pampa Melchorita
	NM2	360092	8536401	53.6	62.3	A Noreste de la estación meteorológica en Pampa Melchorita. Límite Este de la Carretera Panamericana Sur
	NM3	359905	8534879	60.7	29.8	Al Sureste de estación meteorológica en Pampa Melchorita
Residencial	NM4	361768	8532578	36.5	52.8	Altura del K172+500 m en la carretera Panamericana cerca del asentamiento "Nuevo Ayacucho"
	NM5	362235	8530613	25.4	58.4	En el extremo norte del complejo residencial de verano de Wakama

PERU LNG S.R.L.
 PROYECTO DE EXPORTACIÓN DE GNL
 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MEDICIÓN DE
 RUIDO Y DE LOS POSIBLES RECEPTORES

FIGURA 2



LEYENDA
 NM-1 ESTACIÓN DE MONITOREO DE RUIDO

ESCALA (m)
 0 125 250 500 750 m
 1 : 25,000

Fecha JULIO 2003
 Proyecto 029-4217

Golder Associates

Dibujo J.W.Y.V.
 Rev. R.L.

Jul 24, 2003 - 7:35pm
 Por: William Ynga
 H:\Proyectos\2002\Medio Ambiental\029-4217A HuntOil-EIAS-PampaMelchorita_EIA\VersionFinal\Julio\EIAS\español\Volumen 1\Capitulo IV\FI Drawing file: Cap IV_FIG-02.dwg

4.1.3 Suelos y Geoformas

Etapa de Construcción

El impacto más significativo durante la construcción de la Planta se relaciona con la alteración de las geoformas, principalmente en la preparación del terreno para la construcción de la nueva infraestructura terrestre, tales como: área para tanques, área de proceso, accesos internos, edificaciones permanentes y áreas temporales de almacenamiento de equipos. La Planta será construida sobre un área no intervenida de 521 hectáreas, la cual esta conformada en la actualidad por dunas y colinas suaves de arena, características típicas del desierto en la costa Peruana (ver Sección 2, Capítulo III). Se estima que el material a remover (material de corte) será de 6 250 000 m³ y el material que reemplazará al anterior para consolidar los cimientos y bases de las nuevas estructuras (material de relleno) será de 1 155 000 m³. Toda esta actividad de movimiento de tierras se realizara durante un periodo de aproximadamente 16 meses que corresponde a los primeros meses de la etapa de construcción.

La alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por derrames accidentales de hidrocarburos durante la construcción (maquinarias, equipos y vehículos automotores), se estima como un impacto ligeramente significativo ya que durante las actividades de mantenimiento, reparaciones en obra y recargues de combustible se aplicarán las adecuadas medidas de control y manejo para contrarrestar este tipo de incidentes.

Etapa de Operación

Los impactos durante la operación de la Planta están relacionados con los potenciales cambios que se podrán originar sobre la morfología de la línea de playa como consecuencia de los cambios en los patrones de sedimentación, originados por la acción del rompeolas que se construirá a 1.55 kilómetros de la playa sobre la isobata de 14 m de profundidad. Esta estructura ha sido diseñada para reducir o eliminar la acción del oleaje durante el cargue de GNL, pudiendo ocasionar la alteración del transporte de sedimentos que puede producir gradualmente cambios en la morfología de la playa en el área de influencia norte y sur del muelle.

La alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por derrames accidentales de hidrocarburos u otras sustancias asociadas al proceso durante la operación de la Planta se estima como un impacto

ligeramente negativo. En la Planta todas las áreas de proceso estarán conectadas a un sistema de separación API y CPI y adicionalmente los tanques de almacenamiento tendrán una estructura de contención secundaria con capacidad para contener hasta el 110% del volumen almacenado en cada tanque.

Riesgo Sísmico

El área del Proyecto está ubicada en una región sísmicamente activa del Perú y probablemente estará sujeta a sismos de intensidad moderada a severa. La Planta se localizara en una zona altamente sísmica catalogada dentro de la escala Modificada de Mercalli (MM) como X a XI, equivalente a un nivel de 8.0 en la escala Richter. Esta zona es considerada como de gran riesgo sísmico con potencial de ocasionar grandes daños por lo cual se requiere que las estructuras del proyecto y su equipo sean diseñados y construidos de acuerdo a los criterios del “Código Unificado de Edificaciones” (UBC) para la Zona 4, Volumen 2, Capítulo 16, División IV (Diseño Sísmico). Las estructuras de GNL y su sistema serán diseñados para resistir las fuerzas sísmicas de acuerdo con la NFPA 59A. Los tanques de almacenamiento de GNL estarán diseñados de acuerdo con la API 620 y su anclaje con el Anexo E del API 650 Zona 4 y Anexo L del API 620.

Riesgo de Tsunamis e Inundaciones

El área de la Planta está ubicada en un área árida del Perú, no se anticipa ningún impacto por inundaciones. Sin embargo, la Planta estará diseñada para suministrar una adecuada protección en caso de fuertes precipitaciones y el terreno estará preparado con la suficiente inclinación para brindar un drenaje efectivo. La ocurrencia de otros eventos climáticos tales como nevadas, granizo o ciclones es rara en el área.

La planta y los tanques de almacenamiento para el GNL estarán ubicados a una altura de 135 y 127 m sobre el nivel del mar, respectivamente, suficiente altura para proteger la instalación ante un evento de tsunami. El rompeolas estará también diseñado para resistir la fuerza de la onda de un tsunami y las corrientes relacionadas.

4.1.4 Recursos Hídricos

Etapa de Construcción

Durante la etapa de construcción se utilizará agua para el control del polvo, la compactación de los suelos, la mezcla de concretos y los servicios sanitarios. El agua requerida para estas actividades será extraída principalmente de la parte baja del río Cañete, mientras se construye la planta desalinizadora que proporcionará el agua necesaria para la operación de la Planta. Se estima que el agua del río Cañete se extraerá durante el primer año de construcción en un volumen diario de aproximadamente 200 m³, los cuales serán transportados hasta el proyecto mediante camiones cisternas.

El volumen de agua requerida para las pruebas hidrostáticas será provisto por la planta desalinizadora y será reutilizada hasta completar todas las pruebas necesarias. El volumen máximo de agua requerido para la prueba de uno de los tanques es de 64,900 m³.

El impacto sobre la cantidad de agua es considerado como ligeramente negativo, puesto que los volúmenes de agua requeridos para la construcción y que se extraerán del río Cañete, no competirán con otros usos del recurso en el área, ni afectarán los caudales variables que maneja el río estacionalmente, ni tampoco las condiciones eco sistemáticas del río durante los periodos de bajos caudales.

Las actividades de construcción en el área marina producirán un incremento temporal en la turbidez del agua. El grado de resuspensión del material en el agua (pluma de turbidez) esta asociado a factores tales como las características del sedimento, las características oceanográficas (corrientes marinas principalmente) reinantes durante el desarrollo de las actividades marinas y el tipo de actividades de construcción y métodos empleados por estas actividades (ver Capítulo III, sección 2). La pluma de turbidez puede afectar adversamente las especies y hábitats marinos, ocasionando reducción en la luz y obstrucción de los mecanismos respiratorios en las especies marinas. Los efectos de la pluma de turbidez analizados de acuerdo a los factores anteriormente mencionados, indican que el impacto puede presentar una variabilidad de moderadamente negativa a ligeramente negativa, considerando que las características oceanográficas en el área presentan una variabilidad estacional y adicionalmente las especies y hábitats en el área de estudio presentan un cierto grado de tolerancia al incremento de materiales en suspensión y a la reducción de luz y su capacidad para migrar con el fin de evitar incrementos temporales en la turbidez. La actividad de dragado propuesta

para la construcción del canal de navegación, seguida de la construcción del rompeolas es considerada como la actividad más predispuesta para la generación de este tipo de impacto definido anteriormente.

La alteración de la calidad fisicoquímica del agua por derrames accidentales de hidrocarburos (combustibles, grasas y aceites) u otras sustancias provenientes de embarcaciones, equipos y maquinarias empleados durante las actividades de construcción se considera como un impacto ligeramente negativo. Durante la construcción del Proyecto se tomará todas las precauciones posibles para evitar derrames de hidrocarburos. Asimismo, se minimizará el potencial de derrames al emplear personal entrenado en el manejo de combustible, estableciendo procedimientos de prevención de derrames, efectuando mantenimiento de los equipos de limpieza de derrames y mediante la preparación de un plan de contingencia. .

Etapa de Operación

Toda el agua que se requerirá para la operación de la Planta y para satisfacer las necesidades del staff y del personal será procesada del agua de mar cruda. El agua de mar servirá como la única fuente de agua para la Planta de GNL. Una unidad de Osmosis Inversa producirá agua dulce de calidad para almacenamiento. Esta agua de servicio será empleada para el Sistema de Agua Potable, el Sistema de Agua Desmineralizada, Agua de Servicio y Agua del Sistema Contraincendios. La fuente primaria de agua contra incendios para la Planta de GNL será agua de servicio con agua de mar disponible como reserva. Dos bombas de agua, cada una promediada para 80 m³/hora, suministrarán agua a la planta desalinizadora. Los requerimientos de agua para la operación son descritos en el capítulo II; la demanda total del agua para la operación será de 30 m³/hora (5 m³/hora para agua potable, 6m³/hora para agua desmineralizada para el proceso, 12 m³/hora para agua potable del campamento de los empleados, y 7 m³/hora para diversos usos).

El agua para el sistema contra incendio de la Planta empleará 5,819 m³ de agua, la cual será producida en la planta desalinizadora (este volumen será almacenado en un tanque superficial). Se estima que este volumen proporcionará soporte al sistema durante 4 horas y adicionalmente contará con una fuente de respaldo de agua marina diseñada para proporcionar 900 m³/hora.

El impacto sobre la cantidad de agua requerida para la operación es considerado como no significativo, puesto que los volúmenes de agua necesarios serán extraídos del mar y no competirán con otros usos del recurso en el área ni actuarán en detrimento de la oferta del mismo.

Los impactos relacionados con el manejo de drenajes superficiales y descarga de efluentes provenientes de la Planta durante la operación se consideran como ligeramente negativos; sin embargo, la magnitud del efecto se reducirá en un corto plazo cuando todos los sistemas previstos para su manejo y tratamiento estén completamente estabilizados y el monitoreo de los parámetros de descarga del efluente para garantizar el cumplimiento con estándares de vertimiento tanto nacionales como internacionales se implemente para establecer los adecuados controles.

A continuación se describe de manera general los sistemas de manejo y tratamiento que serán utilizados durante la operación de la Planta:

Descarga de Agua Residual Industrial y Doméstica

Durante la operación, el Proyecto generará descargas de agua residual tanto industrial como doméstica provenientes de la planta y los equipos:

- Condensado del Deshidratador;
- Efluente de la unidad de desalinización;
- Agua residual de laboratorio
- Drenaje proveniente de desagües de procesos específicos, sumideros y áreas con cunetas, y
- Efluentes sanitarios

Un impacto potencial al medio ambiente es la descarga del agua contaminada al mar. Sin embargo, el Proyecto ha sido diseñado para incluir los siguientes tratamientos para aguas residuales antes de la descarga:

- Un separador API de aceite y agua para el tratamiento de drenajes contaminados con aceite y grasa;
- Un separador CPI para el tratamiento de drenajes contaminados con hidrocarburos en el área de procesos,

- Un tanque de almacenamiento para contener los residuos de hidrocarburos hasta que sean retirados a una planta de reciclaje o se efectúe su disposición final fuera de las instalaciones; y
- Se utilizará unidades de tratamiento de residuos sanitarios para aquellos provenientes del campamento permanente de empleados y de las instalaciones de la planta.

Los residuos provenientes de la planta desalinizadora consistirán en salmuera concentrada (menos de 5 m³/hora) y residuos del filtro (flujo intermitente). Todas las otras corrientes continuas de residuos serán descargadas al mar luego de su tratamiento en el separador CPI/API.

El agua recolectada de las áreas de proceso y de las áreas de servicio será conducida al separador API de aceite y agua. El efluente de aceite que sale del separador de agua y aceite será conducido al separador CPI y luego a un tanque de residuos de hidrocarburos. Posteriormente, los residuos de hidrocarburos almacenados en el tanque serán transportados en camiones al incinerador de la planta o a una instalación de reciclaje/disposición debidamente autorizada ubicada fuera del área del proyecto.

El residuo sanitario recolectado en el campamento de los empleados y en las instalaciones de la planta será llevado a una planta de tratamiento y posteriormente será empleado para la irrigación del área. El efluente tratado proveniente de la planta y del campamento permanente tiene una capacidad de diseño de 30 y 50 m³/día, respectivamente.

El efluente de la planta será monitoreado para garantizar el cumplimiento con las Guías del Banco Mundial para Efluentes Líquidos para la Descarga de Aguas Residuales de Proceso, Aguas Cloacales Sanitarias y Agua Pluvial Contaminada a Aguas Superficiales y con los límites de efluentes establecidos por el Perú para aquellos parámetros aplicables a este tipo de industria.

4.2 Ambiente Biológico

4.2.1 Flora y Fauna Terrestre y Marina

Etapas de Construcción

La Planta ocupará aproximadamente 521 hectáreas de terreno, de los cuales la mitad del área será destinada a infraestructuras y carreteras. La vegetación presente en el área consiste principalmente en la especie *Tillandsia latifolia*, la cual abarca aproximadamente 2 500 m² sobre el área total de la

planta de 521 hectáreas (menos de la mitad de uno por ciento del área de la planta). Las Tillandsias (una especie de bromeliacea) es una planta aérea endémica que crece en suelos arenosos. Una parte de esta vegetación coincide con la posición proyectada para la construcción de vías de acceso, unidades de proceso y oficinas de administración para la Planta, por lo tanto, será removida en caso se necesite y será trasladada a un vivero para su almacenamiento, siendo trasplantadas cuando terminen los trabajos de construcción. Este impacto se considera como ligeramente negativo.

Aunque no existen hábitats marinos críticos designados formalmente cerca del área del proyecto y que la evaluación bentónica revela que no hay presencia de comunidades de vegetación marina ni tampoco comunidades sensibles significativas en el área propuesta del muelle y rompeolas, sí hay presencia de comunidades bentónicas y planctónicas mar adentro del área del proyecto. Algunas de estas comunidades desaparecerán debido a la construcción del muelle, rompeolas y las estructuras del atracadero y por la obstrucción de la luz a las comunidades bentónicas. Otras perturbaciones e impactos pueden ocurrir ocasionados por sedimentos suspendidos durante la construcción del muelle, el canal de navegación y las estructuras del rompeolas y del atracadero.

Los efectos del retiro del sustrato, pérdida del área y aumento de la turbidez son consideradas con un impacto altamente negativo que podría resultar en una disminución temporal de la pesca en el área de construcción y la migración a áreas externas a la zona de perturbación. Sin embargo, estos impactos ocurrirán en un corto período (durante la fase de construcción) y posteriormente serán reemplazados por el restablecimiento de nuevas comunidades bentónicas y planctónicas adaptadas a las nuevas condiciones de hábitat (durante el período de operación). Este último efecto se considera positivo, si se tiene en cuenta que las nuevas condiciones de hábitat formadas proporcionarán especies oportunistas que son de considerable interés para los pescadores locales.

En la Tabla 13 se presenta un listado de las especies bentónicas y planctónicas dominantes identificadas durante el análisis de comunidades de la zona intermareal y submareal en el área de influencia directa de la construcción del Proyecto (ver Capítulo III, sección 3). La Tabla 14 presenta una lista de capturas de peces típicos en el área de influencia directa.

Tabla 13 Especies Bentónicas y Planctónicas Dominantes Determinadas en el Área de Estudio

Especies de la Zona Intermareal	
Mollusca	<i>Donax marincovichi</i>
Polichaeta	<i>Glycera sp.</i>
	<i>Hemipodus triannulatus</i>
Crustacea	<i>Excirollana braziliensis</i>
	<i>Emerita analoga</i>
Especies de la Zona Submareal	
Anthozoa	<i>Actina</i>
Turbellaria	<i>Turbellario</i>
Mollusca	<i>Nassarius gayi</i>
	<i>Xanthochorus buxea</i>
	<i>Sinum cymba</i>
	<i>Donax marincovichi</i>
	<i>Semmimitylus algosus</i>
	<i>Mulinia edulis</i>
Polichaeta	<i>Magelona</i>
	<i>Diopatra rhizoicola</i>
	<i>Pherusa sp</i>
	<i>Syllis sp</i>
	<i>Cossura sp</i>
	<i>Nereis sp</i>
	<i>Nephtys ferruginea</i>
	<i>Parandalia fauveli</i>
Crustacea	<i>Isocheles pacificus</i>
	<i>Cumacea sp</i>
Asteroidea	<i>Ophiuroidea</i>

Tabla 14: Especies de Peces Típicos Capturados en el Área de Estudio

Nombre Común	Nombre Científico
Cachema o Ayanque	<i>Cynoscion anales</i>
Chita	<i>Anisotremus scapularis</i>
Curaca o Babunco	<i>Doydixodon laevifrons</i>
Guitarra	<i>Rhinobatos planiceps</i>
Jerguilla o Samba	<i>Aplodactylus punctatus</i>
Lenguado	<i>Paralichthys adspersus</i>
Lisa	<i>Mugil cephalus</i>
Lorna	<i>Sciaena deliciosa</i>
Bobo o Mismis	<i>Menticirrhus ophicephalus</i>
Mojarrilla	<i>Stellifer minor</i>
Pampanito	<i>Peprilus medius</i>
Pastelillo	<i>Psammobatis brevicaudatus</i>
Pejerrey	<i>Odonthesthes regia regia</i>
Raya	<i>Myliobatis peruvianus</i>
Tramboyo	<i>Labrisomus sp.</i>
Tollo	<i>Mustelus spp.</i>
Zorro	<i>Albula culpes</i>

En área del proyecto han sido avistadas varias especies de fauna marina (aves, mamíferos y reptiles), las cuales presentan una categoría de conservación establecida en la reglamentación nacional y en convenios de conservación internacional (Ver Tabla 15). Estas especies identificadas en los listados de conservación, no tienen zonas de alimentación o nidos en el área que ocupará directamente el proyecto; sin embargo, el área del proyecto y sus alrededores constituye una ruta migratoria temporal de estas especies. Todas estas especies son capaces de reubicarse en otras áreas una vez que comiencen las actividades de preparación del sitio. Los impactos en estas especies son considerados como ligeramente negativos.

En la Tabla 15 se presenta el listado con las especies mencionadas; este listado se basa en las categorías de conservación asignadas en el Decreto Supremo 013-99-AG del Perú y de los convenios

internacionales: Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS) y Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

Tabla 15: Especies de Fauna Marina y Categoría de Conservación

Nombre Científico	Nombre Común	Perú	Internacional
AVES			
<i>Phalacrocorax buoganvillii</i>	Guanay	Vulnerable	
<i>Sula variegata</i>	Piquero	Vulnerable	
<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano	Vulnerable	
<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora		CMS app II
<i>Heamatopus palliatus</i>	Ostrero común	Rara	
<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	Vulnerable	
MAMÍFEROS			
<i>Otaria flavescens</i>	Lobo chusco	Vulnerable	CMS appendix II
<i>Lontra felina</i>	Gato marino, Nutria (1)	Vías de Extinción	CMS app. I; CITES app I
<i>Tursiops truncatus</i>	Bufo	Protegida (3)	
<i>Delphinus sp.</i>	Delfín nariz de botella	Protegida (3)	
<i>Phocoena spinipinnis</i>	Marsopa espinosa	Protegida (3)	
REPTILES			
<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga verde (1,2)	Vulnerable	CMS app. I; CITES app I
<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortuga dorso de cuero (2)	Vulnerable	CMS app. I; CITES app I

Notas: (1) Especie registrada por referencias o encuestas directas a los pescadores
 (2) Especie registrada por restos observados durante el trabajo de campo
 (3) Ley 26585 (9/4/1996)

Etapa de Operación

Durante la etapa de operación, el impacto más significativo en el ecosistema marino lo constituyen las nuevas condiciones de sustrato, establecidas alrededor del rompeolas, muelle y el canal de navegación y la recolonización de este por una biota oportunista adaptada a las nuevas condiciones. Este impacto como se mencionó anteriormente, se considera positivo ya que proporcionará nuevos hábitats y criaderos para los peces y para las especies de interés a la pesquería local.

Durante la vida del Proyecto, el canal de navegación puede requerir dragado de mantenimiento. Los impactos relacionados con el mantenimiento de rutina no serán frecuentes o tendrán una corta duración.

Los cambios en la estructura y composición de las comunidades bentónicas y planctónicas a consecuencia de un nuevo sustrato se reflejarán también en el tipo de capturas pesqueras que se realizan localmente en el litoral. Las especies de peces tradicionalmente capturadas en el lugar también presentarán un cambio en su estructura y composición, impacto que se considera igualmente como positivo ya que los tipos de peces capturados atraídos a este nuevo hábitat incluyen especies con un mayor interés comercial (ver listado de peces en Tabla 14).

Otros impactos que se consideran como moderadamente negativos durante la etapa de operación del proyecto son la afectación de la calidad fisicoquímica del agua marina ocasionada por salidas accidentales de sustancias no controladas durante las operaciones de la planta o derrames accidentales de hidrocarburos en operaciones de cargue de GNL y desembarque de insumos. Estos impactos no se presentarán durante la operación del proyecto en la medida en la que se apliquen las medidas de control adecuados a los drenajes, efluentes y derrames producidos en la planta y a las operaciones de cargue de GNL y desembarque de insumos.

4.3 Ambiente Social, Económico y Cultural

4.3.1 Social

Construcción

Alteración en la Composición Demográfica (Migración Inducida)

Durante los estudios de línea base, Golder observó que las áreas cercanas a la zona del proyecto mostraron un patrón de invasión de la población (migración inducida) caracterizada por la proliferación de asentamientos humanos ilegales en las propiedades pertenecientes al Ministerio de Agricultura (debido al Proyecto de Irrigación propuesto “El Platanal”). Esta invasión de la población es causada por la migración de individuos y familias provenientes de las regiones de la costa y sierra del país en busca de tierras y empleo. La principal característica de estos asentamientos es que muy pocas personas viven en estas propiedades. Los invasores usualmente instalan pequeñas chozas en

estas propiedades, no para habitarlas sino para reclamar el terreno y un pequeño grupo de personas se encargan de vigilar la “invasión” en las áreas cercanas a la carretera Panamericana. Los grupos de personas encargadas de vigilar la “invasión” trabajan en turnos para cumplir esa tarea. Existe cierta evidencia de que estos pobladores que participan en la invasión han sido organizados por especuladores de terrenos que están esperando aprovecharse de cualquier eventual desarrollo en la zona, forzando a potenciales entidades promotoras a reubicarlos o a comprar sus propiedades.

El inicio de la construcción del Proyecto incrementará la migración de personas que buscan empleo y probablemente acelerará la invasión de terrenos en las cercanías al área del proyecto. Este tipo de impacto es considerado moderadamente negativo durante la fase de construcción.

Alteración de las Costumbres Locales

Las personas con diferentes costumbres que llegarán provenientes de otras regiones del país interactuarán con las comunidades locales ubicadas cerca del área del proyecto y pueden alterar las costumbres locales pre-establecidas y el sistema de relaciones sociales. Este impacto durante la fase de construcción es considerado moderadamente negativo, durante la fase de construcción inicial. Los impactos relacionados con la interrelación disminuirán tan pronto como la mano de obra foránea sea alojada en el campamento de empleados instalado en la propiedad de la planta. La construcción de este campamento pionero ocurrirá casi inmediatamente eliminando así virtualmente cualquier interacción con la comunidad local. Una vez que el campamento esté instalado el impacto será considerado como ligeramente negativo. La frecuencia de interacción entre la población foránea y la población local será más frecuente al empezar la etapa de construcción y disminuirá a medida que vaya finalizando la construcción del proyecto, cesando las interacciones entre la comunidad local y el personal de construcción una vez que esta etapa haya llegado a su fin.

Molestias a la Población

El transporte terrestre y marítimo de equipos, maquinarias y suministros al área del proyecto ocasionará molestias temporales a la población. La ruta *terrestre* que será utilizada principalmente durante la fase de construcción será la carretera Panamericana en el tramo que va de Pisco (Puerto de San Martín) a Melchorita. Esta ruta, que ya tiene un alto volumen de tráfico vehicular proveniente de la región sur del país, cruza el límite oeste de la ciudad de Chincha, lo cual causará un ligero impacto por el transporte adicional de equipos, materiales y personal y el incremento potencial de accidentes.

Se implementarán las medidas de control para minimizar los impactos relacionados con estas actividades.

Las rutas marítimas relacionadas con este impacto son el transporte marítimo de materiales a los puertos de San Martín o el Callao y el transporte y la instalación de materiales para la construcción del rompeolas. Un sector de estas rutas puede coincidir con las zonas empleadas tradicionalmente por los pescadores artesanales, lo cual incrementará el riesgo de colisiones y la potencial destrucción de sus redes de pesca. Por ese motivo, se implementarán medidas de control para reducir este efecto a un nivel mínimo. Una de estas medidas es informar a la comunidad de pescadores sobre los cronogramas de maniobras y tránsito por vía marítima. Este impacto que será ocasionado durante la etapa de construcción es considerado ligeramente negativo.

Interrupción y Deterioro de la Infraestructura de Carreteras

La interrupción del flujo vehicular normal durante la construcción del proyecto originada por el tamaño y peso de las cargas (equipos y maquinarias) que serán trasladadas hacia el proyecto, requerirá la adecuación de estas cargas para cumplir con las especificaciones actuales de las vías (Ver capítulo II).

Para soportar estas cargas, los puentes tendrán que ser reforzados o modificados si es necesario de acuerdo con el resultado del estudio que será presentado para su aprobación al Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Este impacto producido durante la etapa de construcción es considerado como moderadamente negativo y temporal.

Restricción del Acceso a las Zonas de Pesca

Durante la construcción de las instalaciones marinas, se restringirá el acceso de una parte limitada de la playa. El objetivo de esta restricción es proteger a la población de pescadores y transeúntes casuales de los riesgos relacionados con la construcción de un proyecto de esta magnitud. Esta restricción del acceso y el tránsito de una parte de la zona de pesca tradicional a los pescadores artesanales en la Playa Melchorita es considerada como un impacto moderadamente negativo.

Operación

Restricción del Acceso a la Zona de Pesca

El acceso a través de la planta y sus instalaciones marinas durante la fase de operación será restringido debido a los riesgos relacionados con la operación de la Planta y sus instalaciones y para la seguridad de cualquier persona (pescadores, transeúntes y trabajadores) en el área. Se proporcionará dos rutas alternativas de acceso a los pescadores, de modo que podrán tener acceso a la orilla de la playa por la parte norte y sur de la planta. Si los pescadores deciden transitar en el área, necesitarán más tiempo para viajar alrededor de los límites de la nueva planta. La reestructuración de acceso a una parte limitada de la antigua zona de pesca de los pescadores artesanales en Playa Melchorita se considera como un impacto moderadamente negativo durante la fase de operación por la exclusión de un pequeño grupo conformado por unos 40 a 50 pescadores artesanales de una parte pequeña (1.5 km) de su zona habitual de pesca cuya total extensión es de más de 50 km.

Los pescadores que utilizan botes tendrán que hacer un pequeño desvío alrededor del puente de caballetes y la plataforma de carga.

4.3.2 Económico

Construcción

El Proyecto propuesto tendrá como consecuencia una inversión de capital de la planta de GNL por un monto de US \$ 969 MM (mil millones) y una inversión destinada al desarrollo de los yacimientos de gas de Camisea y a la expansión del gaseoducto que corresponde a US \$ 865 MM, las cuales totalizan una inversión de capital de aproximadamente US \$ 1,834 MM. El componente local de esta inversión es de US \$736 MM y producirá un incremento en el Producto Bruto Interno (PBI) del Perú siendo estimado en 0.5% por año durante la fase de construcción del año 2004 al 2007. Por todas las razones mencionadas, los efectos de la fase de construcción son considerados como altamente positivos.

Incremento en las Rentas y Derechos Obtenidos por Concepto de Impuestos

A nivel nacional, la importación de equipos y materiales para la construcción de la planta se verá reflejada en un incremento en la recaudación tributaria por la Aduana. El impacto causado por un

incremento en las rentas obtenidas por concepto de impuestos y regalías por la región correspondiente relacionada con el Proyecto será altamente positivo.

Incremento de la Demanda de Bienes y Servicios

A nivel nacional, se obtendrá beneficios derivados del desarrollo del proyecto de GNL, el desarrollo del yacimiento de gas de Camisea y la expansión del gaseoducto. El Proyecto ocasionará un incremento general en la actividad comercial, lo cual afectará a la economía a nivel local, regional y nacional de una manera positiva. La producción y venta de GNL proporcionará una diversificación de la industria que irá más allá de la agricultura tradicional y de la actividad agropecuaria de la zona, así como también aumentará el potencial de desarrollar industrias complementarias en otros sectores de la economía regional y nacional.

La fase de construcción del Proyecto generará un incremento en la demanda de bienes y servicios que están directa e indirectamente relacionados con el proyecto. Este incremento en la demanda mejorará la economía local debido a la producción de bienes y suministros de materiales de construcción, servicios de apoyo local (hoteles, restaurantes, transporte, tiendas, almacenes) y un incremento en el comercio entre los distritos. El Proyecto requerirá de un alto estándar de bienes y servicios y por lo tanto esta demanda producirá un incremento en la calidad y la oferta de algunos bienes y servicios ofrecidos a nivel local. Por todas las razones mencionadas anteriormente, el efecto sobre los bienes y servicios de la fase de construcción se considera como altamente positivo.

Creación de Empleos

Considerando la cantidad limitada de puestos de trabajos disponibles a nivel local, la construcción de la planta proporcionará una nueva fuente de empleo que podría aumentar el ingreso per capita en el área de influencia local y podría producir un beneficio indirecto a los sectores tradicionales tales como la pesca y agricultura locales debido al aumento en la demanda de estos bienes. La creación de nuevas oportunidades laborales permitirá un flujo de capital a áreas que tradicionalmente han tenido falta de fondos para satisfacer sus necesidades básicas. Dichos incrementos a nivel de empleos podrían conducir al mejoramiento de las condiciones sociales tales como vivienda, salud, educación, etc.

La construcción del Proyecto requerirá mano de obra calificada y semi-calificada y un cierto nivel de capacitación para cumplir con los requerimientos de las actividades de construcción que ayudará a elevar el nivel de pericia de la comunidad local. La capacitación brindada a los empleados contratados durante la construcción del Proyecto proporcionará conocimientos y habilidades útiles que podrán ser aplicadas en otras industrias y/o proyectos similares.

Este impacto es significativo considerando el hecho de que en el censo de 1993, los obreros de construcción y fábricas representaron el 8.73% de la Población Económicamente Activa (PEA) de Cañete, mientras que los técnicos de nivel intermedio fueron 3.13% y los trabajadores no calificados representaron el 33.88% de la PEA de Cañete. En Chíncha, los obreros de construcción y de fábricas representaron el 10.8% de la PEA de la provincia, los técnicos de nivel intermedio representaron el 3.86% y los trabajadores no calificados representaron el 21.1% de la PEA de Chíncha. La construcción de la planta proporcionará la oportunidad para los trabajadores locales de obtener mejores niveles de capacitación y de especialización laboral, lo cual puede producir un perfeccionamiento en las habilidades requeridas por el mercado.

Las diversas actividades de construcción proporcionarán empleo a un grupo heterogéneo de trabajadores durante los tres años y medio del periodo de construcción. Se estima que la demanda directa de mano de obra en el área del proyecto será de 120 trabajadores durante el primer año, 1,324 trabajadores para el segundo año, 2,670 trabajadores para el tercer año y 670 trabajadores para parte del cuarto año.

La Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) estima que la actividad de construcción genera por lo menos 5 puestos de trabajo indirectos por cada puesto de trabajo directo. Por lo tanto, los puestos de trabajo inducidos derivados de la construcción de la planta pueden ser estimados de la siguiente manera: 600 trabajos para el primer año, 6,620 para el segundo año, 13,350 para el tercer año y 3,350 para parte del cuarto año. En Junio, la empresa consultora, Macroconsult, preparó un estudio titulado "Impacto Económico del Proyecto de Exportación de Gas Natural Licuado" en el cual estimó que el Proyecto (incluyendo: el yacimiento de gas, el gaseoducto y la planta de GNL) implicaría la creación de un promedio de 35,000 puestos de trabajo directos e indirectos en el Perú por año durante el periodo 2004 - 2006. Una parte de estos puestos de trabajos provendrán del área local. Se estima que el impacto en el área de influencia derivados de los trabajadores y servicios

contratados localmente durante la fase de construcción superarán los US\$ 6 MM. El efecto de la creación de empleos durante la fase de construcción es considerado altamente positivo.

Alteración de los Ingresos Provenientes de la Pesca Artesanal

La disminución de un área limitada disponible de la costa puede implicar una reducción en la cantidad de capturas de pesca disponible para la venta, y potencialmente reduciría los ingresos derivados de la pesca. Sin embargo, con las medidas de mitigación propuestas consistentes en proporcionar acceso a la playa en los límites norte y sur de la propiedad de la planta y el transporte alrededor de la Planta en los horarios establecidos, el tiempo requerido para viajar a las áreas de pesca cerca de la Planta no reducirá el tiempo disponible de pesca para los pescadores locales. Por esta razón, este impacto es considerado como ligeramente negativo para los 40 pescadores aproximadamente que han transitado por la propiedad el año pasado.

Operaciones

El impacto del Proyecto en la economía peruana, tomando en cuenta la inversión, el valor de producción y otras inversiones relacionadas, es de US\$ 4,900 MM (valor presente) para el periodo 2004 - 2026. La producción de GNL para exportación permitirá al Perú convertirse en un exportador neto de energía. El proyecto de exportación generará una producción anual de 6,700 millones de metros cúbicos de gas. Se estima que esta producción se pueda mantener durante un periodo de 20 años y por lo tanto las rentas públicas obtenidas por los impuestos y las regalías relacionadas con el Proyecto continuarían durante el mismo periodo de tiempo. Por todas las razones mencionadas, los efectos de la fase de operación son considerados como altamente positivos.

Incremento en las Rentas y Derechos Obtenidos por Concepto de Impuestos

La operación de la planta generará un incremento en las rentas obtenidas por los impuestos que recaudará el gobierno local de San Vicente de Cañete (Municipalidad Provincial de Cañete) a través de los impuestos que pagará PERU LNG S.R.L. como propietaria de la Planta y de sus instalaciones. San Vicente de Cañete es un distrito que no maneja transferencia de Fondos de Compensación Municipal, por lo que sus ingresos sus rentas públicas dependen de los impuestos a la propiedad, contribuciones y otros impuestos municipales recaudados, que en la actualidad no son significativos. Actualmente la mayor fuente de ingresos de Cañete se deriva de la venta de lotes de playa a las

empresas inmobiliarias. Se estima que el impuesto predial anual relacionado con el área de la planta superará los US\$ 26M por año. Las rentas comprenderán los derechos de licencia y los impuestos a la propiedad. Este efecto es considerado altamente positivo ya que la construcción de la planta incrementará las rentas públicas que obtendrá el gobierno local de San Vicente de Cañete.

Incremento de la Demanda de Bienes y Servicios

La fase de operación del Proyecto generará un incremento en la demanda de bienes y servicios que está directa e indirectamente relacionada con el proyecto. Este incremento en la demanda mejorará la economía local por la producción de bienes y suministros, servicios de soporte local (hoteles, restaurantes, transporte, tiendas, almacenes) y un incremento en el comercio entre los distritos. El Proyecto requerirá un alto estándar de bienes y servicios y por lo tanto esta demanda producirá un incremento en la calidad y la oferta de algunos bienes y servicios ofrecidos a nivel local. Por todas las razones mencionadas anteriormente, el efecto sobre los bienes y servicios de la fase de construcción se considera como altamente positivo.

Creación de Empleos

El estudio de Macroconsult preparado en Junio de 2003 y titulado "Impacto Económico del Proyecto de Exportación de Gas Natural Licuado" estimó que serán generados 3,000 empleos directos e indirectos dentro del área local durante el periodo de la fase de operación de la planta del 2007 al 2026. Durante la fase de operación, se estima que aproximadamente 75 empleos permanentes derivados del área local serán necesarios de acuerdo con los requerimientos de la planta. Se estima que el impacto económico en el área de influencia a partir de estos trabajadores contratados localmente durante la fase de operación superará los US \$125M por año. Por todas las razones antes mencionadas, el efecto de la creación de puestos de trabajo durante la fase de operación es considerado altamente positivo.

Alteración de los Ingresos Provenientes de la Pesca Artesanal

La disminución de un área limitada disponible de la costa puede implicar una reducción en la cantidad de capturas de pesca disponible para la venta, y potencialmente reduciría los ingresos derivados de la pesca. Sin embargo, con las medidas de mitigación propuestas consistentes en proporcionar acceso a la playa en los límites norte y sur de la propiedad de la planta y el transporte

alrededor de la Planta en los horarios establecidos, el tiempo requerido para viajar a las áreas de pesca cerca de la Planta no reducirá el tiempo disponible de pesca para los pescadores locales. Por esta razón, este impacto es considerado como moderadamente negativo para los 40 pescadores aproximadamente que han transitado por la propiedad el año pasado.

La construcción de las instalaciones marinas del terminal y del rompeolas servirá para crear un lugar de cría natural para peces y otro tipo de vida marina, teniendo una forma similar a la de un arrecife artificial. En consecuencia, a la larga las capturas de pesca por parte de los pescadores artesanales recibirán un impacto positivo. Este impacto será moderadamente positivo.

4.3.3 Cultural

Alteración o Destrucción del Patrimonio Arqueológico

Durante la preparación de los estudios de línea base, fueron efectuados amplios estudios arqueológicos detallados de las 521 hectáreas aproximadamente que serán ocupadas por el Proyecto y sus instalaciones. Los resultados de este estudio mostraron que es muy poco probable encontrar recursos arqueológicos en las áreas donde serán efectuados los movimientos de tierra y por lo tanto, no se producirán impactos. Sin embargo, se tomará las precauciones apropiadas durante los movimientos de tierra en caso de encontrar elementos arqueológicos inesperados en el subsuelo.

5.0 BIBLIOGRAFIA

5.1 Aire

- (1) AUER, A.H., 1978. Correlation of Land Use and Cover with Meteorological Anomalies. Journal of Applied Meteorology, Vol. 17.
- (2) HOLZWORTH, G.C., 1972. Mixing Heights, Wind Speeds and Potential for Urban Air Pollution Throughout the Contiguous United States. U.S. EPA Pub. No. AP-101.
- (3) U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2002. Industrial Source Complex Short-Term (ISCST3) Dispersion Model, Version 02035. Available on U.S. EPA's Support Center for Regulatory Air Models (SCRAM), Technology Transfer Network (TTN) Internet Site. User's Guide for the Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Models, Volumes 1 and 2. EPA Report Nos. EPA-454/B-95-003a and -300b.

- (4) U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2001. Guideline on Air Quality Models (Revised). Appendix W, 40 Code of Federal Regulations (CFR) Part 51.
- (5) U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1995. Screening Procedures for Estimating the Air Quality Impact of Stationary Sources, Revised. Update to SCREEN3 Model User's Manual, 1995. EPA Report No. EPA-454/R-92-019.
- (6) U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1985. Final Stack Height Regulation. Federal Register, Volume 50. Page 27892. July 8.
- (7) WORLD BANK, 1999. Pollution, Prevention, and Abatement Handbook, Toward a Cleaner Production.

5.2 Evaluación de Impactos e Información del Proyecto

- (8) CONCAWE, 19981. The propagation of Noise From Petroleum and Petrochemical Complexes to Netghboring Communities Report 4/81.
- (9) DEPARTMENT OF THE ARMY CORPS OF ENGINEERS, 1983. Dredging and Dredged Material Disposal. Engineer Manual EM 1110-2-5025.
- (10) International Finance Corporation IFC, 1998. Gas Terminal Systems Guideline.
- (11) INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION IFC, 1998. Port and Harbor Facilities Guidelines.
- (12) KBR. 2002. Front End Engineering Design (FEED) Consequence Analysis Report Document 6825-00-MZI-3D.
- (13) KBR. 2002. Front End Engineering Design (FEED) Consequence Analysis Report – Thermal Radiation Document 6825-00-MZI-4D.
- (14) KBR. 2002. Front End Engineering Design (FEED) Plant Emission and Discharges Document 6825-71-EV23-EV33-EV43-001.
- (15) MINISTERIAL MEETING OF THE OSPAR COMMISSION, 1998. Guidelines for the Management of Dredged Material Number: 1998-20. OSPAR Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic.

- (16) MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS REPUBLICA DEL PERU. 2000. Guía para Elaborar Estudios de Impacto Ambiental Volumen XVIII. Dirección General de Asuntos Ambientales.
- (17) MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE DE ESPAÑA, 1998. Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico. Secretaría de Medio Ambiente de España, Madrid.
- (18) MOFFAT & NICHOL INTERNATIONAL. 2002. Marine Facilities E.P.C. Design Basis Pampa Melchorita, Peru Document F-10-MN-6825-002.
- (19) Philips Petroleum Company, Australia PTY LTD & URS Australia PTY LTD, 2002. Public Environmental Report of the DARWIN 10MTPA LNG FACILITY.
- (20) PORTER, A. L, & FITTIPALDI, J. J. , 1998. Environmental Methods Review: Retooling Impact Assessment for the New Century. The Press Club. North Dakota.
- (21) RONALDO JOSÉ TORRES, 2000. Uma Análise Preliminar dos Processos de Dragagem do Porto de Rio Grande, RS. Dissertação de Mestrado em Engenharia Oceânica Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG).
- (22) TARBUCK, E.J & LUTGENS, F.K, 2002. Earth an Introduction to Physical Geology. Seventh Edition, Prentice Hall, New Yersey.
- (23) THE WORLD BANK, 1997. Environmental Assessment Sourcebook update. Environmental Hazard and Risk Assessment.
- (24) THE WORLD BANK. 1991. Environmental Assessment Sourcebook, Volumes I (Policies, Procedures, and Cross-Sectoral Issues), II (Sectoral Guidelines) and III (Guidelines for Environmental Assessment of Energy and Industry Projects). Technical Papers Number 139, 140 and 154.
- (25) U.S Environmental Protection Agency, 1992. Evaluating Environmental Effects of Dredged Material Management Alternatives, EPA 842-B-92-008.
- (26) US ARMY CORPS OF ENGINEERS, 1989. Environmental Engineering for Coastal Protection. Engineer Manual. EM 1110-2-1204.

- (27) US ARMY ENGINEER WATERWAYS EXPERIMENT STATION, 1989. Monitoring Dredged Material Consolidation and Settlement at Aquatic Disposal Sites. Environmental Effects of Dredging, Technical Notes EEDP-01-5.
- (28) US ARMY ENGINEER WATERWAYS EXPERIMENT STATION, ENVIRONMENTAL LABORATORY, 1986. Fate of Dredged Material during Open-Water Disposal. Environmental Effects of Dredging, Technical Notes EEDP-01-2.
- (29) WORLD BANK GROUP, 1998. Pollution Prevention and Abatement Handbook, General Environmental Guidelines.
- (30) WORLD BANK GROUP, 1998. Pollution Prevention and Abatement Handbook. Oil and Gas Development (onshore) Guideline.

5.3 Ruido

- (31) KBR, 2002. Front End Engineering Design (FEED) Noise Report Document 6825-00-EV56-0001.