

CAPÍTULO 5

PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

CAPÍTULO 5

PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

ÍNDICE

5.1. INTRODUCCIÓN	1
5.2. METODOLOGÍA Y CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS	1
5.2.1 Metodología de Evaluación de Impactos	1
5.2.2 Criterios Cuantitativos Generales Para la Evaluación de Impactos.....	4
5.2.2.1 Intensidad del impacto.....	4
5.2.2.2 Riesgo de Ocurrencia	5
5.2.2.3 Extensión.....	5
5.2.2.4 Duración	6
5.2.2.5 Desarrollo	6
5.2.2.6 Reversibilidad	6
5.3. ACTIVIDADES DEL PROYECTO	7
5.3.1 Etapa de Construcción	7
5.3.2 Etapa de Operación y Mantenimiento.....	7
5.3.3 Etapa de Abandono.....	8
5.4. IDENTIFICACIÓN DE EFECTOS Y POTENCIALES IMPACTOS.....	8
5.5. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	11
5.5.1 Etapa de Construcción	11
5.5.1.1 Medio Ambiente Socioeconómico – Economía e Infraestructura Existente	11
5.5.1.2 Medio Ambiente Socioeconómico – Comunidad.....	12
5.5.1.3 Calidad del Aire - Salud de las personas	13
5.5.1.4 Calidad del Agua	17
5.5.1.5 Comunidades Bióticas	18
5.5.2 Etapa de Operación.....	21
5.5.2.1 Medio Ambiente Socioeconómico.....	21
5.5.2.2 Calidad del Aire - Salud de las Personas.....	21
5.5.2.3 Suelo	29
5.5.2.4 Recursos Naturales	30
5.5.2.5 Calidad del Agua	32
5.5.2.6 Comunidades Bióticas	36
5.6. JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS.....	38

ANEXO

ANEXO 5.1 EMISIONES Y CALIDAD DEL AIRE

TABLAS

Tabla EI-1.	Criterios para Calificar Impactos
Tabla EI-2.	Intensidad del Impacto en Función del Valor Ambiental y del Grado de Perturbación
Tabla EI-3.	Potenciales Impactos en la Etapa de Construcción
Tabla EI-4.	Potenciales Impactos en la Etapa de Operación
Tabla EI-5.	Niveles de Ruido Esperado en Función de la Distancia. Movimiento de Tierras+ Transporte de Material + Maquinaria
Tabla EI-6.	Mediciones de PM-10 en Mejillones.Período 1996 – 2000
Tabla EI-7.	Niveles de Ruido Esperados por Operación del Proyecto
Tabla EI-8.	Perfiles de Temperatura y Salinidad Para Análisis Teórico de Dilución
Tabla EI-9.	Jerarquización de Impactos Etapa de Construcción
Tabla EI-10.	Jerarquización de Impactos Etapa de Operación

FIGURA

Figura EI-1.	Gradiente de Temperatura versus Distancia a la Costa. Temperatura de Descarga - Temperatura de Succión = 10 °C
--------------	---

CAPÍTULO 5

PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

5.1. INTRODUCCIÓN

En este Capítulo se realiza la predicción y evaluación de los impactos ambientales del proyecto “Central Térmica Andino” en función de sus características específicas y las condiciones del medio ambiente existente (línea de base).

En primer término se resume la metodología con que se han identificado y evaluado los impactos del proyecto; posteriormente se identifican los potenciales impactos, partiendo primero por identificar las actividades del proyecto que los provocan. Finalmente, se evalúan los impactos en función de las características propias del proyecto y del medio ambiente circundante, para jerarquizarlos, a objeto de determinar qué actividades requieren de medidas de mitigación, compensación y restauración.

5.2. METODOLOGÍA Y CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS

5.2.1 Metodología de Evaluación de Impactos

La metodología para la evaluación de los impactos comprende las siguientes etapas:

- Identificación de las actividades que tienen consecuencias ambientales

Tal identificación se basa en: i) la descripción del proyecto contenida en el Capítulo 1 del presente EIA; ii) la experiencia del equipo consultor en proyectos similares; y iii) la legislación ambiental vigente, especialmente el artículo 11 de la Ley 19.300 que señala los efectos, características o circunstancias atinentes al proyecto y sus actividades. Un análisis detallado de dicho artículo se presenta en el Capítulo 3 del presente EIA.

- Identificación de los elementos del área de influencia

Se identifican los elementos potencialmente afectados por las actividades del proyecto dentro de las áreas de influencia de cada uno de estos elementos. Esta etapa se basa en las características de cada uno de los componentes y/o elementos analizados en la línea de base (Capítulo 4), y la posibilidad de que sean afectados por las actividades u obras del proyecto.

- Identificación de los impactos ambientales

Se realiza el “cruce” de actividades versus los elementos antes descritos. Esta etapa resulta en la generación de una matriz de doble entrada, en la cual las filas contienen las actividades del proyecto ordenadas según las fases o etapas del proyecto (i.e. fase pre-operacional, fase operacional y fase de abandono). A su vez, las columnas de dicha matriz contienen los elementos del área de influencia ordenados por medio al cual pertenecen (i.e. físico, biológico o humano), y componente ambiental (agua, vegetación, empleo, etc.).

- Descripción de impactos ambientales

Para cada componente se realiza la fundamentación escrita de los impactos identificados en la etapa anterior. Para ello, se describe cada impacto en términos de la relación de causalidad Actividad-Impacto. Dicha descripción considera por una parte, las características de los elementos del medio ambiente descritos en la línea de base y por otra, la naturaleza de las actividades del proyecto.

- Calificación de impactos ambientales

Esta etapa consiste en establecer las características de los impactos identificados y descritos en las etapas anteriores. Mediante una serie de parámetros y criterios, cada especialista establece el carácter del impacto (i.e. positivo, negativo), la temporalidad (i.e. desarrollo, duración y reversibilidad), su extensión espacial, intensidad y probabilidad de ocurrencia.

Esta etapa resulta en una calificación y el correspondiente texto, en el cual se presentan los argumentos que apoyan la calificación realizada para cada parámetro. Los argumentos que se presentan dicen relación con las normas aplicables a algunas actividades, o bien con las características propias del elemento afectado. Esta etapa concluye con el cálculo de un índice que relaciona todas las dimensiones del impacto (i.e. extensión, temporalidad e intensidad), el que se denomina Calificación Ambiental (CA). Los parámetros y/o criterios con los cuales se califican los impactos, se describen en la siguiente Tabla:

Tabla EI-1
Criterios para Calificar Impactos

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
CARÁCTER (Ca)	Define las acciones o actividades de un proyecto, como benéfica o positiva, perjudicial o negativa.	Negativo Positivo	-1 +1
INTENSIDAD (I)	Expresa la importancia relativa de las consecuencias que incidirán en la alteración del elemento, se define por la interacción entre el Grado de Perturbación que ejercen las actividades del proyecto y el Valor Ambiental del recurso. (*)	Muy Alta Alta Mediana Baja	1,0 0,7 0,4 0,1
RIESGO DE OCURRENCIA (Ro)	Califica la probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades del proyecto.	Cierto Muy Probable Probable Poco Probable	9 – 10 7 – 8 4 – 6 1 – 3
EXTENSIÓN (E)	Define la magnitud del área afectada por el impacto, entendiéndose como la superficie relativa donde se resiente el impacto.	Regional Local Puntual	0,8 - 1,0 0,4 - 0,7 0,1 - 0,3
DURACIÓN (Du)	Corresponde a una medida temporal que permite evaluar el período durante el cual las repercusiones serán sentidas o resentidas en el elemento afectado.	Permanente (>10 años) Larga (5 a 10 años) Media (3 a 4 años) Corta (<2 años)	0,8 - 1,0 0,5 - 0,7 0,3 - 0,4 0,1 - 0,2
DESARROLLO (De)	Califica el tiempo que el impacto tarda en desarrollarse completamente, es decir califica la forma como evoluciona el impacto; desde que se inicia y se manifiesta hasta que se hace presente plenamente con todas sus consecuencias.	Muy Rápido (<1 mes) Rápido (1 a 6 meses) Medio (6 a 12 meses) Lento (12 a 24 meses) Muy Lento (>24 meses)	0,8 - 1,0 0,7 - 0,8 0,5 - 0,6 0,3 - 0,4 0,1 - 0,2
REVERSIBILIDAD (Re)	Evalúa la capacidad que tiene el elemento de revertir el efecto.	Irreversible Parcialmente reversible Reversible	0,8 - 1,0 0,4 - 0,7 0,1 - 0,3
CALIFICACIÓN AMBIENTAL (CA)	La CA es la expresión numérica de la interacción o acción conjugada de los criterios o factores que fueron explicados anteriormente. El valor obtenido de CA se aproxima al entero más cercano, y entrega un rango global de la importancia del impacto (** Ver Fórmula).	0 – 3 4 – 7 8 – 10	Bajo = 1 Medio = 2 Alto = 3

(*): El Grado de Perturbación (GP), evalúa la amplitud de las modificaciones aportadas por las acciones de un proyecto, sobre las características estructurales y funcionales del elemento afectado. Existen 3 grados de perturbación: fuerte (las acciones de un proyecto modifican en forma importante las características propias del elemento); medio (las acciones de un proyecto sólo modifican algunas de las características del elemento); o suave (las acciones del proyecto no modifican significativamente, al elemento afectado). Por su parte el Valor Ambiental (VA) es un criterio de evaluación del grado de importancia de una unidad territorial o de un elemento en su entorno. Esta importancia se define por el interés y calidad que le otorga el juicio del especialista o por el valor social y/o cultural del recurso. El valor ambiental puede ser: Muy Alto, Alto, Medio o Bajo.

Para determinar la Intensidad de un impacto, se deben “cruzar” las calificaciones de ambos criterios (GP vs VA), de acuerdo a la siguiente Tabla.

Tabla EI-2
Intensidad del Impacto en Función del
Valor Ambiental y del Grado de Perturbación

Grado de Perturbación	Valor Ambiental (VA)			
	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Fuerte	Muy Alta	Alta	Mediana	Baja
Medio	Alta	Alta	Mediana	Baja
Suave	Mediana	Mediana	Baja	Baja

(**): La ecuación para establecer la Calificación Ambiental (CA) de un Impacto es:

$$CA = \frac{\text{Carácter} \times (\text{Intensidad} + \text{Extensión} + \text{Duración} + \text{Desarrollo} + \text{Reversibilidad}) \times \text{Riesgo de Ocurrencia}}{5}$$

- Jerarquización y síntesis de la evaluación realizada

En esta etapa se ordenan los impactos ambientales en función de sus Calificaciones Ambientales (CA). De este modo, en cada componente y/o medio, los impactos se clasifican como altos (CA = 8 a 10); medios (CA = 4 a 7) o bajos (CA = 0 a 3). Luego, se resumen los principales impactos ambientales del proyecto, es decir, aquellos clasificados en el rango alto y medio. En esta sección se discuten, además, la posibilidad de que ciertos impactos pudieran presentarse como acumulativos o sinérgicos.

5.2.2 Criterios Cuantitativos Generales Para la Evaluación de Impactos

Para la evaluación de los impactos sobre los componentes ambientales evaluados, se asumirá el siguiente criterio en términos de definir:

5.2.2.1 Intensidad del impacto

✓ Valor Ambiental

- Tratándose de la evaluación de la calidad del aire en relación con la salud de la población, el valor ambiental será siempre “Muy Alto”.
- En el caso de recursos naturales renovables, incluido el mar y recursos que sustenta, el valor ambiental se consideraría “Alto”.
- Tratándose del medio ambiente humano la evaluación del bienestar social y seguridad de las personas será considerado como un valor “Muy Alto”

✓ **Grado de Perturbación**

El grado de perturbación de cada componente del medio ambiente afectado se evaluará en función de su variación con respecto a la situación actual (sin proyecto), así:

- Si en la situación con proyecto se produce una variación entre el 80 – 100% con respecto a la situación actual, el grado de perturbación será Fuerte.
- Si en la situación con proyecto se produce una variación entre el 40 – 79,9% con respecto a la situación actual, el grado de perturbación será Medio.
- Si en la situación con proyecto se produce una variación menor al 40% con respecto a la situación actual, el grado de perturbación será Suave.

5.2.2.2 Riesgo de Ocurrencia

El riesgo de ocurrencia se refiere a la probabilidad de que un impacto efectivamente ocurra.

- Tratándose de la evaluación de los impactos negativos asociados a la Calidad del Aire en la salud de las personas y Calidad del Agua, el riesgo de ocurrencia será cierto si los valores esperados a futuro son iguales o superan los límites normados que gatillan las situaciones de emergencia; será muy probable si la calidad del agua o el aire entrega valores entre los límites de definen emergencias y el límite normado como máximo; será probable si los valores esperados son menores a la norma vigente pero sobre el límite de la latencia (es decir, entre un 100% y un 80% del valor normado como máximo); y será poco probable si los valores esperados son menores al 80% del valor normado.
- Para aquellos impactos en que no se cuente con normas o valores numéricos, el riesgo de ocurrencia y cualquier otro parámetro que incida en la calificación ambiental será justificado por el evaluador.

5.2.2.3 Extensión

Para la calificación de los impactos asociados a la salud de la población, o a los efectos adversos significativos en los recursos naturales renovables, debido a las modificaciones en la calidad del aire, la extensión se considerará puntual.

Para el caso particular del Medio Ambiente Marino (Bahía de Mejillones), dada la particularidad de este cuerpo receptor en relación a otros componentes ambientales, la duración de los impactos respectivos será evaluada usando el siguiente criterio:

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
EXTENSIÓN (E)	Define la magnitud del área afectada por el impacto, entendiéndose como la distancia, superficie o volumen donde se manifiesta el impacto.	Bahía de Mejillones	1,0
		Media (3 km en torno a las obras marítimas)	0,6
		Local (250 m en torno a las obras marítimas)	0,1

5.2.2.4 Duración

Para aquellos impactos evaluados para la etapa de construcción, en general la duración será corta o media (dependiendo de si una actividad dura 1 año o más), mientras que para la operación tenderán a ser permanentes.

Para el caso particular del Medio Ambiente Marino (Bahía de Mejillones), dada la particularidad de este cuerpo receptor en relación a otros componentes ambientales, la duración de los impactos respectivos será evaluada usando el siguiente criterio:

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
DURACIÓN (Du)	Corresponde a una medida temporal que permite evaluar el período durante el cual las repercusiones serán sentidas o resentidas en el elemento afectado.	Larga (>12 meses) Media (1 a 12 meses) Corta (< 1 mes)	1,0 0,6 0,1

5.2.2.5 Desarrollo

Cuando corresponda evaluar impactos ambientales asociados a las características físico-químicas de la columna de agua del Medio Ambiente Marino (Bahía de Mejillones) y de sus sedimentos, como también sobre la biota existente, el desarrollo de éstos se calificará usando el siguiente criterio:

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
DESARROLLO (De)	Califica el tiempo que el impacto tarda en desarrollarse completamente, es decir califica la forma como evoluciona el impacto; desde que se inicia y se manifiesta hasta que se hace presente plenamente con todas sus consecuencias.	Rápido (< 1 mes) Medio (1 a 6 meses) Lento (> a 6 meses)	1,0 0,6 0,1

5.2.2.6 Reversibilidad

Para el caso particular de impactos a producirse en la columna de agua, sedimentos y biota del Medio Ambiente Marino, la reversibilidad de los impactos se calificará sobre la base de los siguientes criterios:

Parámetro	Descripción	Rango	Calificación
REVERSIBILIDAD (Re)	Evalúa la capacidad que tiene el elemento de revertir el efecto.	Irreversible (>5 años) Parcialmente reversible (3 meses a 5 años) Reversible (<3 meses)	1,0 0,6 0,1

Para los restantes impactos se justificará caso a caso.

5.3. ACTIVIDADES DEL PROYECTO

A continuación se detallan, para cada etapa del proyecto, las actividades relevantes desde el punto de vista ambiental, explicando de qué se trata cada una de ellas:

5.3.1 Etapa de Construcción

- **Contratación de mano de obra:** Comprende la contratación del personal necesario para realizar todas las actividades que culminarán con la Central y Terminal de descarga de Petróleo Diesel construidos.
- **Instalación y uso de faenas y movimientos de tierra:** Se relaciona con las actividades de escarpe, excavaciones para construcción de fundaciones y rellenos para la instalación de tuberías. También comprende la instalación de aquellas facilidades que hacen operativa la construcción del proyecto, incluyendo oficinas, instalación de baños, implementación de servicios (agua, electricidad, gas).
- **Aprovisionamiento de insumos, materias primas y servicios:** Comprende las actividades de compra y/o arriendo de los insumos necesarios para la construcción del proyecto.
- **Transporte de personal, equipos, maquinaria y estructuras de la Central:** Se refiere al tránsito que se generará en el área de influencia del proyecto, debido a la necesidad de transportar personas, materiales, equipos, estructuras y otros al área de construcción.
- **Construcción y Montaje:** Relacionada con las actividades de construcción de fundaciones y edificios, y montaje de todas las partes y equipos que permiten dejar operativa la Central, incluida la construcción y montaje de las obras de bocatoma y descarga, y la construcción del Terminal.

5.3.2 Etapa de Operación y Mantenimiento

En lo que respecta a la Central, la etapa de operación y mantenimiento se deriva de una sola actividad, correspondiente a la generación de energía eléctrica a través de la conversión de energía térmica a mecánica y finalmente a energía eléctrica.

En esta etapa, la única actividad del proyecto corresponde a la generación de energía eléctrica y que deriva en los siguientes efectos:

- **Contratación de mano de obra:** Profesionales y técnicos que operarán el proyecto.
- **Emisiones de gases a la atmósfera:** Generadas producto de la combustión en las turbinas
- **Emisiones sonoras:** Producto del funcionamiento de los equipos que componen la Central.
- **Disposición de Residuos Sólidos del Proceso de Combustión,** de acuerdo con el Plan de Manejo Presentado en el Capítulo 1 del EIA.
- **Descarga de efluentes:** Correspondiente a la descarga proveniente del circuito de enfriamiento y otras descargas menores.

- **Actividades Diarias y de Mantenición:** Generación de residuos sólidos y líquidos domésticos e industriales producto de la actividad de oficinas, baños y de actividades de mantención de la Central.
- **Aprovisionamiento de Cal y otros insumos menores:** corresponde al flujo de camiones (entrada y salida) que trasladarán Cal a la Central. En la condición más desfavorable, totalizan 3 camiones por hora para cal.

Respecto del Terminal de Descarga se han considerado las actividades de circulación de barcos que llegarán con el combustible.

5.3.3 Etapa de Abandono

No se ha considerado evaluar impactos en esta etapa, debido a que la Central ni el Terminal serán abandonados

5.4. IDENTIFICACIÓN DE EFECTOS Y POTENCIALES IMPACTOS

Las actividades detalladas en cada una de las etapas del proyecto producen efectos en el medio ambiente, los que se traducen en potenciales impactos. Las Tablas de las páginas siguientes resumen las actividades, efectos y potenciales impactos para las etapas de construcción y de operación/mantenición del proyecto.

- Cabe precisar que no se calificaron impactos en relación con los **Recursos arqueológicos (etapa de construcción y operación)**, puesto que la inspección del patrimonio realizada por arqueólogos no detectó la presencia de ningún tipo de recursos culturales, ni en el área de la Central/Terminal, ni en el sector del vertedero.
- No se calificaron impactos a la **flora y fauna terrestre, en la etapa de construcción**, en consideración a que el área a intervenir corresponde a un área industrial con total ausencia de estos recursos.

Tabla EI-3
Potenciales Impactos en la Etapa de Construcción

Actividad	Efecto	Código Impacto	Impacto
Contratación de Mano de Obra	Generación de puestos de trabajo	CE-1	Disminución de los índices de cesantía
	Llegada de personas foráneas	CC-1	Alteración del estilo de vida de las personas
Instalación y uso de faenas, Movimientos de tierra	Generación de emisiones sonoras	CP-1	Riesgo a la salud de la población debido a emisiones sonoras por actividades de construcción
	Generación de emisiones fugitivas de polvo	CP-2	Riesgo a la salud de la población por emisiones fugitivas de polvo
	Generación de gases por funcionamiento de máquinas y equipos	CP-3	Riesgo a la salud de la población por emisiones de gases
Aprovisionamiento de insumos, materias primas y servicios	Aumento en la demanda por bienes y servicios	CE-2	Mayores ingresos en el comercio local
Construcción y Montaje	Generación de emisiones sonoras	CP-1	Riesgo a la salud de la población debido a emisiones sonoras por actividades de construcción
	Generación de emisiones fugitivas de polvo	CP-2	Riesgo a la salud de la población por emisiones fugitivas de polvo
	Remoción de sedimentos del fondo marino producto de la hincapiques y las actividades propias de la construcción del Terminal de Descarga de Diesel y Estructura Soportante de Ductos de aducción de agua de mar	CA-1	Alteración de la calidad físico-química de la columna de agua del cuerpo receptor
		CB-1	Alteración de hábitat de especies intermareales
		CB-2	Alteración de hábitat de organismos bentónicos submareales
		CB-3	Alteración de hábitat de Tortuga Verde

Tabla EI-4
Potenciales Impactos en la Etapa de Operación

Actividad	Efecto	Código Impacto	Impacto
Generación de Energía Eléctrica	Contratación de mano de obra Emisiones a la atmósfera por chimenea	OE-1	Disminución de los índices de cesantía
		OP-1	Riesgo a la salud de la población por emisiones por SO2
			por SO2 en condición desfavorable
			por PM-10
			por PM-10 en condición desfavorable
			por V
			por V en condición desfavorable
			por Ni
			por Ni en condición desfavorable
			por NO2 y potencial formación de O3
			por NO2 en condición desfavorable
		OR-1	Efectos adversos sobre los recursos naturales
			por SO2
			por PM-10, V y Ni
			por NO2 y potencial formación de O3
Descarga de Petróleo Diesel en Terminal Marino	Emisiones sonoras por operación de la Central	OP-2	Riesgo a la salud de la población debido a emisiones sonoras
	Disposición de residuos sólidos del proceso de combustión	OS-1	Pérdida de suelo
	Descarga de efluente	OA-1	Alteración de la calidad físico-química del agua en zona de dilución de la Temperatura
		OB-1	Alteración de hábitat de Tortuga Verde
Descarga de Petróleo Diesel en Terminal Marino	Circulación de barcos	OB-1	Alteración de hábitat de Tortuga Verde

5.5. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

5.5.1 Etapa de Construcción

5.5.1.1 *Medio Ambiente Socioeconómico – Economía e Infraestructura Existente*

- a) **Impacto:** Disminución de los índices de cesantía

Código del Impacto: CE-1

La construcción del proyecto generará demanda de mano de obra, sobre todo no especializada, situación que provocará una disminución de los índices de cesantía local.

Se estima que los empleos serán generados de manera directa para las labores de construcción y traslado de equipos y maquinarias, y de manera indirecta a través de los subcontratos que se establecerán para el abastecimiento de combustible, manejo de residuos de construcción, servicios generales, etc.

De acuerdo a los antecedentes de línea de base (Capítulo 4), la tasa de desocupados en la Comuna de Mejillones (año 2002) alcanzaba al 11%, y aún cuando dicha situación puede haber mejorado a la fecha, la contratación de mano de obra local permitirá la reducción de este índice. El proyecto coordinará con la Ilustre Municipalidad de Mejillones para privilegiar el empleo de trabajadores locales.

Con respecto a la calificación ambiental de este impacto, corresponde a un impacto de carácter positivo, ($Ca = 1$), ya que permitirá dinamizar la economía del sector. Corresponde a un impacto con un grado de perturbación medio (se requiere de un promedio de 700 personas por un total de 43 meses) en una variable de valor ambiental alta (Economía), siendo entonces de intensidad alta ($I = 0,7$).

Este impacto tiene un riesgo de ocurrencia probable ($Ro = 6$) y tiene una extensión puntual ya que se estima se presentará principalmente en la ciudad Mejillones ($E = 0,3$).

La duración del impacto es larga ($Du = 0,5$) considerando que la construcción de todo el proyecto dura 43 meses. El desarrollo, por su parte es muy rápido, ($De = 0,9$), ya que una vez que se inicien las obras los beneficios se visualizarán inmediatamente. Se ha considerado un impacto reversible, ($Re = 0,1$).

La calificación ambiental resultante de la ponderación de las variables señaladas es de $CA = 3$, para todas las actividades, lo cual implica que se trata de un impacto de jerarquía baja ($Je=1$).

- b) Impacto:** Mayores ingresos en el comercio local.

Código del Impacto: CE-2

Las obras de construcción del proyecto, la llegada de mano de obra foránea y los mayores ingresos de personas de las localidades cercanas a la zona del proyecto derivarán en compras de bienes y servicios en el comercio local. También existirá una mayor demanda por alojamientos y servicios de alimentación, así como de servicios anexos que se requieren durante la construcción.

Éste corresponde a un impacto de carácter positivo, ($Ca = 1$), ya que es otro factor que permitirá dar un mayor dinamismo a la economía del área de influencia del proyecto. Se ha calificado de intensidad mediana ($I = 0,4$), ya que no se sabe con certeza el grado de uso que se le dará al comercio local, por lo que se ha asignado un grado de perturbación suave y un valor ambiental alto.

Tiene un riesgo de ocurrencia probable ($Ro = 5$) y una extensión local, ya que se estima se presentará en Mejillones, Antofagasta y probablemente Tocopilla ($E = 0,5$).

La duración del impacto es larga, ($Du = 0,5$) considerando que la construcción dura 43 meses. El desarrollo, por su parte es muy rápido, ($De = 0,8$), ya que una vez que se inicien las obras los beneficios se visualizarán inmediatamente. Corresponde a un impacto reversible, ($Re = 0,1$).

La calificación ambiental resultante de la ponderación de las variables señaladas es de $CA = 2$, para todas las actividades, lo cual implica que se trata de un impacto de jerarquía baja, ($Je = 1$).

5.5.1.2 Medio Ambiente Socioeconómico – Comunidad

- a) Impacto:** Alteración del estilo de vida de las personas
Código del Impacto: CC-1

La construcción del proyecto incentivará la llegada de personas de otras comunas, quienes podrían alterar el estilo de vida de Mejillones.

Este impacto se relaciona con la percepción generada en la comunidad local producto del comportamiento del personal foráneo presente en la zona.

En el caso de este proyecto, se estima que el grado de perturbación será bajo, considerando que en menor medida habrá alojamiento de personas en Mejillones, puesto que se prevé que el mayor porcentaje lo hará en Antofagasta. Cabe hacer presente que el proyecto coordinará con la Ilustre Municipalidad de Mejillones para privilegiar el empleo de trabajadores locales, lo que favorece la menor llegada de personas foráneas a la comunidad.

Se trata de un impacto negativo, ($Ca=-1$) con una intensidad alta (0,7) considerando el grado de perturbación medio en una variable de valor ambiental alta (tranquilidad de las personas en Mejillones). Se califica la extensión como puntual ($E=0,3$) en función de que abarcará a la ciudad de Mejillones; la duración será larga ($Du=0,5$)

por la extensión de la construcción; desarrollo rápido ($De=0,9$) y reversible ($Re=0,1$). El riesgo de ocurrencia se ha calificado de poco probable (3), atendido el hecho de que Mejillones constituye un polo de desarrollo constante, lo que hace que sus habitantes estén acostumbrados a la llegada de personal foráneo por la construcción de grandes proyectos en su sector industrial.

Este impacto tendría una jerarquía baja según la metodología empleada, cuya calificación ambiental alcanza a $CA=-2$, es decir, jerarquía baja.

5.5.1.3 *Calidad del Aire - Salud de las personas*

- a) **Impacto:** Riesgo a la salud de la población debido a emisiones sonoras por actividades de construcción

Código del Impacto: CP-1

La influencia ambiental acústica en la etapa de construcción de la obra tiene relación con actividades como movimiento de tierras, montaje de equipos, movimiento de maquinaria, tránsito de vehículos pesados, etc. para lo cual se requiere de maquinaria pesada como retroexcavadoras, cargador frontal, camión tolva, rodillo compactador, camión mixer, entre otras, todas ellas generadoras de ruido.

Nótese que este impacto se asocia tanto a la instalación y uso de faenas, movimiento de tierra como a las actividades de construcción y montaje, aunque en este último caso (construcción y montaje) será menor la influencia acústica.

Toda la maquinaria operará de manera alternada y de acuerdo a las distintas etapas de construcción.

Dado que es necesario sumar el aporte de varias fuentes trabajando al mismo tiempo, la suma de los niveles de presión sonora se ha obtenido de la ecuación:

$$NPS = 10 * \log \left[\sum 10^{(NPS_i/10)} \right] \text{ dB}$$

donde:

NPS = nivel de presión sonora total
 NPS_i = nivel de presión sonora de la i -ésima máquina

Para conocer el ruido aportado a diferente distancia, es decir, el grado de influencia de estas emisiones en los receptores cercanos, se calcula el Nivel de Presión Sonora (NPS) de inmisión a una distancia "r" (distancia de la fuente al receptor) utilizando la ecuación que se presenta a continuación.

$$NPS \text{ inmisión} = NPS_c - 20 * \log \left(\frac{r_{imm}}{r_c} \right) - A$$

donde:

NPS_c	=	Emisión por actividad (Tablas del Capítulo 1) para los escenarios analizados.
r_{inm}	=	Distancia desde la fuente de ruido al receptor
r_c	=	Distancia a la que se midió el NPS de la fuente de ruido
A	=	Atenuación entre el punto de referencia (donde se produce la emisión de ruido) y el punto de inmisión de interés. En este caso, los cálculos se han realizado conservadoramente sin atenuación ($A = 0$).

Tabla EI-5
Niveles de Ruido Esperado en Función de la Distancia
Movimiento de Tierras+ Transporte de Material + Maquinaria

distancia (m)	Mov Tierras	Transporte Material	Uso Maquinaria	Total
15,0	69	67	64	72
30,0	63	61	58	66
60,0	57	55	52	60
100,0	52	51	48	55
120,0	51	49	46	54
180,0	47	45	43	50
240,0	44	43	40	48
450,0	39	38	35	42
900,0	33	32	29	36
1200,0	31	29	26	34
1350,0	29	28	25	33
1500,0	29	27	24	32
2000,0	26	25	22	29
2700,0	23	22	19	27
3000,0	23	21	18	26
4500,0	19	18	15	22

A efectos de definir si dichos aportes generan riesgos a la salud de la población, se ha considerado que la distancia más cercana entre el proyecto y la zona poblada de Mejillones es de 3 km.

Para que la evaluación sea conservadora, a 3 km del proyecto se asume que los límites aplicables son los más restrictivos de la legislación chilena, que corresponden a aquellos definidos en el DS 146/04 del Ministerio Secretaría General de la República para **Zona I** (zona cuyos usos de suelo permitidos de acuerdo a los instrumentos de planificación territorial corresponden a: habitacional y equipamiento a escala vecinal).

Así, el máximo aporte del proyecto no debe superar los siguientes límites:

NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PRESIÓN SONORA CORREGIDOS (NPC) EN dB(A) LENTO		
	de 7 a 21 Hrs.	de 21 a 7 Hrs.
Zona I	55	45

Con relación a la calificación del impacto, este corresponde a un impacto negativo ($Ca = -1$).

Conforme a la normativa vigente (D.S. N° 146/97), y de acuerdo a los datos de la Tabla precedente, la construcción del proyecto en la zona poblada de Mejillones (a 3 km en línea recta desde el área del proyecto) será de 26 dB(A) cumpliendo con los niveles de la legislación vigente más restrictiva (para Zona I), tanto de día como de noche.

El valor ambiental de la variable (salud de las personas) es muy alto, resultando con una intensidad mediana ($I = 0,4$).

El riesgo de ocurrencia del impacto es poco probable ($Ro = 3$), debido a que los niveles esperados representan menos del 80% del valor normado. La extensión del impacto es puntual ($E = 0,3$) debido a que sólo podría afectar a la zona poblada más cercana a la zona industrial.

Su duración es larga ($Du = 0,5$) debido a que la construcción se extiende por 43 meses; de desarrollo muy rápido ($De = 0,9$). Corresponde a un impacto reversible ($Re = 0,1$).

En función de lo anterior, el impacto obtiene una calificación ambiental $CA = -1$ para el caso de uso de explosivos y de -1 , cuando no se usen explosivos, por lo que resulta ser siempre de jerarquía baja ($Je=1$).

- b) Impacto:** Riesgo a la salud de la población debido a emisiones fugitivas de polvo.

Código del Impacto: CP-2

Las actividades de construcción, y en particular aquellas asociadas a movimientos de tierra y tránsito de vehículos y maquinaria por áreas no pavimentados generan emisiones fugitivas de polvo al ambiente.

La particularidad de estas emisiones fugitivas es que tienen un área de influencia muy acotada, es decir, no se detectan en sectores muy alejados del punto donde se produce la emisión. En ese contexto, tienen una mayor probabilidad de afectar a las personas directamente involucradas en las actividades de construcción (trabajadores), que a receptores no emplazados directamente en el área de faenas. Para mitigar este impacto se han previsto medidas como regado de áreas a ser intervenidas y de las vías de acceso y circulación de vehículos a velocidades moderadas.

Luego, corresponde a un impacto negativo ($Ca = -1$), de grado de perturbación suave (debido a que son básicamente emisiones que se generarán y quedarán en el mismo sitio) y valor ambiental Muy Alto (Salud de las personas), resultando en una intensidad media ($I = 0,4$).

El riesgo de ocurrencia es poco probable ($Ro = 2$), considerando los antecedentes señalados en el Capítulo 1:

De acuerdo a los antecedentes históricos, referentes al registro de particulado respirable del período 1996-2000 (que incluye la construcción de dos de las unidades de la Central Térmica Mejillones durante los años 1997, 1998 y 1999) los valores máximos diarios de PM-10 en Mejillones no superaron los $86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1998) ni los $23,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio anual.

Tabla EI-6
Mediciones de PM-10 en Mejillones
Período 1996 - 2000

Año	PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	
	Promedio	Máximo Diario
1996	23,2	64,0
1997	22,7	57,1
1998	23,3	86,0
1999	21,2	69,5
2000	19,7	85,8
Todo el período	21,7	86,0

Las emisiones fugitivas, producto de las faenas de construcción, serán minimizadas por medio de medidas tales como regado de las áreas de trabajo, encarpado de los camiones que muevan tierra, regado de las rutas internas más utilizadas en el sitio y limitación de velocidad de circulación de camiones.

La extensión puntual, puesto que sólo influye en el área donde ocurre la emisión ($E = 0,1$), de corta media ($Du = 0,3$), de desarrollo muy lento ($De = 0,1$), puesto que la salud de la población no recibe inmediatamente los efectos, totalmente reversible ($Re = 0,1$).

De acuerdo a lo anterior, el impacto tiene una Calificación Ambiental ($CA = 0$) y resulta de jerarquía baja ($Je = 1$).

c) Impacto: Riesgo a la salud de la población debido a emisiones de gases.

Código del Impacto: CP-3

En el área donde se realizará la construcción habrá vehículos y maquinaria circulando, lo que se deriva en la emisión de gases por tubos de escape. Se estima que estas emisiones no serán relevantes, considerando que la maquinaria, vehículos y equipos deben cumplir con los límites de emisión exigidos por la legislación vigente. Las concentraciones de estos gases tendrán influencia sólo en

el sector donde se produce la emisión, puesto que los flujos emitidos y la altura de salida de estas emisiones no supera los 3 metros.

Corresponde a un impacto negativo ($Ca = -1$), de grado de perturbación suave (debido a que su influencia se centra en el sitio donde se construye) y valor ambiental Muy Alto (Salud de las personas), resultando en una intensidad mediana ($I = 0,14$). El riesgo de ocurrencia es poco probable ($Ro = 2$), de extensión puntual, puesto que sólo influye en el área donde ocurre la emisión ($E = 0,1$), de duración media ($Du = 0,3$) considerando toda la etapa de construcción del proyecto; de desarrollo muy lento ($De = 0,1$), puesto que la salud de la población no recibe inmediatamente los efectos, totalmente reversible ($Re = 0,1$).

De acuerdo a lo anterior, el impacto tiene una Calificación Ambiental ($CA = 0$) y resulta de jerarquía baja.

5.5.1.4 Calidad del Agua

- a) **Impacto:** Alteración de la calidad física-química de la columna de agua del cuerpo receptor

Código del Impacto: CA-1

Durante la etapa de construcción, la calidad físico-química del agua se verá alterada debido a las actividades de la construcción de la estructura soportante de los ductos de aducción de agua de mar y de conducción de Petróleo Diesel, y en menor medida por la construcción de las obras para la descarga de agua de enfriamiento.

Esta alteración se relaciona con los movimientos de tierra, hincado de pilotes y fijación de la tubería de descarga de Petróleo Diesel en el fondo marino, actividades que aumentarán los sólidos suspendidos en la columna de agua. También se debe considerar que pueden haber eventuales aumentos puntuales de aceites y grasas por la circulación de embarcaciones y presencia de maquinaria con que se estarán ejecutando los trabajos.

La Intensidad del impacto ha sido calificada como Mediana ($I = 0,4$). Esto ha sido determinado por el Grado de Perturbación Suave que produce la actividad sobre la columna de agua de la Bahía, considerando que ella se verificará sólo durante la etapa de construcción y en un área muy acotada de ésta. Junto con lo anterior, considerando los usos de la Bahía, es que se considera que ésta presenta un Valor Ambiental Medio, ya que la principal actividad actualmente en la bahía es de tipo industrial.

El Riesgo de Ocurrencia se califica como poco probable en su rango alto ($Ro=3$), gracias a la capacidad de dilución de la columna de agua de la Bahía

La Extensión del Impacto se califica como Puntual ($E=0,1$) ya que afectará principalmente el área donde se emplazarán las obras.

La Duración del impacto es Corta ($Du = 0,2$) considerando que la construcción de las obras en el mar durarán menos de dos años y que la capacidad de dilución del cuerpo receptor, la Bahía Mejillones, permite absorber en el corto plazo los cambios en las características físico-químicas de la columna de agua. Del mismo

modo, el Desarrollo del Impacto es Rápido ($De=1,0$) ya que su máxima expresión se registrará puntualmente durante los cerca de siete meses que dura la actividad.

Desde el punto de vista de la Reversibilidad, dado que el impacto se verifica principalmente por el aumento de los sólidos en suspensión producto de la remoción del lecho, se considera que dicha condición es totalmente Reversible ($Re=0,1$) toda vez que las condiciones que generan el aumento de los sólidos en suspensión desaparezcan.

En consideración con lo anterior, el rango del impacto es -1 , lo que equivale a una Calificación Ambiental (CA) del impacto "Alteración de la calidad de las aguas de la Bahía de Mejillones" de Baja (1).

5.5.1.5 Comunidades Bióticas

a) **Impacto:** Alteración del hábitat de especies intermareales

Código del Impacto: CB-1

La alteración del hábitat de especies intermareales se producirá como consecuencia de la construcción de la estructura soportante de las tuberías de aducción de agua de mar y casa de bombas.

De acuerdo a los antecedentes que se presentan en el Capítulo 4:

En cuanto a la fauna intermareal del área de estudio, esta se presentó bastante pobre encontrándose sólo unos pocos ejemplares de pulga de mar (*Emerita analoga*) en los muestreos intermareales TI3 y TI4 (9 y 2 respectivamente) esta muy baja abundancia no permitió incluir estos datos en el análisis comunitarios. Estos resultados son coherentes si se comparan con la información entregada por la empresa Edelnor S.A., a través de los informes de las campañas de monitoreo del medio ambiente marino en el que para esta misma área informa a partir del verano del 2004, entre 1 y 2 taxa por transecto, siendo generalmente, *Emerita analoga*, la especie más abundante, siendo la segunda taxa presente el molusco *Semimytilus algosus*.

Por lo tanto, puede establecer que el valor ambiental de estas comunidades es bajo, debido a que están ampliamente distribuidas en esta zona costera. El grado de perturbación del proyecto es medio, dado que el área a intervenir es pequeña, pero se altera completamente este sector. Esto lleva a que el impacto tenga una intensidad baja ($I=0,1$).

El riesgo de ocurrencia del impacto es Probable ($Ro=5$), debido a que el movimiento de tierra y la intervención de la zona del intermareal para la instalación de las tuberías alterará el hábitat de las comunidades intermareales, las que en todo caso, son muy escasas en la zona. La duración del impacto es corta ($Du=0,2$), debido al tiempo que empleará la construcción de estas obras), de extensión local ($E=0,1$); de desarrollo muy rápido ($De=1$), puesto que la potencial modificación del hábitat intermareal se producirá en forma inmediata una vez iniciadas las obras de la aducción y descarga en al área marítima. La reversibilidad del impacto es total ($Re=0,1$), debido a que una vez terminadas las obras, se reconstituirán las comunidades afectadas.

En el contexto de lo anterior, el impacto resulta en una $CA = -2$, es decir, jerarquía baja.

b) Impacto: Alteración de hábitat de organismos bentónicos submareales

Código del Impacto: CB-2

La modificación en la diversidad de organismos bentónicos submareales que habitan en el sector de las obras del proyecto será generada básicamente por la remoción de sedimentos del fondo marino producto de la hincada de pilotes y las actividades propias de la construcción de la estructura de toma de agua de mar y ducto de descarga de Petróleo. Estas actividades generarán un impacto de carácter negativo ($Ca = -1$).

La intensidad del impacto ha sido calificada como baja ($I = 0,1$). Esto ha sido determinado considerando que el grado de perturbación en los organismos del sector será significativa, ya que cualquier organismo que sea alcanzado por el hincamiento de pilotes u otra estructura probablemente muera, por lo tanto es considerado fuerte. A su vez, el valor ambiental ha sido catalogado como bajo, particularmente por la escasez de organismos tanto ecológica como económicamente importantes (sólo corresponden a gastrópodos y crustáceos, siendo las especies más abundantes *Mitrella unifasciata*, *Nassarius gayi*, *Priene scabrum* y *Tegula atra*).

El riesgo de ocurrencia del impacto es probable ($Ro = 6$), ya que a pesar de la escasez de organismos, aquellos que estén presentes se verán ciertamente alterados por la hincada de pilotes y las actividades propias de la construcción del segundo sitio atraque. La extensión del impacto se califica como puntual ($E = 0,1$). Lo anterior, debido a que se espera que la modificación no se produzca en otros organismos que no sean los que habiten el área de obras al momento que éstas se implementen.

La duración del impacto es corta ($Du = 0,2$) ya que el efecto en los organismos terminará una vez que finalicen las actividades asociadas a la hincada de pilotes y construcción de la estructura soportante de ductos. Del mismo modo, el desarrollo del impacto es rápido ($De = 1,0$) ya que su máxima expresión se registrará puntualmente durante los cerca de siete meses que dura la actividad.

Desde el punto de vista de la reversibilidad, dado que el impacto se verifica principalmente en aquellos organismos que habiten el área de las obras, y que una vez finalizadas las obras los organismos que habitan las áreas adyacentes podrán repoblar el área alterada sin mayores dificultades, éste se considera totalmente reversible ($Re = 0,1$).

En consideración con lo anterior, el impacto obtiene una calificación ambiental $Ca = -2$, lo que corresponde a un impacto de jerarquía baja (1).

c) Impacto: Alteración de hábitat de Tortuga Verde

Código del Impacto: CB-3

De acuerdo a los antecedentes señalados en el Capítulo 4, en el entorno inmediato de las descargas de agua de enfriamiento de la central Térmica Mejillones de Edelnor S.A. (CTM) se congregan un número variable de tortugas verdes (*Chelonia Mydas*), que según estudios realizados variarían entre más de 30 y hasta 60 ejemplares.

La condición corporal de ejemplares estudiados y especialmente incrementos de peso de individuos recapturados, indican que las tortugas se encuentran en buen estado en la Bahía, lo que sustenta la idea de que el área corresponde a un sitio de forrajeo o alimentación. Estos sitios, que normalmente son distantes a los sitios de reproducción, son explotados por las tortugas durante su crecimiento o engorda en períodos pre e inter-reproductivos, lo que le confiere a este sector de la bahía un alto valor para la conservación de esta especie.

Según señalan los estudios realizados, las tortugas realizarían excursiones cíclicas, preferentemente entre el sector de las descargas hacia las costas frente a Chacaya y Cta Hornos, las que pueden ser completadas durante un día, o tener varios (sobre cinco) días de duración. No obstante, es recurrente el retorno de los ejemplares al área de las descargas donde se congrega la mayor parte de la población. Los ejemplares permanecen por tiempos variables en la Bahía Mejillones del Sur.

Por su parte, el proyecto contempla la ejecución de obras a unos 300 metros al este de la descarga de las Unidades 2 y 3 de Edelnor (estructura de descarga de aguas de enfriamiento), y a aproximadamente 500 m al este (estructura soportante de tuberías de aducción y de descarga de Petróleo Diesel). La ejecución de estas obras generará la necesidad de presencia de personas y operación de maquinarias en el área de construcción.

En función de lo anterior, el impacto se califica como negativo ($Ca = -1$). El valor ambiental de la zona de emplazamiento de las tortugas se califica como "Muy Alto", y el grado de perturbación como "Medio", atendido el hecho de que existe una distancia de al menos 300 metros entre la zona de localización usual de las tortugas y el área de obras. En este contexto, la intensidad del impacto resulta Alta ($I = 0,7$). El riesgo de ocurrencia del impacto es poco probable ($Ro = 3$), si se considera que no existe ninguna necesidad del proyecto de intervenir el área de congregación de las tortugas. La extensión del impacto se califica como media ($E = 0,6$), atendida la superficie de las áreas a intervenir. Corresponde a un impacto de desarrollo muy rápido ($De = 1$) y completamente reversible ($Re = 0,1$), puesto que finalizadas las obras de construcción, se finaliza la intervención del hábitat.

Cabe hacer presente que el proyecto considera medidas de mitigación, tendientes a que los contratistas de construcción conozcan las restricciones de trabajo en el sector y están obligados a cumplirlas, de modo tal de minimizar este impacto.

Consideración con lo anterior, el impacto obtiene una calificación ambiental $Ca = -2$, lo que corresponde a un impacto de jerarquía baja (1).

5.5.2 Etapa de Operación

La evaluación de los impactos de la etapa de operación se ha ordenado según el medio afectado.

5.5.2.1 Medio Ambiente Socioeconómico

- a) **Impacto:** Disminución de los índices de cesantía.

Código del Impacto: OE-1

De acuerdo a los antecedentes señalados en la Descripción del Proyecto:

La operación y mantenimiento de las unidades generadoras será a través de un contrato con EDELNOR S.A. Las Unidades CTA y CTA2 requerirán, cada una, de 6 personas adicionales a la planta de EDELNOR S.A.

Para la operación del Terminal de Descarga de Diesel se requiere del siguiente personal:

- Por servicios de terceros: 1 operador marítimo, 3 ayudantes y durante la descarga 4 ayudantes adicionales.
- Con personal propio se requiere de 1 bombero y 1 ayudante.

De acuerdo a lo anterior, se califica este impacto como de carácter positivo ($Ca=1$), intensidad baja ($I=0,1$) dado el bajo requerimiento de mano de obra; extensión puntual ($E=0,1$); duración permanente ($Du=1$), ya que la vida útil del proyecto es indefinida. El desarrollo es rápido ($De=0,7$), ya que el impacto se comenzará a sentir en cuanto entre en operación el proyecto. Resulta ser un impacto reversible ($Re=0,1$).

El riesgo de ocurrencia se ha estimado como probable ($Ro=6$), puesto que se privilegiará la contratación de personas de la zona. Con estos antecedentes la calificación es de ($CA=3$), es decir un impacto y jerarquía baja ($Je=1$).

5.5.2.2 Calidad del Aire - Salud de las Personas

- a) **Impacto:** Riesgo a la salud de la población por emisiones gaseosas y de partículas del proyecto (emisiones por chimenea, secador de caliza y almacenamiento de caliza).

Código del Impacto: OP-1

Por la extensión de los antecedentes y cálculos, toda la información referida a este tema se presenta en detalle en el Anexo 5.1 de este Capítulo, que corresponde al análisis de las emisiones y su influencia en la calidad del aire.

Por falta de normas de emisión en Chile se ha considerado como norma de referencia aquella en México, que es uno de los países de referencia señalados en el Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental. De acuerdo a los antecedentes expuestos en el Anexo 5.1, el proyecto cumple con los límites normados en México para SO_2 , NO_2 y Particulado.

Por otra parte, y de acuerdo a lo señalado en la Tabla 1, el proyecto limitará sus emisiones de Ni+As y V a los mismos límites de emisión que hoy le son aplicables a las Unidades 1 y 2 de Edelnor S.A.

Para efectos de calificar el impacto asociado a la salud de la población por las emisiones del proyecto se ha considerado el cumplimiento de las normas referenciales antes señaladas y el cumplimiento de normas primarias de calidad del aire. El impacto se califica siempre como de extensión local en su grado máximo ($E = 0,7$) para hacer un análisis conservador.

a.1 Impacto OP-1 por SO_2

Los niveles esperados como aporte diario del proyecto son, como máximo, de $16,8 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en la zona poblada de Mejillones (ver Tabla 15 del Anexo 5.1). Considerando que la línea de base es de $16,1 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, se totaliza $32,9 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. La norma de protección de la salud de las personas es $250 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

En términos anuales el aporte del proyecto en la zona poblada de Mejillones no supera los $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. La línea de base medida como promedio anual es de $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, obteniéndose un total de $4,7 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. La norma de protección de la salud de las personas es de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Corresponde a un impacto negativo ($Ca=-1$). El grado de perturbación, en términos diarios y anuales, es Fuerte (los aportes del proyecto producen una variación mayor al 80% con respecto a la línea de base) y el valor ambiental es Muy Alto (salud de las personas), lo que resulta en una intensidad Muy Alta ($I=1,0$). El riesgo de ocurrencia del impacto es poco probable ($Ro=1$), dado que los valores esperados son menores al 80% del valor normado anual y diario.

La extensión del impacto es local ($E=0,7$), de desarrollo muy lento ($De=0,2$), puesto que si hubiesen efectos en la salud de las personas sólo podrían verificarse a largo plazo; de duración permanente ($Du=1$), corresponde a un impacto irreversible ($Re=1,0$). Con esto, el impacto califica como $CA=-1$, resultando en un impacto de jerarquía baja ($Je=1$).

Por otro lado, si se considera la condición desfavorable en que se encuentren operando otras fuentes emisoras del sector, el aporte diario del proyecto sumado al de estas otras fuentes totaliza $84,6 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. De esta forma, se puede estimar la línea de base como la diferencia entre este resultado y el aporte del proyecto ($16,8 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), obteniéndose una línea de base diaria de $67,8 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

En términos anuales, el aporte del proyecto sumado al de las otras fuentes da un total de $27,4 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Si se estima la línea de base como la diferencia entre este resultado y el aporte anual del proyecto ($2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), se obtienen una línea de base anual de $25,2 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

En este caso, el grado de perturbación, en términos diarios y anuales, es Suave (los aportes del proyecto producen una variación menor al 40% con respecto a la línea de base) y el valor ambiental es Muy Alto (salud de las personas), lo que resulta en una intensidad Mediana ($I=0,4$). El riesgo de ocurrencia del impacto es poco probable ($Ro=2$), dado que los valores esperados son menores al 80% del valor normado anual y diario. Las características de extensión, desarrollo, duración

y reversibilidad del impacto no varían con respecto a la situación analizada más arriba. Con esto, el impacto califica como $CA=-1$, resultando en un impacto de jerarquía baja ($Je=1$).

En ambos casos analizados, el impacto resulta ser de jerarquía baja.

a.2 Impacto OP-1 por PM-10

El valor máximo diario esperado de PM-10 en la zona poblada de Mejillones, como aporte del proyecto es de $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Por su parte, los valores actuales medidos en la zona muestran un valor percentil 98 de $52,7 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Este valor, sumado al máximo que se podría esperar como aporte del proyecto ($1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) genera un máximo de $54,1 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. La norma de protección de la salud de las personas es de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

En términos anuales, el aporte del proyecto es de $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ como máximo en la zona poblada de Mejillones. De esta forma, el aporte del proyecto hace que la línea de base suba de $20,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ a $20,7 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. La norma de protección de la salud de las personas es de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Se trata de un impacto negativo ($Ca=-1$). El grado de perturbación en términos diarios y anuales es Suave (el proyecto no genera modificaciones relevantes respecto de los valores actuales de calidad del aire), siendo el valor ambiental (salud de las personas) Muy Alto. Con esto, la intensidad del impacto es mediana ($I=0,4$). El riesgo de ocurrencia resulta ser poco probable ($Ro=2$), dado que los valores esperados son menores al 80% del valor normado anual y diario.

La extensión del impacto es local ($E=0,7$), de desarrollo muy lento ($De=0,2$), puesto que si hubiesen efectos en la salud de las personas sólo podrían verificarse a largo plazo; de duración permanente ($Du=1$);, corresponde a un impacto irreversible ($Re=1,0$). Con esto, el impacto califica como $CA=-1$, siendo de jerarquía baja ($Je=1$).

Por otro lado, si se considera la condición desfavorable en Mejillones, es decir, que se encuentren operando todas las fuentes emisoras (aquellas que operan en la actualidad, más aquellas ambientalmente autorizadas, pero que no están construidas), la línea base total diaria corresponde a la suma de la línea de base diaria medida ($52,7 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) más el aporte diario de las otras fuentes ($7,2 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), obteniéndose una línea de base diaria de $59,9 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Si a este valor se le agrega el aporte diario del proyecto en la zona poblada de Mejillones ($1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) se totaliza $61,3 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

En términos anuales, la línea de base medida ($20,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) sumado al aporte de las otras fuentes (es decir, las que están ambientalmente autorizadas, pero no construidas, igual a $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) da una línea de base total de $23,0 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Si a este valor se le suma el aporte anual del proyecto en la zona poblada de Mejillones ($0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) se obtiene un total de $23,2 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

En este caso, el grado de perturbación, en términos diarios y anuales, es Suave (los aportes del proyecto no son significativos en relación con la línea de base) y el valor ambiental es Muy Alto (salud de las personas), lo que resulta en una intensidad Mediana ($I=0,4$). El riesgo de ocurrencia del impacto es poco probable ($Ro=2$), dado que los valores esperados son menores al 80% del valor normado anual y diario. Las características de extensión, desarrollo, duración y reversibilidad del impacto no varían con respecto a la situación analizada más arriba. Con esto, el impacto califica como $CA=-1$, resultando en un impacto de jerarquía baja ($Je=1$).

En ambos casos analizados, el impacto resulta ser de jerarquía baja.

a.3 Impacto OP-1 por Vanadio

Respecto del vanadio presente en el particulado que emite la Central, se espera un máximo aporte de $0,07 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ como promedio diario, en la zona poblada de Mejillones. Considerando que la línea de base medida resulta ser no detectable, el total esperado será de $0,07 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Cabe hacer presente que para efectos de comparación se ha asumido el valor de concentración ambiental recomendado como seguro para las personas por la OMS, siendo éste de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Este límite se cumple ampliamente.

Corresponde a un impacto negativo ($Ca=-1$). El valor ambiental (salud de las personas) es Muy Alto, y el grado de perturbación es Fuerte (las concentraciones ambientales subirían de “no detectado” a $0,07 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.) Corresponde entonces a un impacto de intensidad Muy Alta ($I=1,0$). El riesgo de ocurrencia del impacto es poco probable ($Ro=1$), puesto que en la zona poblada se alcanzaría hasta un 7% del valor recomendado por la OMS para proteger la salud de las personas.

La extensión del impacto es local ($E=0,7$), de desarrollo muy lento ($De=0,2$), puesto que si hubiesen efectos en la salud de las personas sólo podrían verificarse a largo plazo, de duración permanente ($Du=1$); corresponde a un impacto irreversible ($Re=1,0$). Con esto, el impacto califica como $CA=-1$, resultando en un impacto de jerarquía baja.

Por otro lado, si se considera la condición desfavorable en que se encuentren operando otras fuentes emisoras del sector, el aporte diario del proyecto sumado al de estas otras fuentes totaliza $0,14 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, en la zona poblada de Mejillones. De esta forma, se puede estimar la línea de base como la diferencia entre este resultado y el aporte del proyecto ($0,07 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), obteniéndose una línea de base diaria de $0,07 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

En este caso, el grado de perturbación es Fuerte (el aporte del proyecto produce una variación mayor al 80% con respecto a la línea de base) y el valor ambiental es Muy Alto (salud de las personas), lo que resulta en una intensidad Muy Alta ($I=1,0$). El riesgo de ocurrencia del impacto es poco probable ($Ro=1$), puesto que se alcanzaría hasta un 14% del valor recomendado por la OMS para proteger la salud de las personas. Las características de extensión, desarrollo, duración y reversibilidad del impacto no varían con respecto a la situación analizada más arriba. Con esto, el impacto califica como $CA=-1$, resultando en un impacto de jerarquía baja ($Je=1$).

En ambos casos analizados, el impacto resulta ser de jerarquía baja.

a.4 Impacto OP-1 por Níquel

En términos anuales, se espera un aporte del proyecto de $0,0005 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ como máximo, en la zona poblada de Mejillones. Considerando que la línea de base medida resulta ser no detectable, el total esperado será de $0,0005 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, siendo la norma de referencia (California y Alberta) de $0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Se trata de un impacto negativo ($\text{Ca}=-1$). Siendo el valor ambiental (salud de las personas) Muy Alto, y un grado de perturbación Fuerte (las concentraciones ambientales subirían de “no detectado” a $0,0005 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), lo que resulta en una intensidad Muy Alta ($\text{I}=1,0$). El riesgo de ocurrencia es poco probable ($\text{Ro}=1$), dado que la concentración esperada es muy baja en comparación con la norma anual vigente en Alberta y en California ($0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

La extensión del impacto es local ($\text{E}=0,7$), de desarrollo muy lento ($\text{De}=0,2$), puesto que si hubiesen efectos en la salud de las personas, de duración permanente ($\text{Du}=1$), sólo podrían verificarse a largo plazo; corresponde a un impacto irreversible ($\text{Re}=1,0$). Con esto, el impacto califica como $\text{CA}=-1$, resultando en un impacto de jerarquía baja ($\text{Je}=1$).

Por otro lado, si se considera la condición desfavorable en que se encuentren operando otras fuentes emisoras del sector, el aporte anual del proyecto sumado al de estas otras fuentes totaliza $0,0014 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, en la zona poblada de Mejillones. De esta forma, se puede estimar la línea de base como la diferencia entre este resultado y el aporte del proyecto ($0,0005 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), obteniéndose una línea de base anual de $0,0009 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

En este caso, el grado de perturbación es Medio (el aporte del proyecto produce una variación del 55% con respecto a la línea de base) y el valor ambiental es Muy Alto (salud de las personas), lo que resulta en una intensidad Alta ($\text{I}=0,7$). El riesgo de ocurrencia del impacto es poco probable ($\text{Ro}=1$), dado que la concentración esperada es muy baja en comparación con la norma anual vigente en Alberta y en California ($0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Las características de extensión, desarrollo, duración y reversibilidad del impacto no varían con respecto a la situación analizada más arriba. Con esto, el impacto califica como $\text{CA}=-1$, resultando en un impacto de jerarquía baja ($\text{Je}=1$).

En ambos casos analizados, el impacto resulta ser de jerarquía baja.

a.5 Impacto OP-1 por NO_2 y potencial formación de O_3

En Chile, están normadas para proteger a la salud de la población las concentraciones máximas ambientales de NO_2 (dióxido de nitrógeno) y también las correspondientes a ozono (O_3).

El ozono no es un compuesto que se emita por chimenea, pero éste se forma en la atmósfera debido a la presencia de NO_x , hidrocarburos y luz solar. En ese contexto, se ha analizado en el Anexo 5.1 el mayor potencial de formación de ozono, debido a las emisiones del proyecto.

- En cuanto al NO₂:

El valor máximo horario esperado de NO₂ en la zona poblada de Mejillones, como aporte del proyecto es de 70,6 µg/m³N.

Por su parte, los valores actuales medidos en la zona muestran un valor máximo horario de 97,6 µg/m³N. Este valor, sumado al máximo que se podría esperar como aporte del proyecto (70,6 µg/m³N) genera un máximo de 168,2 µg/m³N. La norma de protección de la salud de las personas es de 400 µg/m³N.

En términos anuales, el aporte del proyecto es de 0,7 µg/m³N como máximo en la zona poblada de Mejillones. De esta forma, el aporte del proyecto hace que la línea de base suba de 8,0 µg/m³N a 8,7 µg/m³N. La norma de protección de la salud de las personas es de 100 µg/m³N.

- Respecto del Ozono:

El incremento máximo horario de ozono que se esperaría, debido a las emisiones del proyecto, es de 10,3 µg/m³N. Debido a que este compuesto se va formando y destruyendo en la atmósfera, requiere de un tiempo para su formación, con lo que se espera que el valor antes señalado no influya en Mejillones, sino que en un sector más alejado y en la dirección predominante de los vientos (los que preferentemente van hacia el norte).

Sin perjuicio de lo anterior, para efectos de una evaluación conservadora, se asumirá que la máxima generación de ozono ocurra en la zona poblada de Mejillones.

Se trata de un impacto negativo (Ca=-1). El grado de perturbación en términos horarios es Medio (el aporte del proyecto produce una variación del 72% con respecto a la línea de base en relación al NO₂ y de un 13% respecto del ozono), siendo el valor ambiental (salud de las personas) Muy Alto. Con esto, la intensidad del impacto es Alta (I=0,7). El riesgo de ocurrencia resulta ser poco probable (Ro=2), dado que los valores esperados son menores al 80% del valor normado anual y horario en NO, y de los límites horarios y promedio de 8 horas, en caso del ozono.

La extensión del impacto es local (E=0,7), de desarrollo muy lento (De=0,2), puesto que si hubiesen efectos en la salud de las personas, de duración permanente (Du=1), sólo podrían verificarse a largo plazo; corresponde a un impacto irreversible (Re=1,0). Con esto, el impacto califica como CA=-1, siendo de jerarquía baja (Je=1).

Por otro lado, si se considera la condición desfavorable en que se encuentren operando otras fuentes emisoras del sector, la línea base total horaria de NO₂ corresponde a la suma de la línea de base diaria medida (97,6 µg/m³N) más el aporte horario de NO₂ las otras fuentes (13,6 µg/m³N), obteniéndose una línea de base horaria de NO₂ igual a 111,2 µg/m³N. Si a este valor se le agrega el aporte horario del proyecto en la zona poblada de Mejillones (70,6 µg/m³N) se totaliza 181,8 µg/m³N en NO₂ horario.

En términos anuales, la línea de base medida de NO₂ (8,0 µg/m³N) sumado al aporte de las otras fuentes (17,1 µg/m³N) da una línea de base total de 25,1 µg/m³N. Si a este valor se le suma el aporte anual del proyecto en la zona poblada de Mejillones (0,7 µg/m³N) se obtiene un total de 25,8 µg/m³N en NO₂ anual.

Respecto del ozono, no es posible realizar análisis, debido a que las otras fuentes autorizadas y no construidas no realizaron estimaciones de formación de O₃ debido a sus aportes de NO₂.

El grado de perturbación, en términos horarios, es Medio (el aporte del proyecto produce una variación del 63% con respecto a la línea de base) y el valor ambiental es Muy Alto (salud de las personas), lo que resulta en una intensidad Alta (I=0,7). El riesgo de ocurrencia del impacto es poco probable (Ro=2), dado que los valores esperados son menores al 80% del valor normado anual y horario. Las características de extensión, desarrollo, duración y reversibilidad del impacto no varían con respecto a la situación analizada más arriba. Con esto, el impacto califica como CA=-1, resultando en un impacto de jerarquía baja (Je=1).

En ambos casos analizados, el impacto resulta ser de jerarquía baja.

b) Impacto: Riesgo a la salud de la población por emisiones sonoras.

Código del Impacto: OP-2

De acuerdo a la información que se detalla en el Capítulo 1:

El diseño de los equipos de la Central será solicitado para dar cumplimiento a lo indicado en el DS 146/97 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, de modo de no superar los 70 dB(A) en el perímetro externo de la propiedad.

Para efectos de estimación, se realizaron mediciones de las unidades de Edelnor, determinándose que la operación de 2 Unidades genera una emisión equivalente de 82 dB(A) en el centro de gravedad de las instalaciones. Esta emisión es concordante con la literatura técnica, que señala emisiones de entre 80-85dBA¹ para Centrales Térmicas.

De acuerdo a la emisión antes señalada, el aporte máximo proyectado de las Unidades no superará los 65 dB(A) en el perímetro de la propiedad.

En la Tabla EI-7 se presenta una estimación del ruido generado por la operación del proyecto en función a la distancia.

¹ *Guanghua School of Management of Peking University; Clean Coal Technology Acquisition: Present Situation, Obstacles, Opportunities and Strategies for China; <http://www.iisd.org/pdf/cleancoalttgsm.pdf>*

Tabla EI-7
Niveles de Ruido Esperados
por Operación del Proyecto

distancia (m)	dB(A) aportado por el Proyecto
15,0	81
30,0	80
60,0	77
100,0	74
120,0	72
180,0	68
240,0	63
450,0	46
900,0	26
1200,0	23
1350,0	22
1500,0	21
2000,0	19
2700,0	16
3000,0	15
4500,0	12

De acuerdo a lo señalado en la tabla precedente el nivel aportado por el proyecto en el límite de la propiedad no superará los 65 dB(A), mientras que en la zona poblada, localizada a 3 km de distancia, el aporte no supera los 15 dB(A).

El impacto se califica como negativo ($Ca=-1$). Se prevé un grado de perturbación suave (los niveles futuros no difieren de los actuales) sobre un componente de valor ambiental Muy Alto (salud de las personas), derivando en una intensidad mediana ($I=0,4$). El riesgo de ocurrencia es poco probable ($Ro=2$), dado que los valores esperados son menores al 80% del límite más restrictivo del DS 146/97 (que corresponde a 45 dB(A); siendo de extensión puntual ($E=0,3$), ya que podría verificarse sólo en los receptores más cercanos. La duración se califica como permanente ($Du=1$) y de desarrollo muy rápido ($De=1$), puesto que los efectos en la salud de las personas pueden verificarse rápidamente. El impacto es parcialmente reversible ($Re=0,4$).

Por lo anterior, se califica como $CA=-1$, resultando en un impacto de jerarquía baja ($Je=1$).

5.5.2.3 Suelo

a) Impacto: Pérdida de Suelo

Código del Impacto: OS-1

Debido a la operación normal del proyecto se generarán residuos sólidos producto de la combustión, los que serán dispuestos en un área que se habilitará como vertedero.

El sector evaluado ambientalmente tiene una extensión de 80 hás, y se emplaza fuera del área regulada por el plan Regulador Comunal de la Bahía de Mejillones.

De acuerdo a los estudios realizados, el sector presenta ausencia total de vegetación, flora, fauna y recursos arqueológicos.

Respecto de los suelos, y de acuerdo a la inspección del área realizada, en el sector de emplazamiento del vertedero y dadas las condiciones ambientales, no se observan procesos pedogenéticos importantes, de manera tal que los suelos presentes, no corresponden a lo estipulado en una definición edafológica, sino más bien al concepto geológico-morfológico, de lo que podría establecerse como formaciones superficiales. En este sentido, los suelos no presentan los perfiles típicos, ni la diferenciación entre horizontes, caracterizándose según tamaño del regolito, origen, disposición, compactación, entre otras. Los suelos clasifican en Clase VIII.

Debido a esta razón, los suelos del área de estudio, corresponden a los denominados Entisoles, es decir, suelos sin desarrollo o desarrollo muy limitado, que se originan a partir de la evolución de una terraza marina, en la cual los procesos eólicos han jugado un rol fundamental, por lo que el proyecto no generará efectos negativos sobre el recurso suelo en la zona de emplazamiento de estas instalaciones.

Excavaciones hechas en sector aledaño (vertedero de Edelnor) de hasta 7 metros de profundidad corroboran la ausencia total de napa en el sector.

En función de lo anterior, el impacto se califica como negativo ($Ca=-1$). El grado de perturbación es fuerte sobre un componente de valor ambiental Bajo (ya que los suelos no presentan ninguna característica para su uso agrícola), derivando en una intensidad baja ($I=0,1$). El riesgo de ocurrencia del impacto es cierto ($Ro=10$), siendo de extensión puntual en su grado más alto ($E=0,3$) debido a que corresponde a un área de 80 hás. La duración se califica como corta ($Du=0,1$) debido a que el área intervenida se recupera inmediatamente después de haber finalizado el relleno de una celda. De desarrollo lento ($De=0,3$), puesto que el sector se va interviniendo por celdas de tamaño definido. El impacto es totalmente reversible ($Re=0,1$), puesto que el Plan de Manejo del vertedero incluye la restauración inmediata del sector, una vez finalizada una celda.

Por lo anterior, se califica como $CA=-3$, resultando en un impacto de jerarquía baja ($Je=1$).

5.5.2.4 Recursos Naturales

De acuerdo a los estudios de línea de base, la vegetación en el área de influencia es muy escasa, y se concentra en la zona de los cerros de la cordillera de la costa. El 73% de la zona de influencia corresponde a una “zona descubierta”, es decir, con total ausencia de vegetación.

En relación a la fauna, está dominada por la presencia de aves. De éstas, cabe destacar al gaviotín chico, especie en categoría de conservación (en peligro a nivel regional y nacional).

- a) **Impacto:** Efectos adversos sobre los recursos naturales debido a emisiones del proyecto (emisiones por chimenea, secador de caliza y almacenamiento de caliza).

Código del Impacto: OR-1

a.1 Impacto OR-1 por SO_2

Los niveles esperados como aporte diario del proyecto son, como máximo, de $58,4 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en el punto de máximo impacto. Considerando que la línea de base es de $83,0 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, se totaliza $141,4 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

En términos anuales el aporte del proyecto en el punto de máximo impacto no supera los $18,9 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. La línea de base medida como promedio anual es de $29,8 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, obteniéndose un total de $48,7 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Corresponde a un impacto negativo ($Ca=-1$). El grado de perturbación, en términos diarios y anuales, es Medio (los aportes del proyecto producen una variación menor al 80% con respecto a la línea de base) y el valor ambiental es Alto (valor definido en función de la presencia de gaviotín chico), lo que resulta en una intensidad Alta ($I=0,7$). El riesgo de ocurrencia del impacto es poco probable ($Ro=2$), atendido el hecho de la total ausencia de vegetación y a que la colonia de gaviotín ha permanecido en el área sin mostrar efectos por actividades de generación eléctrica.

La extensión del impacto es local ($E=0,7$), de desarrollo muy lento ($De=0,2$), puesto que si hubiesen efectos sólo podrían verificarse a largo plazo; de duración permanente ($Du=1$);, corresponde a un impacto irreversible ($Re=1,0$). Con esto, el impacto califica como $CA=-1$, resultando en un impacto de jerarquía baja ($Je=1$).

a.2 Impacto OR-1 por PM_{10} , Ni y V

El valor máximo diario esperado de PM_{10} en el punto de máximo impacto, como aporte del proyecto es de $5,4 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Por su parte, las concentraciones esperadas de níquel y vanadio son muy menores (se espera un aporte diario de vanadio de $0,19 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y anual de níquel de $0,0045 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en la zona de máxima concentración).

Por su parte, los valores diarios medidos en la zona muestran un valor percentil 98 de PM-10 de $52,7 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Este valor, sumado al máximo que se podría esperar como aporte del proyecto ($5,4 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) totaliza $58,1 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

En términos anuales, el aporte del proyecto en PM-10 en la zona de máxima concentración es de $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. De esta forma, el aporte del proyecto hace que la línea de base suba de $20,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ a $22,4 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. De igual modo, las concentraciones ambientales que se podrían esperar en la zona de la Bahía no modificarán sustantivamente los valores actuales, debido a que el aporte en PM-10 es muy bajo.

Se trata de un impacto negativo ($\text{Ca}=-1$). El grado de perturbación en términos diarios y anuales es Suave (el proyecto casi no cambia la línea de base), siendo el valor ambiental Alto (definido para el gaviotín chico). Con esto, la intensidad del impacto es Mediana ($\text{I}=0,4$). El riesgo de ocurrencia resulta ser poco probable ($\text{Ro}=2$), dada la total ausencia de vegetación y a que la colonia de gaviotín ha permanecido en el área sin mostrar efectos por actividades de generación eléctrica.

La extensión del impacto es local ($\text{E}=0,7$), de desarrollo muy lento ($\text{De}=0,2$), puesto que si hubiesen efectos sólo podrían verificarse a largo plazo, de duración permanente ($\text{Du}=1$);, corresponde a un impacto irreversible ($\text{Re}=1,0$). Con esto, el impacto califica como $\text{CA}=-1$, siendo de jerarquía baja ($\text{Je}=1$).

a.3 Impacto RN-1 por NO_2 y potencial formación de O_3

- En cuanto al NO_2 :

El valor máximo horario esperado de NO_2 en el punto de máximo impacto, como aporte del proyecto es de $233,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Por su parte, los valores actuales medidos en la zona muestran un valor máximo horario de $97,6 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Este valor, sumado al máximo que se podría esperar como aporte del proyecto ($233,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) genera un máximo de $331,1 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

En términos anuales, el aporte del proyecto es de $5,8 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ como máximo en el punto de máximo impacto. De esta forma, el aporte del proyecto hace que la línea de base suba de $8,0 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ a $13,8 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

- Respecto del Ozono:

El incremento máximo horario de ozono que se esperaría, debido a las emisiones del proyecto, es de $10,3 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Para efectos de una evaluación conservadora, se asumirá que la máxima generación de ozono ocurre en la zona de la Bahía de Mejillones.

Se trata de un impacto negativo ($\text{Ca}=-1$). El grado de perturbación en términos horarios es Fuerte (el aporte del proyecto produce una variación mayor al 80% con respecto a la línea de base en lo que respecta a NO_2 y un 13% en lo que corresponde a O_3), siendo el valor ambiental Alto (establecido en función de la presencia de gaviotín chico). Con esto, la intensidad del impacto es Alta ($\text{I}=0,7$). El riesgo de ocurrencia resulta ser poco probable ($\text{Ro}=2$), atendido el hecho de la

total ausencia de vegetación y a que la colonia de gaviotín ha permanecido en el área sin mostrar efectos por actividades de generación eléctrica.

La extensión del impacto es local ($E=0,7$), de desarrollo muy lento ($De=0,2$), puesto que si hubiesen efectos en la vegetación, de duración permanente ($Du=1$), sólo podrían verificarse a largo plazo; corresponde a un impacto irreversible ($Re=1,0$). Con esto, el impacto califica como $CA=-1$, siendo de jerarquía baja ($Je=1$).

5.5.2.5 Calidad del Agua

- a) **Impacto:** Alteración de la calidad física-química de la columna de agua del cuerpo receptor.

Código del Impacto: OA-1

La descarga de aguas de enfriamiento de las Unidades se realizará en orilla, a través de una estructura tipo cajón con dissipador energética, el evita la erosión en el área de vertimiento. Tal como se desprende de la descripción del proyecto, la única característica relevante de esta descarga es el diferencial de temperatura que se establecerá entre ésta y el agua que tomará la central para el enfriamiento de los condensadores. El caudal máximo de descarga será de 53.000 m³/h, con un diferencial de temperatura respecto de la toma de 10°C.

Para efectos de evaluar este impacto, se realizó una modelación del comportamiento de la pluma térmica en la condición más desfavorable de análisis, que corresponde a una condición en que el agua de captación está a 17°C y se descarga a 27°C.

Existen diversos procedimientos de cálculo utilizados para el modelamiento de la pluma de dispersión. Los más clásicos se originan en las primeras investigaciones sobre el tema (Abrahms, Brooks, Rawn, Palmer, etc.) y son del tipo aproximado. Estos se basan en métodos gráficos y/o fórmulas empíricas - experimentales.

Recientemente se ha extendido el uso de métodos computacionales más refinados, como es el caso del programa PLUMES (3° Edición, 1994), elaborado y patrocinado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), y el cual ha sido ampliamente utilizado en el diseño de numerosos emisarios submarinos que operan eficientemente en Chile y en el mundo. Este modelo representa una adecuada y versátil metodología automatizada para predecir las características cuantitativas (taza de dilución, trayectoria de la pluma) de los procesos de mezcla hidrodinámicos a partir de diferentes configuraciones de descarga y en todo tipo de cuerpos de agua, incluyendo zonas costeras.

Para el análisis de la pluma térmica se ha utilizado el modelo paramétrico de dilución y dispersión PLUMES, el cual simula los tres procesos dinámicos que definen el comportamiento de un efluente descargado a través de un colector submarino, siendo estos:

- Dilución inicial o formación inicial de la pluma en el área de vertido, que ocurre durante los primeros minutos.
- Dispersión horizontal y advección mecánica de la pluma boyante por acción de las corrientes marinas, luego de haberse diluido inicialmente en el área de vertido
- Remoción química, física o microbiológica (si hubiera) del agente contaminante a medida que la pluma se dispersa con la corriente marina, debido a los procesos de sedimentación, floculación, decaimiento bacteriano y oxigenación, entre otros.

Estructura densimétrica de la columna de agua

Para efectos de analizar el comportamiento de la pluma de dispersión se considera el siguiente perfil de temperatura y salinidad de la columna de agua.

Tabla EI-8
Perfiles de Temperatura y Salinidad
Para Análisis Teórico de Dilución

Profundidad (m)	Salinidad (psu)	Temperatura (°C)
0	34.6	22,5
2	34.6	21,5
4	34.6	20,5
5	34.6	20,0
6	34.6	19,3
7	34.6	18,5
8	34,6	16,0

Corrientes Marinas

Cuando se analiza la dilución y dispersión de una descarga submarina en el medio acuático, se requiere definir un campo de circulación cercano y otro lejano. El primero, controla la formación de la pluma de mezcla inicial efluente - agua de mar, y su dilución en torno al área de vertido. Se alcanzará mayor o menor dilución dependiendo de la intensidad de la circulación marina en los primeros minutos después de realizada la descarga. Una vez que la pluma se diluye inicialmente en el campo cercano, ésta se desplazará a otros sectores conforme al campo de circulación lejano.

El campo de circulación cercano se puede determinar en función de registros de corrientes eulerianos o lagrangianos medidos en el sitio de vertido. Por su parte, el campo de circulación lejano se estima con algún modelo de simulación hidrodinámico (análisis bidimensional) o suponiendo corrientes permanentes en una determinada dirección de incidencia (análisis unidimensional del modelo PLUMES). Si a este campo de corrientes, se agregan coeficientes de dispersión, se puede obtener una representación gráfica de la concentración de ésta, en la dirección de la corriente adoptada.

De acuerdo con los antecedentes analizados en la sección anterior, se concluye que las corrientes marinas en Mejillones corren mayoritariamente en sentido paralelo a la línea de costa, y en consecuencia, la pluma subsuperficial adopta una forma elipsoidal con su eje mayor orientado en el mismo sentido.

En este contexto, al definir un campo de corrientes permanente (a utilizar con el modelo PLUMES), debe tomarse en cuenta la persistencia del fenómeno. Si la corriente es persistente en una determinada dirección, la pluma podría navegar continuamente y alcanzar sectores ambientalmente críticos. Contrariamente, si la circulación es fluctuante, la corriente podría invertirse después de 1, 2 o 3 horas, y en consecuencia, la pluma correría alternadamente de un sitio a otro en torno al punto de emisión. En conclusión, el área de influencia de un emisario depende de la persistencia de la circulación marina en una determinada dirección.

a) Campo de circulación cercano

De acuerdo con el patrón de corrientes se ha realizado la modelación para la condición de corrientes cercanas más desfavorable, es decir Corriente estanca ó sin corriente)

b) Campo de circulación lejano

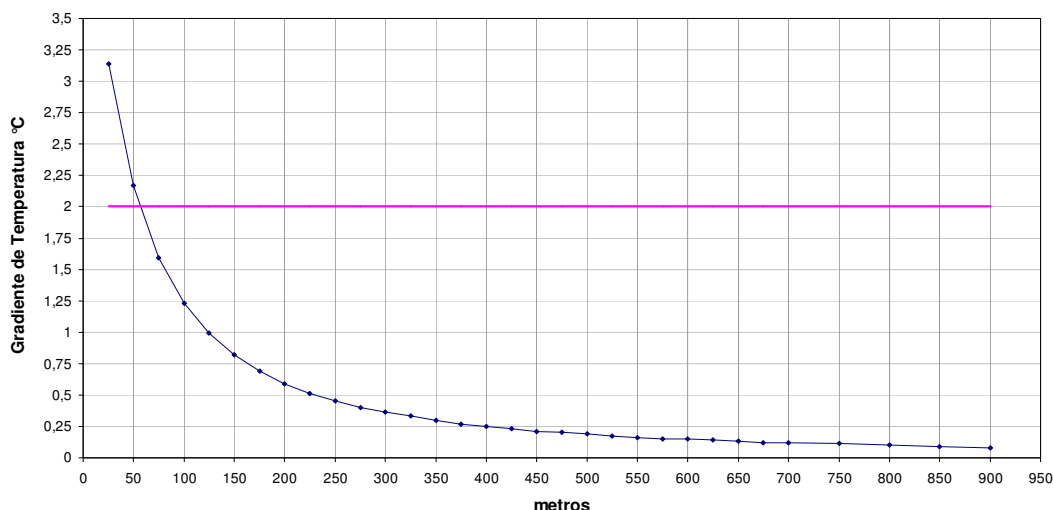
Se analizó la descarga para un régimen de circulación marina con magnitudes de corrientes de 6 cm/s (modal, que es el valor más frecuente)

Los resultados obtenidos son los siguientes:

A su vez, para la evaluación de impacto se ha considerado como referencia lo señalado en el Anteproyecto de Norma de Calidad de Aguas Marinas a Nivel Nacional, en que se establece una diferencia de máximo 2°C para aguas Clase 1 (la más exigente). Este diferencial se ha asumido como el área de influencia directa y por lo tanto donde se verificará el impacto de la descarga en las características físico-químicas de la columna de agua.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Figura EI-1
Gradiente de Temperatura versus Distancia a la Costa
 Temperatura de Descarga - Temperatura de Succión = 10 °C



De acuerdo al gráfico anterior, a menos de 75 metros de la zona de descarga, en el sentido de circulación de la corriente, el gradiente de temperatura alcanza en el mar los 2°C.

En función de lo anterior, corresponde a un impacto de carácter negativo ($Ca=-1$). El valor ambiental de la variable “Calidad del agua” es medio, debido a que en el área de influencia la columna de agua no presenta características singulares o particulares que permitan considerarlas como únicas, y el grado de perturbación del proyecto es medio, debido a que, según los resultados del modelo, en el área que se verificará la pluma térmica existirán diferenciales de hasta 2°C en los primeros 100 metros de generada la Pluma. Esto lleva a que el impacto tenga una intensidad mediana ($I=0,4$).

El riesgo de ocurrencia del impacto probable ($Ro=6$), ya que sólo se verificará en la zona donde el diferencial térmico sea mayor a 2°C. La duración del impacto es larga ($Du=1,0$), ya que se verificará mientras opere la Central. De desarrollo muy rápido ($De=1$), puesto que la calidad del agua se modifica inmediatamente una vez producida la descarga. La extensión del impacto será local ($E=0,1$), ya que el área de la pluma de dispersión cumplirá con el diferencial de temperatura que establece la Calidad 1 del Anteproyecto de norma de Calidad de Agua en un no mayor a 75 m desde el punto de descarga. Finalmente, la reversibilidad del impacto es total ($Re=0,1$), dadas las mareas, corrientes, vientos que ayudan a una rápida dispersión de la pluma térmica.

En el contexto de lo anterior, el impacto resulta en una $CA=-4$, es decir, jerarquía media.

5.5.2.6 Comunidades Bióticas

a) **Impacto:** Alteración del hábitat de la Tortuga verde

Código del Impacto: OB-1

El efecto de la descarga de agua de enfriamiento de la Central podría potencialmente, favorecer la creación de un hábitat más extendido para las tortugas (cabe recordar que éstas se establecieron en las descargas de Edelnor S.A. debido al gradiente de temperatura en la zona). Por otra parte, se debe considerar que la llegada de barcos petroleros a la zona podría alterar el patrón de circulación de las tortugas.

De acuerdo a los resultados obtenidos durante la implementación de las tres campañas de terreno realizadas por Edelnor, se registró un número variable de tortugas verdes *Chelonia mydas*, congregados en el sector de las descargas de aguas de enfriamiento de la Central Térmica Mejillones.

La forma de vida y conducta de buceo de largo tiempo que presentan estos animales dificulta una estimación de tamaño poblacional con una mayor precisión, sin embargo, con los censos de cuantificación de un valor mínimo y las observaciones submarinas, es posible indicar que, en el área de estudio, existe una presencia permanente de tortugas superior a 30 ejemplares, el que en ocasiones puede alcanzar a cerca de 60 individuos en el área de las descargas.

Los ejemplares realizan excursiones cíclicas, preferentemente entre el sector de las descargas hacia las costas frente a Chacaya y Caleta Hornos, las que pueden ser completadas durante un día, o tener varios días de duración (sobre cinco). No obstante, es recurrente el retorno de los ejemplares al área de las descargas donde se congrega la mayor parte de la población. Los ejemplares permanecen por tiempos variables en la Bahía Mejillones del Sur, registrándose individuos marcados entre 6 a 7 meses de permanencia en el área.

La condición corporal de ejemplares estudiados y especialmente los incrementos de peso registrados en los individuos recapturados, permiten señalar que las tortugas de la especie *Chelonia mydas* o Tortuga Verde, se encuentran en buen estado en la bahía, lo que sustentaría la idea de que el área corresponde a un sitio de forrajeo o alimentación. Estos sitios (alimentación y forrajeo), que normalmente son distantes a las áreas de reproducción, son explotados por las tortugas durante su crecimiento o engorda en períodos pre e inter-reproductivos.

Adicionalmente, estarían llegando ejemplares adultos en su ciclo de forrajeo y engorda inter-reproductiva, probablemente provenientes de playas de anidación de Galápagos, no descartándose la eventual presencia de ejemplares de regiones más al Norte (Pacífico Central) o del otro lado del océano (costas occidentales, Australia – Nueva Zelanda).

Considerando que durante las campañas de monitoreo realizadas no se ha encontrado evidencia de una alteración al hábitat de las tortugas, es posible afirmar que las actividades normales que se realizan en la Bahía de Mejillones no implican efectos negativos en el hábitat de estos ejemplares.

Por lo anterior, el impacto por la descarga de agua de enfriamiento es potencialmente positivo ($Ca=+1$), pero el impacto por circulación de barcos se asume como negativo ($Ca=-1$).

El valor ambiental de la zona de emplazamiento de las tortugas se califica como “Muy Alto”; el grado de perturbación, como “suave”, atendido el hecho de que la pluma de temperatura tiene un área de influencia muy acotada; igual calificación para los efectos negativos por la circulación de barcos, considerando que esta actividad es muy normal en la Bahía, y a la fecha no ha mostrado producir efectos negativos en el hábitat de las tortugas. Esto lleva a que el impacto por ambas actividades tenga una calificación de intensidad mediana ($I = 0,4$).

El riesgo de ocurrencia del impacto es probable ($Ro= 5$), si se trata de calificarlo en función de los efectos de la descarga de agua de enfriamiento. Esto se justifica atendido el hecho de que las tortugas llegaron al área y han tendido a quedarse en la zona, debido a la mayor temperatura en el sector de descarga, lo que hace presumir que podrían extender su hábitat hacia esta nueva descarga.

En cuanto a la calificación por circulación de barcos, y atendido el hecho de que a la fecha las actividades normales de la Bahía no han mostrado alterar el hábitat y patrones de circulación de las tortugas, es que el impacto se califica con riesgo de ocurrencia poco probable ($Ro=3$).

La extensión del impacto se califica como local ($E = 0,1$) debido a la descarga de agua de enfriamiento y media ($E = 0,6$) por las actividades de circulación de barcos. En ambos casos corresponde a un impacto de duración larga ($Du = 1$) de desarrollo muy rápido ($De =1$) y completamente reversible ($Re = 0,1$).

Consideración con lo anterior, el impacto obtiene una calificación ambiental $Ca = 2$, (jerarquía baja) en lo que respecta a la descarga de agua de enfriamiento, y una $Ca=-2$ (también de jerarquía baja), en lo que compete al efecto negativo estimado por la circulación de barcos.

5.6. JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS

La jerarquización cumple el objetivo de ordenar los impactos según su importancia. De acuerdo a lo señalado en las secciones anteriores de este Capítulo, las siguientes tablas resumen la jerarquía de cada uno de los impactos.

Tabla EI-9
Jerarquización de Impactos Etapa de Construcción

Actividad	Efecto	Código Impacto	Impacto	Jerarquía
Contratación de Mano de Obra	Generación de puestos de trabajo	CE-1	Disminución de los índices de cesantía	Baja
	Llegada de personas foráneas	CC-1	Alteración del estilo de vida de las personas	Baja
Instalación y uso de faenas, Movimientos de tierra	Generación de emisiones sonoras	CP-1	Riesgo a la salud de la población debido a emisiones sonoras por actividades de construcción	Baja
	Generación de emisiones fugitivas de polvo	CP-2	Riesgo a la salud de la población por emisiones fugitivas de polvo	Baja
	Generación de gases por funcionamiento de máquinas y equipos	CP-3	Riesgo a la salud de la población por emisiones de gases	Baja
Aprovisionamiento de insumos, materias primas y servicios	Aumento en la demanda por bienes y servicios	CE-2	Mayores ingresos en el comercio local	Baja
Construcción y Montaje	Generación de emisiones sonoras	CP-1	Riesgo a la salud de la población debido a emisiones sonoras por actividades de construcción	Baja
	Generación de emisiones fugitivas de polvo	CP-2	Riesgo a la salud de la población por emisiones fugitivas de polvo	Baja
	Remoción de sedimentos del fondo marino producto de la hincapiques y las actividades propias de la construcción del Terminal de Descarga de Diesel y Estructura Soportante de Ductos de aducción de agua de mar	CA-1	Alteración de la calidad físico-química de la columna de agua del cuerpo receptor	Baja
		CB-1	Alteración de hábitat de especies intermareales	Baja
		CB-2	Alteración de hábitat de organismos bentónicos submareales	Baja
		CB-3	Alteración de hábitat de Tortuga Verde	Baja

Tabla EI-10
Jerarquización de Impactos Etapa de Operación

Actividad	Efecto	Código Impacto	Impacto	Jerarquía
Generación de Energía Eléctrica	Contratación de mano de obra	OE-1	Disminución de los índices de cesantía	Baja
	Emisiones a la atmósfera por chimenea	OP-1	Riesgo a la salud de la población por emisiones	
			por SO2	Baja
			por SO2 en condición desfavorable	Baja
			por PM-10	Baja
			por PM-10 en condición desfavorable	Baja
			por V	Baja
			por V en condición desfavorable	Baja
			por Ni	Baja
			por Ni en condición desfavorable	Baja
			por NO2 y potencial formación de O3	Baja
			por NO2 en condición desfavorable	Baja
		OR-1	Efectos adversos sobre los recursos naturales	
			por SO2	Baja
			por PM-10, V y Ni	Baja
			por NO2 y potencial formación de O3	Baja
	Emisiones sonoras por operación de la Central	OP-2	Riesgo a la salud de la población debido a emisiones sonoras	Baja
	Disposición de residuos sólidos del proceso de combustión	OS-1	Pérdida de suelo	Baja
	Descarga de efluente	OA-1	Alteración de la calidad físico-química del agua en zona de dilución de la Temperatura	Baja
		OB-1	Alteración de hábitat de Tortuga Verde	Baja
	Descarga de Petróleo Diesel en Terminal Marino	OB-1	Alteración de hábitat de Tortuga Verde	Baja

De acuerdo a lo anterior, todos los impactos (positivos y negativos) califican en Jerarquía baja, tanto en la etapa de construcción como en la etapa de operación.

Tal jerarquización resulta de considerar las medidas de mitigación incorporadas en el proyecto (ver Capítulo 6) las que, en lo principal, corresponden a elementos de control de emisiones y descargas al medio ambiente, y al manejo de residuos de combustión de una forma ambientalmente sustentable.

Asimismo, se debe considerar que el proyecto se ejecuta en una zona Industrial, lo que es un factor determinante en relación a los efectos que puede producir la construcción y operación del proyecto en los habitantes de Mejillones.

Por otra parte, los riesgos asociados al proyecto y sus planes de contingencia (ocurrencia de eventos debido a accidentes) se tratan por separado en Capítulo 7 de este EIA.

Finalmente, en el Capítulo 8 se detallan los planes de seguimiento del proyecto, los que permitirán verificar cumplimiento de normas y la evolución de los impactos detallados en este Capítulo.

ANEXO 5.1

EMISIONES Y CALIDAD DEL AIRE

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. EMISIONES DEL PROYECTO.....	1
3. CALIDAD DEL AIRE.....	3
3.1 Normativa de Calidad del Aire Aplicable.....	3
3.2 Línea de Base	5
4. MODELO ISC3 – ST	6
4.1 Descripción del Modelo	6
4.2 Base Teórica	7
4.3 Datos de Entrada Básicos Requeridos	10
4.4 Opciones de Modelación Disponibles	10
4.5 Modelo Conservador	13
5. MODELACIONES Y SUS RESULTADOS.....	14
5.1 Datos de las Fuentes Emisoras	14
5.1.1 Emisiones	14
5.1.2 Meteorología.....	15
5.1.3 Altura de Terreno y Área de Modelación.....	15
5.2 Aporte del proyecto y Cumplimiento de Norma.....	16
5.2.1 Dióxido de Azufre.....	16
5.2.2 Óxidos de Nitrógeno	18
5.2.3 PM-10.....	20
5.2.4 Vanadio	21
5.2.5 Níquel.....	22
5.3 Situación de Mejillones – Condición más desfavorable.....	23
5.3.1 Dióxido de Azufre.....	24
5.3.2 Óxidos de Nitrógeno	26
5.3.3 PM-10.....	27
5.3.4 Vanadio	27
5.3.5 Níquel.....	28
6. ESTIMACIÓN DE FORMACIÓN DE OZONO.....	29
6.1 Metodología.....	29
6.2 Antecedentes.....	30
6.3 Resultados y Conclusiones.....	31

TABLAS

Tabla 1:	Características del Flujo de Gases y Emisiones de la Chimenea de las Calderas CFB
Tabla 2:	Emisiones de SO ₂ , NO _x y PTS en la Caldera CFB Comparadas con Norma Mexicana
Tabla 3:	Características de las Emisiones del Secador de Caliza
Tabla 4:	Normas Primarias de Calidad del Aire
Tabla 5:	Resumen de Línea Base. Concentraciones Máximas de SO ₂ Período: Enero de 2002 a Septiembre de 2005
Tabla 6:	Resumen de Línea Base. Concentraciones Máximas de NO _x Período: Enero de 2002 a Septiembre de 2005
Tabla 7:	Resumen de Línea Base. Concentraciones Máximas de PM10 Período: Enero de 2002 a Septiembre de 2005
Tabla 8:	Formato de Entrada Variables Meteorológicas
Tabla 9:	Características de las Fuentes Emisoras del Proyecto
Tabla 10:	Emisiones del Proyecto
Tabla 11:	Coordenadas Vértices del Área de Modelación
Tabla 12:	Resultados de la Modelación. Aporte del Proyecto. Concentraciones Máximas Diarias Percentil 99 de SO ₂
Tabla 13:	Total Máximo Esperado. Proyecto + Línea de Base. Concentraciones Máximas Diarias Percentil 99 de SO ₂
Tabla 14:	Resultados de la Modelación. Aporte del Proyecto. Concentraciones Máximas Anuales de SO ₂
Tabla 15:	Total Máximo Esperado. Proyecto + Línea de Base. Concentraciones Máximas Anuales de SO ₂
Tabla 16:	Resultados de la Modelación. Aporte del Proyecto. Concentraciones Máximas Horarias Percentil 99 de NO _x
Tabla 17:	Total Máximo Esperado. Proyecto + Línea de Base. Concentraciones Máximas Horarias Percentil 99 de NO _x
Tabla 18:	Resultados de la Modelación. Aporte del Proyecto. Concentraciones Máximas Anuales de NO _x

Tabla 19:	Total Máximo Esperado. Proyecto + Línea de Base. Concentraciones Máximas Anuales de NOx
Tabla 20:	Resultados de la Modelación. Aporte del Proyecto. Concentraciones Máximas Diarias Percentil 98 de PM10
Tabla 21:	Total Máximo Esperado. Proyecto + Línea de Base. Concentraciones Máximas Diarias Percentil 98 de PM10
Tabla 22:	Resultados de la Modelación. Aporte del Proyecto. Concentraciones Máximas Anuales de PM10
Tabla 23:	Total Máximo Esperado. Proyecto + Línea de Base. Concentraciones Máximas Anuales de PM10
Tabla 24:	Resultados de la Modelación. Aporte del Proyecto. Concentraciones Máximas Diarias de Vanadio
Tabla 25:	Total Máximo Esperado. Proyecto + Línea de Base. Concentraciones Máximas Diarias de Vanadio
Tabla 26:	Resultados de la Modelación. Aporte del Proyecto. Concentraciones Máximas Anuales de Níquel
Tabla 27:	Total Máximo Esperado. Proyecto + Línea de Base. Concentraciones Máximas Anuales de Níquel
Tabla 28:	Aporte de Fuentes no Construidas. Concentraciones Ambientales Máximas de NOx
Tabla 29:	Aporte de Fuentes no Construidas. Concentraciones Ambientales Máximas de de PM10
Tabla 30:	Emisiones de Otras Fuentes. Condición Desfavorable
Tabla 31:	Resultados de la Modelación. Proyecto + Todas las Fuentes – Máxima Emisión. Concentraciones Máximas Diarias Percentil 99 de SO ₂
Tabla 32:	Total Máximo Esperado en Condición Desfavorable. Concentraciones Máximas Diarias Percentil 99 de SO ₂
Tabla 33:	Resultados de la Modelación. Proyecto + Todas las Fuentes – Máxima Emisión. Concentraciones Máximas Anuales de SO ₂
Tabla 34:	Total Máximo Esperado en Condición Desfavorable. Concentraciones Máximas Anuales de SO ₂
Tabla 35:	Total Máximo Esperado en Condición Desfavorable. Concentraciones Máximas Horarias Percentil 99 de NOx

Tabla 36:	Total Máximo Esperado en Condición Desfavorable. Concentraciones Máximas Anuales de NOx
Tabla 37:	Total Máximo Esperado en Condición Desfavorable. Concentraciones Máximas Diarias Percentil 98 de PM10
Tabla 38:	Total Máximo Esperado en Condición Desfavorable. Concentraciones Máximas Anuales de PM10
Tabla 39:	Resultados de la Modelación. Aporte del Proyecto y Otras Fuentes. Concentraciones Máximas Diarias de Vanadio
Tabla 40:	Total Máximo Esperado en Condición Desfavorable. Concentraciones Máximas Diarias de Vanadio
Tabla 41:	Resultados de la Modelación. Aporte del Proyecto y Otras Fuentes. Concentraciones Máximas Anuales de Níquel
Tabla 42:	Total Máximo Esperado en Condición Desfavorable. Concentraciones Máximas Anuales de Níquel
Tabla 43:	Incremento de Ozono (ppm). Emisiones de HCNM y Razón HCNM/NOx
Tabla 44:	Emisiones de NOx e HCNM

FIGURAS

Figura 1:	Isoconcentraciones Máximas Diarias de SO ₂ (Percentil 99), Aporte del Proyecto
Figura 2:	Isoconcentraciones Promedios Anuales de SO ₂ , Aporte del Proyecto
Figura 3:	Isoconcentraciones Máximas Horarias de NOx (Percentil 99), Aporte del Proyecto
Figura 4:	Isoconcentraciones Promedios Anuales de NOx, Aporte del Proyecto
Figura 5:	Isoconcentraciones Máximas Diarias de PM10 (Percentil 98), Aporte del Proyecto
Figura 6:	Isoconcentraciones Promedios Anuales de PM10, Aporte del Proyecto
Figura 7:	Isoconcentraciones Máximas Diarias de Vanadio, Aporte del Proyecto
Figura 8:	Isoconcentraciones Promedios Anuales de Níquel, Aporte del Proyecto

ANEXO

EMISIONES Y CALIDAD DEL AIRE

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anexo se analiza el impacto de las emisiones del proyecto en la calidad del aire y se evalúa el cumplimiento de la normativa de calidad ambiental vigente y aplicable al proyecto.

2. EMISIONES DEL PROYECTO

Previo al análisis de la calidad del aire y cumplimiento de normativa de calidad del aire, es pertinente establecer cuales son las emisiones relevantes del proyecto, de modo de determinar las que podrían influir de modo significativo en el área de influencia de éste.

Como se ha mencionado en la Descripción de Proyecto, las Unidades CTA1 y CTA2 permitirán la generación eléctrica utilizando petcoke o carbón, o una mezcla de ambos como combustible, para producir vapor en dos calderas del tipo lecho fluidizado circulante (CFB).

La principal fuente emisora del proyecto corresponde a la chimenea de las calderas CFB, cuyas emisiones máximas se entregan en la siguiente tabla:

Tabla 1
Caracterización Emisiones Atmosféricas Ambas Unidades

Parámetro, Unidad	Valor
Altura de la chimenea, m (sobre el nivel del suelo)	85
Diámetro de salida de la chimenea, m	5,1
Flujo de gases, m ³ N/h Normalizado a 20 °C	1.213.000
Velocidad de los gases de salida, m/s	22,2
Emisión máxima de NO _x , ton/día	15
Emisión máxima de SO ₂ , ton/día	48
Emisión máxima de material particulado total, ton/día	4,6
Concentración máxima de Ni + As, mg/m ³ N	0,5
Emisión máxima de Ni + As, kg/día	10,4
Concentración máxima de V, mg/m ³ N	5
Emisión máxima de V, kg/día	104
Temperatura de gases a la salida , °C	121

De acuerdo a lo señalado en el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, a falta de normas en Chile se pueden utilizar, para efectos de evaluar riesgos a la salud de la población y efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, normas de emisión y/o de calidad ambiental vigentes en los siguientes Estados (artículo 7 del D.S. N° 95/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia): República Federal de Alemania, República Argentina, Australia, República Federativa del Brasil, Confederación de Canadá, Reino de España, Estados Unidos

Mexicanos, Estados Unidos de Norteamérica, Nueva Zelanda, Reino de los Países Bajos, República de Italia, Japón, Reino de Suecia y Confederación Suiza.

Agrega este mismo artículo que, para la utilización de las normas de referencia, se priorizará aquel Estado que posea similitud, en sus componentes ambientales, con la situación nacional y/o local.

En el caso particular de este proyecto, la comparación de emisiones se realizará con la Norma Mexicana (NOM-085-ECOL-1994 Norma Oficial Mexicana)¹, que regula las emisiones provenientes de fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos. En particular, entregan los límites de emisiones de material particulado, óxidos de nitrógeno, y dióxido de azufre para centrales que operen con combustibles sólidos.

Cabe hacer presente que el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental propone utilizar la normativa de referencia como un criterio para evaluar, en conjunto con las normas de calidad ambiental, los potenciales riesgos a la salud de la población y efectos adversos significativos en los recursos naturales renovables.

En la Tabla 2 se entregan las emisiones de SO₂, NO_x y PTS provenientes de la caldera CFB, y su comparación con la norma de referencia Mexicana. En este caso la comparación se ha realizado con las normas aplicables a todos los estados, excepto a la zona Metropolitana de Ciudad de México y Zonas Metropolitanas de Monterrey, Guadalajara y ciudades de Tijuana, Baja California y Cd. Juárez, Chihuahua, donde aplican normas particulares.

Tabla 2
Emisiones de SO₂, NO_x y PTS en la Caldera CFB
Comparadas con Norma Mexicana

Parámetro	Emisión	Norma Mexicana
SO ₂	619 ppmv	2200 ppmv
NO _x	261 ppmv	375 ppmv
PTS	160 mg/m ³	350 mg/m ³

Nota: Todos los valores normalizados a 1 atm y 25 °C

Se concluye que las emisiones esperadas en la caldera CFB cumplen los límites máximos establecidos por la Norma Mexicana.

Por otra parte, y de acuerdo a lo señalado en la Tabla 1, el proyecto limitará sus emisiones de Ni+As y V a los mismos límites de emisión que hoy le son aplicables a las Unidades 1 y 2 de Edelnor S.A.

Además de las emisiones provenientes de la chimenea de las calderas CFB, se deben considerar las emisiones producto del funcionamiento del secador de caliza, las que se entregan en la Tabla 3.

¹ Disponible en www.paot.org.mx/centro/normas/085-ecol.doc

Tabla 3
Características de las Emisiones del Secador de Caliza

Parámetro	Cantidad	Unidad
Altura de la chimenea	15	m
Diámetro de salida de la chimenea	0,35	m
Temperatura de salida de los gases	160	°C
Velocidad de salida de los gases	31,1	m/s
Máxima emisión de material particulado	0,68	kg/día
Máxima emisión de SO ₂	1,68	kg/día
Máxima emisión de NO _x	6,78	kg/día
Máxima emisión de hidrocarburos	0,19	kg/día

Finalmente, se debe considerar una emisión total de 740 kg/año de material particulado correspondiente a emisiones fugitivas relativas al manejo de caliza y las provenientes de la pila de almacenamiento de combustible. Esta emisión no considera la incorporación de la mitigación que se hará al instalar mallas para proteger de la acción del viento a la pila de combustible.

3. CALIDAD DEL AIRE

3.1 Normativa de Calidad del Aire Aplicable

El proyecto debe demostrar que su operación permite que en el área de influencia se cumplan las siguientes *normas primarias* de calidad del aire vigentes en Chile (mayores detalles en Capítulo 2 de este EIA):

Tabla 4
Normas Primarias de Calidad del Aire

Parámetro, Unidad	Límite	Cálculo	Frecuencia máxima de mediciones sobre el límite
PM10, µg/m ³ N	150	Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual	7 días al año
	50	Promedio aritmético de tres años calendario consecutivos	
SO ₂ , µg/m ³ N	250	Promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un año calendario	
	80	Promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos	

Parámetro, Unidad	Límite	Cálculo	Frecuencia máxima de mediciones sobre el límite
NO ₂ , µg/m ³ N	400	Promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario	
	100	Promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos	
O ₃ , µg/m ³	160	Máximo horario	1 vez al año
	120	Promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas (promedio móvil) registrados durante un año calendario	

Cabe hacer presente que el cumplimiento de normas primarias asegura que no hay riesgos a la salud de la población.

Respecto a la norma secundaria, la Resolución Exenta N° 095/2002 de la Dirección Ejecutiva de la CONAMA señala, con respecto al proyecto “Uso de Combustible Alternativo en las Unidades 1 y 2 de la Central Termoeléctrica Mejillones”, que “al proyecto no le sería aplicable la norma secundaria de SO₂, en tanto en el área de influencia del proyecto no se evidencia la presencia de explotaciones silvoagropecuarias ni de ecosistemas que se encuentren dentro de áreas silvestres protegidas por el Estado. Adicionalmente, ha de consignarse que el área de emplazamiento del proyecto se encuentra calificado como industrial, motivo por el cual también se exceptuaría del cumplimiento de la norma secundaria referida.”

Respecto del vanadio, y a objeto de evaluar riesgos a la salud de la población del área poblada de Mejillones se ha considerado el límite diario señalado por la OMS para proteger a las personas (1 µg/m³).²

Finalmente, para evaluar el riesgo a la salud de la población del área poblada de Mejillones debido a las concentraciones ambientales de níquel, se utilizará como referencia el “Objetivo de Calidad del Aire” para este metal, vigente tanto en California (USA) como en Alberta (Canadá) que alcanza a 0,05 µg/m³ como concentración anual.³

² http://www.euro.who.int/document/aig/6_12vanadium.pdf WHO air quality guidelines - Second edition. Chapter 6.12 Vanadium

³ <http://www3.gov.ab.ca/env/air/pubs/FinalAAAO Nickel.pdf> Alberta Environment . Alberta Air Quality Objectives – Nickel – may 1, 2005.

3.2 Línea de Base

Para comparar las concentraciones obtenidas con el modelo (aporte del proyecto) con la normativa vigente, es necesario sumar a las concentraciones de la línea de base, las concentraciones estimadas, debido al funcionamiento del proyecto.

A continuación se presenta un resumen de los valores medidos de línea de base, de acuerdo a los antecedentes detallados en el Capítulo 4 de este EIA.

En la siguiente tabla se entregan los valores máximos de SO₂ medidos en la Estación de Ferrocarriles, ubicada en la zona poblada de Mejillones, y en las estaciones “Máximo Impacto Ambiental” y “Zona Cactus/Gaviotín”.

Tabla 5
Resumen de Línea Base
Concentraciones Máximas de SO₂
Período: Enero de 2002 a Septiembre de 2005

Lugar	Concentración	Valor (µg/m³)	Cálculo
Estación de Ferrocarriles	Máxima Diaria Percentil 99	16,1	Promedio de 3 años (2002, 2003 y 2004) del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas
	Promedio Anual	2,5	Promedio de 3 años (2002, 2003, 2004) de los promedios anuales
Estación “Máximo Impacto Ambiental”	Máxima Diaria	83,0	Ver Nota (1)
	Promedio Anual	29,8	Máximo promedio anual registrado durante los años 2002, 2003 y 2004
Estación “Zona Cactus/Gaviotín”	Máxima Diaria	22,0	Ver Nota (1)
	Promedio Anual	9,1	Máximo promedio anual registrado durante los años 2002, 2003 y 2004

Nota (1):

No se realizan mediciones en estos sectores que permitan determinar el valor máximo diario de SO₂. Se ha realizado una estimación sobre la base de los datos reales medidos por EDELNOR S.A. durante el periodo de pruebas de mezclas de carbón con petcoke (mezcla con máximo % de petcoke), cuyos resultados son los señalados a continuación:

Sector	(µg/m³)		
	Máximo Valor Diario Medido	Máximo Promedio Medido	Máximo Diario/ Máx. Promedio
Estación “Máximo Impacto Ambiental”	148,3	53,3	2,8
Estación “Zona Cactus/Gaviotín”	7,4	3,1	2,4

Así, el valor máximo diario en la estación Máximo Impacto Ambiental se ha estimado como un valor igual a 2,8 veces el promedio anual medido, y en la Estación Zona Cactus/Gaviotín se ha estimado como 2,4 veces el promedio anual medido.

En la siguiente tabla se entregan los valores máximos de NO_x medidos en la Estación de Ferrocarriles y en las estaciones “Máximo Impacto Ambiental” y “Zona Cactus/Gaviotín”.

Tabla 6
Resumen de Línea Base
Concentraciones Máximas de NOx
Período: Enero de 2002 a Septiembre de 2005

Lugar	Concentración	Valor (µg/m³)	Cálculo
Estación de Ferrocarriles	Máxima Horaria	97,6	Máxima concentración de 1 hora registrada durante el período Enero de 2002 a Septiembre de 2005
	Promedio Anual	8,0	Máximo promedio anual registrado durante los años 2002, 2003 y 2004
Estación “Máximo Impacto Ambiental”	Promedio Anual	7,6	Máximo promedio anual registrado durante los años 2002, 2003 y 2004
Estación “Zona Cactus/Gaviotín”	Promedio Anual	5,2	Máximo promedio anual registrado durante los años 2002, 2003 y 2004

En la siguiente tabla se entregan los valores máximos de PM10 medidos en la Estación de Ferrocarriles.

Tabla 7
Resumen de Línea Base
Concentraciones Máximas de PM10
Período: Enero de 2002 a Septiembre de 2005

Lugar	Concentración	Valor (µg/m³)	Cálculo
Estación de Ferrocarriles	Máxima Diaria Percentil 98	52,7	Máximo percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante los años 2002, 2003 y 2004
	Promedio Anual	20,5	Promedio de 3 años (2002, 2003 y 2004) de los promedios anuales

Para todos los análisis realizados al material particulado respirable durante el período de monitoreo, no se detectó la presencia de níquel ni vanadio en los filtros de PM10.

4. MODELO ISC3 – ST

4.1 Descripción del Modelo

Se presenta a continuación una resumida descripción del modelo ISC3 - ST, utilizado para modelar las concentraciones ambientales de las emisiones que resultan al operar el proyecto.

Entre los modelos que permiten simular la dispersión de contaminantes en la atmósfera, el ISC3 es uno de los más utilizados, debido a que está comprobado que entrega resultados sobreestimados. Existen dos modalidades, una de ellas es la denominada Short Term y la otra, Long Term. Para este proyecto, se optó por la versión Short Term, puesto que ésta permite hacer análisis de concentraciones horarias, diarias y anuales, mientras que la versión Long Term no permite realizar análisis de corto plazo. Además, la versión Short Term permite incluir algoritmos para terreno complejo, opción que no puede ser implementada en la versión Long Term.

A continuación se describen las principales características del modelo ISC3 - ST.

4.2 Base Teórica

El modelo ISC3 - ST provee opciones de modelación para un amplio rango de fuentes contaminantes de un complejo industrial típico.

El modelo se basa en la ecuación Gaussiana en estado estacionario aplicada al penacho, y permite modelar:

- La chimenea como una fuente puntual
- Efectos aerodinámicos que experimenten las emisiones debido a construcciones cercanas
- Fuentes aisladas
- Fuentes múltiples
- Pilas de acopio
- Bandas transportadoras

Las fuentes están categorizadas en cuatro tipos básicos:

- Fuentes puntuales
- Fuentes volumétricas
- Fuentes areales
- Fuentes abiertas (pilas)

El modelo ISC3 - ST acepta registros de datos meteorológicos horarios para la definición de condiciones en cuanto a:

- Elevación del penacho
- Transporte de contaminantes
- Difusión de contaminantes
- Deposición de contaminantes

Este modelo estima el valor de la concentración o deposición para la fuente y el receptor para cada hora de los datos meteorológicos ingresados, y calcula promedios seleccionados por el usuario.

En cuanto a la deposición, el modelo permite estimar, ya sea el flujo de deposición seca, el flujo de deposición húmeda o el flujo de deposición total. Este último corresponde a la suma de los flujos de deposición seca y húmeda para la ubicación de un receptor en particular.

a) Ecuación Gaussiana para Fuentes Puntuales

El modelo ISC3 - ST utiliza la ecuación Gaussiana en estado estacionario para fuentes elevadas continuas. Para cada fuente y hora, el origen del sistema de coordenadas se ubica en la base de la chimenea, el eje X es mayor que cero en la dirección viento abajo, el eje Y es perpendicular al X en el plano del terreno, y el eje Z es vertical a este plano a lo largo de la chimenea.

En estado estacionario, la ecuación Gaussiana que determina la concentración horaria viento abajo a una distancia x (m), y a una distancia y (m) perpendicular a ella, está dada por:

$$X = \frac{QKVD}{2\pi u_s \sigma_y \sigma_z} \exp \left[-0.5 \left(\frac{y}{\sigma_y} \right)^2 \right]$$

donde:

- Q = Tasa de emisión del contaminante (masa /tiempo)
- K = Coeficiente de escalamiento (constante de conversión) que convierte las concentraciones calculadas a las unidades deseadas. Por defecto, si K= 1x10⁶ para Q en g/s, la concentración estará dada en µg/m³.
- V = Término vertical correspondiente a la distribución vertical del penacho Gaussiano. Incluye los efectos de la elevación de la fuente, elevación del receptor, altura del penacho, límite de mezcla en la vertical, depositación gravitacional y deposición seca de partículas. Además, las correspondientes alturas del penacho, receptor y mezcla.
- D = Denota el decaimiento o remoción que va sufriendo el contaminante por procesos físicos o químicos. Este término depende de un coeficiente de decaimiento y de la distancia viento abajo. Por defecto, si el coeficiente de decaimiento es cero entonces D = 1.
- σ_y ,σ_z = Desviación estándar lateral y vertical de la distribución de la concentración de contaminantes. Estos valores se obtienen de tablas generadas a partir de la función de Briggs.
- u_s = Velocidad del viento (m/s) a la salida de la chimenea. Depende de dos medidas de referencia, una altura y una velocidad, y de las clases de estabilidad atmosférica.

b) ISC3 - ST, Algoritmos para Terreno Complejo

El modelo ISC3 - ST puede aplicarse en terrenos de tipo complejo, o sea, cuya altura es mayor que la altura real o efectiva de la chimenea.

Considerar terreno complejo implica que la distribución lateral de las concentraciones sería uniforme en un área definida por un sector circular promedio de 22,5°.

Los algoritmos para terreno complejo se aplican sólo a fuentes puntuales y de volumen. El modelo para fuente puntual se basa en el modelo COMPLEX1, que se mencionará más adelante.

c) La Ecuación Gaussiana para el Sector Promedio

Como las concentraciones son uniformes en un sector de 22,5°, el único cambio en este algoritmo es que la distancia fuente-receptor es radial, a diferencia del algoritmo para terreno simple en que la distancia es lineal en la dirección del viento.

Para el sector promedio del penacho Gaussiano, la concentración horaria a una distancia x (m) y otra perpendicular a ella está dada por:

$$X = \frac{QKVD}{\sqrt{2\pi R \Delta\theta' u_s \sigma_z}} CORR$$

donde:

- u_s = Velocidad del viento (m/s) a la salida de la chimenea. Depende de dos medidas de referencia, una altura y una velocidad, y de las clases de estabilidad atmosférica.
- $\Delta\theta'$ = Sector en radianes (= 0,3927)
- R = Distancia radial (m) desde la fuente al receptor, que es igual a: $[(x+x_y)^2 + y^2]^{1/2}$
- x = Distancia viento abajo (m) desde el centro de la fuente al receptor medida a lo largo del eje del penacho.
- y = Distancia lateral desde el eje del penacho al receptor (m).
- x_y = Distancia virtual (m) lateral para volumen de fuentes. Para fuente puntual corresponde a cero.
- $CORR$ = Factor de corrección para receptores de altura mayor que la línea central del penacho.
- σ_z = Desviación estándar vertical de la distribución de la concentración de contaminantes. Estos valores se obtienen de tablas generadas a partir de la función de Briggs.

d) El Término Vertical (V) En Terreno Complejo

El algoritmo para terreno complejo hace los siguientes supuestos acerca del comportamiento del penacho:

- El eje del penacho queda a la altura de estabilización de éste sobre el nivel del mar, desplazándose sobre el terreno complejo para condiciones estables (categorías E y F), y utiliza un factor de corrección de altura media para condiciones inestables y neutrales (categorías A, B, C y D).
- La altura de la línea central del penacho nunca es menor que 10 m sobre el nivel del terreno complejo.

- La altura de mezcla va siguiendo el terreno, o sea, la altura de mezcla sobre el terreno del receptor se asume que es la misma que sobre el terreno de la fuente.
- La velocidad del viento es función de la altura sobre la superficie.

e) Término Vertical para Deposición de Partículas

El término vertical para deposición de partículas usado para terreno complejo es el mismo que el usado en el algoritmo para terreno simple, a excepción de que la altura del penacho y el parámetro de dispersión están basados en distancias radiales.

f) Factor de Corrección

La deflexión del penacho para terreno complejo es simulada por la aplicación de un factor de corrección. Este está representado por la variable CORR en la ecuación y sus valores son:

- 1,0 para $\Delta H_r \leq 0$ m.
- 0,0 para $\Delta H_r \geq 400$ m.
- $(400 * \Delta H_r) / 400$, para $0 < \Delta H_r < 400$ m.

Donde ΔH_r corresponde a la altura del receptor sobre la altura estable del penacho, incluyendo la altura del receptor sobre el terreno local.

4.3 Datos de Entrada Básicos Requeridos

Existen dos tipos básicos de datos requeridos por los modelos ISC3 - ST:

- El archivo de datos en que se especifican las características del sistema al que se pretende aplicar el modelo, como son, la ubicación de la fuente y el receptor con sus correspondientes descripciones.
- El archivo de datos meteorológicos, para los que el modelo ofrece diferentes tipos de formatos y que serán descritos más adelante.

Opcionalmente, el usuario puede especificar un archivo con la descripción de las elevaciones del terreno para ser usado en integrar la cantidad de material (del penacho) que ha sido agotado a través del proceso de deposición seca a lo largo de la trayectoria del penacho desde la fuente al receptor.

4.4 Opciones de Modelación Disponibles

Los modelos ISC incluyen un amplio rango de opciones para la modelación de los impactos que provocan fuentes emisoras sobre la calidad del aire. A continuación, se presenta un resumen de tales opciones.

a) Opciones de Dispersión

Estas opciones incluyen el uso de las siguientes variables o alternativas:

- Boca de la chimenea viento abajo
- Dispersión producto del empuje
- Altura final del penacho (excepto para fuentes con construcciones en altura viento abajo)
- Una rutina para procesar promedios, cuando ocurre una calma en el viento
- Asume valores por defecto para el exponente del perfil de vientos y para los gradientes verticales del potencial de temperatura
- Utiliza un margen superior estimado para construcciones a baja altura (casas por ejemplo) que se ven influenciadas por la dispersión lateral del penacho.

El usuario puede, sin embargo, hacer uso de las opciones no-regulatorias por defecto, seleccionando una palabra clave en la opción de modelación de entrada.

El modelo Short Term también incorpora el algoritmo del modelo de dispersión COMPLEX1 para el caso de receptores en terreno complejo, por ejemplo, donde la altura del receptor es mayor que la de la fuente.

El usuario tiene la opción de especificar cálculos para terreno simple (ISC3 - ST), terreno complejo (COMPLEX1), o usar simultáneamente ambos algoritmos. En este último caso, el modelo selecciona los cálculos más altos para ambos tipos de terrenos hora por hora, fuente por fuente y receptor por receptor para el caso de receptores en terreno intermedio, es decir, terreno entre la altura de la chimenea y la altura del penacho.

El usuario también puede seleccionar entre las opciones de terreno, la categoría urbana o rural, dependiendo de las características del lugar donde está ubicada la fuente.

b) Opciones para Fuentes

El modelo es capaz de manejar múltiples fuentes, incluyendo volumen, área, forma y altura de cada una de ellas. Las líneas de fuentes pueden también ser modeladas como un cordón de volúmenes de fuentes o extenderlo a un área de fuentes. Diversos grupos de fuentes pueden ser especificados en una iteración simple como contribuciones combinadas para cada grupo. Esto es particularmente usado en aplicaciones de Prevención de Deterioros Significantes (PSD), donde se analizan los impactos combinados de un subconjunto de la totalidad de las fuentes modeladas para así analizar el incremento que provocan.

Los modelos cuentan con algoritmos para modelar efectos aerodinámicos viento abajo, producto de construcciones cercanas al punto de emisión y modelación de efectos de asentamiento y remoción (por medio de deposición seca) de partículas grandes.

El modelo Short Term también cuenta con un algoritmo para la modelación de los efectos de limpieza que produce la precipitación en los gases y partículas.

Las tasas de emisión de las fuentes pueden ser consideradas constantes a través de todo el período de modelación, o bien, variar por mes, estación, hora del día o cualquier variación opcional del período. Estos factores con tasa de emisión variable pueden ser especificados para una fuente simple o grupo de fuentes. Para el modelo Short Term, el usuario puede también especificar un archivo separado para las tasas de emisión horaria para una o todas las fuentes incluidas en una iteración particular del modelo.

c) Opciones para el Receptor

Los modelos ISC tienen una considerable flexibilidad en la especificación de la ubicación del receptor. El usuario tiene la capacidad de especificar múltiples receptores para una iteración, pudiendo también mezclar un conjunto de receptores distribuidos en coordenadas cartesianas con otro conjunto en coordenadas polares. Es también flexible en cuanto a la especificación del lugar donde se ubique el origen para receptores polares.

El usuario puede ingresar la altura del receptor para modelar los efectos en terrenos de mayor o menor altura que la salida de la chimenea. Para cálculos en terreno simple, cualquier altura de terreno que sea mayor que la altura de la chimenea será cortada a la altura de ésta para efectos de cálculo. El modelo Short Term incluye los algoritmos para modelación en terreno complejo del modelo COMPLEX1. Su uso permite que el modelo calcule impactos para terrenos de altura mayor que la altura efectiva del penacho.

d) Opciones para Meteorología

Existen varios tipos de formatos para el ingreso de datos meteorológicos, el usado en este caso, y que describiremos a continuación, es el ASCII, cuya principal característica es la flexibilidad que presenta su uso.

Los archivos en formato ASCII contienen registros horarios secuenciales de variables meteorológicas como se especifica en la tabla siguiente:

Tabla 8
Formato de Entrada Variables Meteorológicas

Variable	Formato Fortran	Columnas
Año (últimos 2 dígitos)	I2	1-2
Mes	I2	3-4
Día	I2	5-6
Hora	I2	7-8
Vector de Flujo	F9.4	9-17
Velocidad del viento (m/s)	F9.4	18-26
Temperatura ambiente (K)	F6.1	27-32
Clase de estabilidad (A=1, B=2,..., F=6)	I2	33-34
Altura de Mezcla Rural (m)	F7.1	35-41
Altura de Mezcla Urbana (m)	F7.1	42-48

Fuente: User's Guide for the Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Models

e) **Opciones para los Datos de Salida**

Los tipos básicos de presentación de datos de salida para el Short Term son:

- Resumen de los valores máximos (valor más alto, segundo valor más alto, etc.) por receptor, para cada período y combinación de grupos de fuentes
- Resumen del total de los valores máximos para cada período y combinación de grupos de fuentes
- Tablas resumen para los valores por receptor para cada período y combinación de grupos de fuentes para cada día.

Otra opción de archivo de salida es generar un archivo de todas las ocasiones en que una concentración o valor de deposición iguala o excede un límite especificado por el usuario. Así, se generan archivos separados que contienen sólo aquellas combinaciones de períodos y grupos de fuentes que son de interés para el usuario. Estos archivos incluyen la fecha en que se excedió el límite, la ubicación del receptor, y el valor de la concentración.

4.5 Modelo Conservador

Como quedó demostrado en el EIA de Edelnor “Uso de un Combustible Alternativo en las Unidades 1 y 2 de la Central Térmica Edelnor”, el modelo ISC-3 es aplicable en el área de emplazamiento del proyecto, y corresponde a un modelo conservador. Esto ha podido ser verificado por las autoridades ambientales de la II Región, considerando que los valores medidos en las estaciones de monitoreo han resultado siempre menores a los valores máximos estimados en las modelaciones realizadas.

De acuerdo a dicho estudio, las sobrestimaciones del modelo corroboradas en la práctica han sido, en términos de promedios diarios:

- Zona Poblada: el modelo sobreestima las concentraciones reales entre 5,4 y 11,7 veces.
- Zona de Máxima Concentración de SO₂: el modelo sobreestima las concentraciones reales entre 1,3 y 2,9 veces.

Si se analizan las sobreestimaciones respecto de los promedios del periodo, para cada estación se concluye lo siguiente:

- Zona Poblada: el modelo sobreestima las concentraciones reales entre 1,3 y 2,3 veces.
- Zona de Máxima Concentración de SO₂: el modelo sobreestima las concentraciones reales entre 1,3 y 2,5 veces.
- Zona Cactus/Gaviotín: el modelo sobreestima las concentraciones reales entre 1,1 y 2,2 veces.

Sin perjuicio de lo anterior, todas las modelaciones que se presentan a continuación se han analizado sin considerar dichos factores de sobreestimación, de modo que el análisis sea extremadamente conservador.

5. MODELACIONES Y SUS RESULTADOS

A continuación se detallan los antecedentes utilizados para correr el modelo de dispersión de contaminantes ISC3 - ST, en el caso particular de este proyecto.

5.1 Datos de las Fuentes Emisoras

En la siguiente tabla se entregan las características de las fuentes emisoras del proyecto consideradas en la modelación.

Tabla 9
Características de las Fuentes Emisoras del Proyecto

Fuentes Puntuales							
Fuente	Coordenadas UTM		Cota	Altura de la chimenea	Temperatura de salida de los gases	Velocidad de salida de los gases	Diámetro de la chimenea
	Este	Norte					
	m	M					
Chimenea Unidades CTA1 y CTA2	356.090	7.446.486	8	85	394,2	22,2	5,1
Chimenea Secador de Caliza	356.281	7.446.251	8	15	433,2	31,1	0,35
Fuentes de Área							
Fuente	Coordenadas UTM		Cota	Altura de descarga	Longitud del lado X del área	Longitud del lado Y del área	Ángulo de orientación del área
	Este	Norte					
	m	M			m	m	°
Fugitivas	356.527	7.446.289	8	13	70	480	-25

5.1.1 Emisiones

Los datos de emisión utilizados en el modelo de dispersión corresponden a las emisiones provenientes de la chimenea de las calderas CFB, de la chimenea del secador de caliza y a las emisiones fugitivas de material particulado producto de la presencia de la pila de combustibles. Estas emisiones se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 10
Emisiones del Proyecto

Fuentes Puntuales					
Fuente	Emisión de SO ₂ g/s	Emisión de NOx g/s	Emisión de PTS g/s	Emisión de Ni+As g/s	Emisión de V g/s
Chimenea Unidades CTA1 y CTA2	555,6	168,4	54,0	0,12	1,2
Chimenea Secador de Caliza	0,0194	0,0784	0,0078	-	-
Fuentes de Área					
Fuente	Emisión de SO ₂ g/s/m ²	Emisión de NOx g/s/m ²	Emisión de PTS g/s/m ²	Emisión de Ni+As g/s/m ²	Emisión de V g/s/m ²
Fugitivas	-	-	6,96E-07	-	-

5.1.2 Meteorología

Los antecedentes meteorológicos utilizados en el modelo fueron procesados y analizados detalladamente a partir de la información registrada en las estaciones monitoras del proyecto y se detallan en el Capítulo de Línea de Base del EIA. En particular, se utilizó la información registrada durante los años 2002, 2003 y 2004 en la estación meteorológica que está localizada al interior de la Subestación Mejillones.

5.1.3 Altura de Terreno y Área de Modelación

El área de modelación (receptores) corresponde a una zona de unos 1.000 km², que comprende la zona poblada de Mejillones, los cerros de la Cordillera de la Costa ubicados en dirección Oeste-Noroeste de la central, el Zona de Máxima Concentración global de SO₂, el área de anidación del gaviotín chico y otros puntos intermedios, tales como el sector de emplazamiento del vertedero de cenizas y escorias perteneciente a EDELNOR S.A. Las coordenadas UTM de los vértices de dicha área se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11
Coordenadas Vértices del Área de Modelación

Vértice	Este (m)	Norte (m)
A	347.000	7.423.000
B	372.000	7.423.000
C	372.000	7.428.000
D	373.000	7.428.000
E	373.000	7.476.000
F	362.000	7.476.000
G	362.000	7.451.000
H	358.000	7.451.000
I	358.000	7.447.000
J	347.000	7.447.000

El archivo de receptores ingresado en el modelo define las alturas del terreno en puntos separados cada 1.000 metros.

5.2 Aporte del proyecto y Cumplimiento de Norma

Se presentan a continuación, caso a caso, las tablas que resumen las concentraciones máximas estimadas por el modelo para el área de influencia del proyecto, considerando la operación de las Unidades CTA1 y CTA2 a plena carga.

5.2.1 Dióxido de Azufre

Para efectos de determinar el cumplimiento de la norma primaria de protección de la salud de las personas se deben utilizar los percentiles 99 de las concentraciones diarias, por lo que los valores esperados como aporte del proyecto son:

Tabla 12
Resultados de la Modelación
Aporte del Proyecto
Concentraciones Máximas Diarias Percentil 99 de SO₂

Lugar	Aporte del Proyecto			
	Año 2002 (*) (µg/m³)	Año 2003 (*) (µg/m³)	Año 2004 (*) (µg/m³)	Máximo (µg/m³)
Zona de Máxima Concentración	58,4	56,8	55,9	58,4
Zona Poblada de Mejillones	15,9	16,8	15,6	16,8
Zona Cactus/Gaviotín	20,7	19,2	20,7	20,7

(*): Corresponde a los resultados de la modelación considerando la meteorología del año indicado.

En la Figura 1, adjunta al final de este anexo, se pueden observar las curvas de isoconcentraciones máximas diarias de SO₂ (Percentil 99), como aporte del proyecto.

Con los aportes del proyecto indicados en la Tabla 12 más las concentraciones medidas de línea de base, se estiman las concentraciones ambientales totales, cuyos resultados se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13
Total Máximo Esperado
Proyecto + Línea de Base
Concentraciones Máximas Diarias Percentil 99 de SO₂

Lugar	Aporte del Proyecto (*) (µg/m³)	Línea Base (**) (µg/m³)	Total Máximo Esperado (µg/m³)	Norma Diaria (µg/m³)
Zona de Máxima Concentración	58,4	83,0	141,4	--
Zona Poblada de Mejillones	16,8	16,1	32,9	250
Zona Cactus/Gaviotín	20,7	22,0	42,7	--

(*): Aporte máximo del proyecto según Tabla 12

(**): Línea base según Tabla 5

Respecto de las máximas concentraciones anuales, el aporte del proyecto se resume en la siguiente tabla:

Tabla 14
Resultados de la Modelación
Aporte del Proyecto
Concentraciones Máximas Anuales de SO₂

Lugar	Aporte del Proyecto			
	Año 2002 (*) (µg/m³)	Año 2003 (*) (µg/m³)	Año 2004 (*) (µg/m³)	Promedio Trianual (µg/m³)
Zona de Máxima Concentración	17,2	20,7	18,8	18,9
Zona Poblada de Mejillones	2,3	2,0	2,4	2,2
Zona Cactus/Gaviotín	0,7	1,0	0,8	0,8

(*): Corresponde a los resultados de la modelación considerando la meteorología del año indicado.

En la Figura 2, adjunta al final de este anexo, se pueden observar las curvas de isoconcentraciones promedios anuales de SO₂, como aporte del proyecto.

Con los aportes del proyecto indicados en la Tabla 14, más las concentraciones medidas de línea de base, se estiman las concentraciones ambientales totales se estiman los valores totales esperados, los que se entregan en la Tabla 15.

Tabla 15
Total Máximo Esperado
Proyecto + Línea de Base
Concentraciones Máximas Anuales de SO₂

Lugar	Aporte del Proyecto (*) (µg/m³)	Línea Base (**) (µg/m³)	Total Máximo Esperado (µg/m³)	Norma Anual (µg/m³)
Zona de Máxima Concentración	18,9	29,8	48,7	--
Zona Poblada de Mejillones	2,2	2,5	4,7	80
Zona Cactus/Gaviotín	0,8	9,1	9,9	--

(*): Aporte del proyecto según Tabla 14

(**): Línea base según Tabla 5

5.2.2 Óxidos de Nitrógeno

Para efectos de determinar el cumplimiento de la norma primaria de protección de la salud de las personas se deben utilizar los percentiles 99 de las máximas concentraciones horarias, por lo que los valores esperados como aporte del proyecto son:

Tabla 16
Resultados de la Modelación
Aporte del Proyecto
Concentraciones Máximas Horarias Percentil 99 de NOx

Lugar	Aporte del Proyecto			
	Año 2002 (*) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Año 2003 (*) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Año 2004 (*) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Máximo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Zona de Máxima Concentración	233,5	214,1	233,0	233,5
Zona Poblada de Mejillones	57,6	52,9	70,6	70,6

(*): Corresponde a los resultados de la modelación considerando la meteorología del año indicado.

En la Figura 3, adjunta al final de este anexo, se pueden observar las curvas de isoconcentraciones máximas horarias de NOx (Percentil 99), como aporte del proyecto.

Con los aportes del proyecto indicados en la Tabla 16 más las concentraciones medidas de línea de base, se estiman los valores totales esperados, los que se entregan en la Tabla 17.

Tabla 17
Total Máximo Esperado
Proyecto + Línea de Base
Concentraciones Máximas Horarias Percentil 99 de NOx

Lugar	Aporte del Proyecto (*) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Línea Base (**) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Total Máximo Esperado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Norma Horaria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Zona de Máxima Concentración	233,5	97,6	331,1	---
Zona Poblada de Mejillones	70,6	97,6	168,2	400

(*): Aporte máximo del proyecto según Tabla 16

(**): Línea base según Tabla 6. Para la zona de máxima concentración se asumen los valores medidos en Mejillones.

Respecto de las máximas concentraciones anuales, el aporte del proyecto se resume en la siguiente tabla:

Tabla 18
Resultados de la Modelación
Aporte del Proyecto
Concentraciones Máximas Anuales de NOx

Lugar	Aporte del Proyecto			
	Año 2002 (*) (µg/m³)	Año 2003 (*) (µg/m³)	Año 2004 (*) (µg/m³)	Promedio Trianual (µg/m³)
Zona de Máxima Concentración	5,2	6,3	5,7	5,8
Zona Poblada de Mejillones	0,7	0,6	0,7	0,7
Zona Cactus/Gaviotín	0,2	0,3	0,2	0,3

(*): Corresponde a los resultados de la modelación considerando la meteorología del año indicado.

En la Figura 4, adjunta al final de este anexo, se pueden observar las curvas de isoconcentraciones promedios anuales de NOx, como aporte del proyecto.

Con los aportes del proyecto indicados en la Tabla 18, sumados a la línea de base medida, se estiman los valores totales esperados, los que se entregan en la Tabla 19.

Tabla 19
Total Máximo Esperado
Proyecto + Línea de Base
Concentraciones Máximas Anuales de NOx

Lugar	Aporte del Proyecto (*) (µg/m³)	Línea Base (**) (µg/m³)	Total Máximo Esperado (µg/m³)	Norma Anual (µg/m³)
Zona de Máxima Concentración	5,8	7,6	13,4	---
Zona Poblada de Mejillones	0,7	8,0	8,7	100
Zona Cactus/Gaviotín	0,3	5,2	5,4	----

(*): Aporte del proyecto según Tabla 18

(**): Línea base según Tabla 6

5.2.3 PM-10

Para efectos de determinar el cumplimiento de la norma primaria de protección de la salud de las personas se deben utilizar los percentiles 98 de las concentraciones diarias, por lo que los valores esperados como aporte del proyecto son:

Tabla 20
Resultados de la Modelación
Aporte del Proyecto
Concentraciones Máximas Diarias Percentil 98 de PM10

Lugar	Aporte del Proyecto			
	Año 2002 (*) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Año 2003 (*) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Año 2004 (*) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Máximo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Zona de Máxima Concentración	5,2	5,3	5,4	5,4
Zona Poblada de Mejillones	1,4	1,3	1,3	1,4

(*): Corresponde a los resultados de la modelación considerando la meteorología del año indicado.

En la Figura 5, adjunta al final de este anexo, se pueden observar las curvas de isoconcentraciones máximas diarias de PM10 (Percentil 98), como aporte del proyecto.

Con los aportes del proyecto indicados en la Tabla 20, y sumando la línea de base medida, se estiman los valores totales esperados, los que se entregan en la Tabla 21.

Tabla 21
Total Máximo Esperado
Proyecto + Línea de Base
Concentraciones Máximas Diarias Percentil 98 de PM10

Lugar	Aporte del Proyecto (*) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Línea Base (**) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Total Máximo Esperado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Norma Diaria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Zona de Máxima Concentración	5,4	52,7	58,1	----
Zona Poblada de Mejillones	1,4	52,7	54,1	150

(*): Aporte máximo del proyecto según Tabla 20

(**): Línea base según Tabla 7. Para la zona de máxima concentración se asumen los valores medidos en Mejillones.

Respecto de las máximas concentraciones anuales, el aporte del proyecto se resume en la siguiente tabla:

Tabla 22
Resultados de la Modelación
Aporte del Proyecto
Concentraciones Máximas Anuales de PM10

Lugar	Aporte del Proyecto			
	Año 2002 (*) (µg/m³)	Año 2003 (*) (µg/m³)	Año 2004 (*) (µg/m³)	Promedio Trianual (µg/m³)
Zona de Máxima Concentración	1,7	2,0	1,8	1,9
Zona Poblada de Mejillones	0,2	0,2	0,2	0,2

(*): Corresponde a los resultados de la modelación considerando la meteorología del año indicado.

En la Figura 6, adjunta al final de este anexo, se pueden observar las curvas de isoconcentraciones promedios anuales de PM10, como aporte del proyecto.

Con los aportes del proyecto indicados en la Tabla 22, más los valores medidos de línea de base, se estiman los valores totales esperados, los que se entregan en la Tabla 23.

Tabla 23
Total Máximo Esperado
Proyecto + Línea de Base
Concentraciones Máximas Anuales de PM10

Lugar	Aporte del Proyecto (*) (µg/m³)	Línea Base (**) (µg/m³)	Total Máximo Esperado (µg/m³)	Norma Anual (µg/m³)
Zona de Máxima Concentración	1,9	20,5	22,4	----
Zona Poblada de Mejillones	0,2	20,5	20,7	50

(*): Aporte del proyecto según Tabla 22

(**): Línea base según Tabla . Para la zona de máxima concentración se asumen los valores medidos en Mejillones.

5.2.4 Vanadio

Los valores máximos diarios esperados como aporte del proyecto son:

Tabla 24
Resultados de la Modelación
Aporte del Proyecto
Concentraciones Máximas Diarias de Vanadio

Lugar	Aporte del Proyecto			
	Año 2002 (*) (µg/m³)	Año 2003 (*) (µg/m³)	Año 2004 (*) (µg/m³)	Máximo (µg/m³)
Zona de Máxima Concentración	0,17	0,14	0,19	0,19
Zona Poblada de Mejillones	0,04	0,07	0,06	0,07

(*): Corresponde a los resultados de la modelación considerando la meteorología del año indicado.

Con los aportes del proyecto indicados en la Tabla 24, sumando la línea de base medida, se estiman los valores totales esperados, los que se entregan en la Tabla 25.

Tabla 25
Total Máximo Esperado
Proyecto + Línea de Base
Concentraciones Máximas Diarias de Vanadio

Lugar	Aporte del Proyecto (*) (µg/m³)	Línea Base (µg/m³)	Total Máximo Esperado (µg/m³)	Valor Recomendado OMS (µg/m³)
Zona de Máxima Concentración	0,19	n/d (**)	0,19	---
Zona Poblada de Mejillones	0,07	n/d (**)	0,07	1,0

(*): Aporte máximo del proyecto según Tabla 24

(**): Valor no detectado en Mejillones. Se asume lo mismo para la zona de máxima concentración.

En la Figura 7, adjunta al final de este anexo, se pueden observar las curvas de isoconcentraciones máximas diarias de Vanadio, como aporte del proyecto.

5.2.5 Níquel

Las máximas concentraciones anuales como aporte del proyecto son:

Tabla 26
Resultados de la Modelación
Aporte del Proyecto
Concentraciones Máximas Anuales de Níquel

Lugar	Aporte del Proyecto			
	Año 2002 (*) (µg/m³)	Año 2003 (*) (µg/m³)	Año 2004 (*) (µg/m³)	Promedio Trianual (µg/m³)
Zona de Máxima Concentración	0,0041	0,0050	0,0045	0,0045
Zona Poblada de Mejillones	0,0005	0,0005	0,0006	0,0005

(*): Corresponde a los resultados de la modelación considerando la meteorología del año indicado.

Con los aportes del proyecto indicados en la Tabla 26 más la línea de base medida, se estiman los valores totales esperados, los que se entregan en la Tabla 27.

Tabla 27
Total Máximo Esperado
Proyecto + Línea de Base
Concentraciones Máximas Anuales de Níquel

Lugar	Aporte del Proyecto (*) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Línea Base ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Total Máximo Esperado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Norma de Referencia ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Zona de Máxima Concentración	0,0045	n/d (**)	0,0045	---
Zona Poblada de Mejillones	0,0005	n/d (**)	0,0005	0,05

(*): Aporte del proyecto según Tabla 26

(**): Valor no detectado en Mejillones. Se asume lo mismo para la zona de máxima concentración.

En la Figura 8, adjunta al final de este anexo, se pueden observar las curvas de isoconcentraciones promedios anuales de Níquel, como aporte del proyecto.

5.3 Situación de Mejillones – Condición más desfavorable

Una condición desfavorable se producirá cuando, además de la línea de base actual (calidad del aire aportada por las fuentes actualmente en operación) y de la operación del proyecto, funcionen otras instalaciones que se encuentran ambientalmente autorizadas (pero no construidas) y que corresponden a la Ampliación de la planta de ácido nítrico y nitrato de amonio de ENAEX S.A. y la Fundición y Refinería Mejillones, FRM.

Por otra parte, a efectos de determinar las concentraciones ambientales de SO_2 , V y Ni en la condición más desfavorable, se modelaron las emisiones de todas las fuentes existentes, más las autorizadas, pero no construidas, y las emisiones máximas del proyecto. Los resultados de estas modelaciones se presentan más adelante.

En las siguientes tablas se presentan los aportes declarados por ENAEX y FRM en sus respectivos EIAs.

Tabla 28
Aporte de Fuentes no Construidas
Concentraciones Ambientales Máximas de NOx

Proyecto	Lugar	Concentración	Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
FRM	Zona de Máxima Concentración	Promedio Anual	17,0
Planta ENAEX	Zona Poblada de Mejillones	Máxima Horaria	13,55
		Promedio Anual	0,12

Tabla 29
Aporte de Fuentes no Construidas
Concentraciones Ambientales Máximas de de PM10

Proyecto	Lugar	Concentración	Valor (µg/m³)
FRM	Zona de Máxima Concentración	Máxima Diaria	6,61
		Promedio Anual	2,4
Planta ENAEX	Zona Poblada de Mejillones	Máxima Diaria	0,6
		Promedio Anual	0,07

Como se señaló anteriormente, para el caso del SO₂, Ni y V se realizaron modelaciones para la condición más desfavorable. Estas modelaciones representan la condición en que se encuentran funcionando todas las fuentes emisoras del sector (atnto construidas como no construidas), como son: la Fundición y Refinería Mejillones (FRM), el Puerto de Mejillones, el Complejo Portuario Mejillones (CPM), tres calderas de empresas pesqueras, y las Unidades 1 y 2 de la Central Térmica Mejillones (CTM). Las emisiones de SO₂ de estas fuentes se entregan en la siguiente tabla.

Tabla 30
Emisiones de Otras Fuentes
Condición Desfavorable

Fuentes Puntuales			
Fuente	Emisión de SO ₂	Emisión de Ni+As	Emisión de V
	g/s	g/s	g/s
FRM	337,08	-	-
Pesqueras	18,0	-	-
Unidades 1 y 2 CTM	1981,5	0,16	1,6
Fuentes de Área			
Fuente	Emisión de SO ₂	Emisión de Ni+As	Emisión de V
	g/s/m²	g/s/m²	g/s/m²
Puerto de Mejillones	0,0000044	-	-
CPM	0,0000041	-	-

5.3.1 Dióxido de Azufre

Con el objeto de verificar que aún en la condición más extrema se cumple la norma primaria en la zona poblada de Mejillones, se efectuó una modelación considerando las emisiones máximas aportadas por el proyecto, y por los otros proyectos en operación y también los no construidos, pero que están ambientalmente aprobados.

En este caso, los resultados de la modelación, en términos de concentraciones máximas diarias (percentil 99), son los siguientes:

Tabla 31
Resultados de la Modelación
Proyecto + Todas las Fuentes – Máxima Emisión
Concentraciones Máximas Diarias Percentil 99 de SO₂

Lugar	Proyecto + Todas las Fuentes – Máxima Emisión			
	Año 2002 (*) (µg/m³)	Año 2003 (*) (µg/m³)	Año 2004 (*) (µg/m³)	Máximo (µg/m³)
Zona Poblada de Mejillones	79,2	82,4	84,6	84,6

(*): Corresponde a los resultados de la modelación considerando la meteorología del año indicado.

El resultado de la modelación indicado en la Tabla 31, expresado como máximo valor de los 3 años medidos, corresponde al valor total esperado. En este caso no es pertinente sumar los valores medidos de línea base, ya que en la modelación se consideraron todas las potenciales fuentes emisoras de SO₂. Respecto del cumplimiento de normas:

Tabla 32
Total Máximo Esperado en Condición Desfavorable
Concentraciones Máximas Diarias Percentil 99 de SO₂

Lugar	Total Máximo Esperado (µg/m³)	Norma Diaria (µg/m³)
Zona Poblada de Mejillones	84,6	250

En cuanto a las concentraciones máximas anuales, los resultados de la modelación son los siguientes:

Tabla 33
Resultados de la Modelación
Proyecto + Todas las Fuentes – Máxima Emisión
Concentraciones Máximas Anuales de SO₂

Lugar	Aporte del Proyecto y Otras Fuentes			
	Año 2002 (*) (µg/m³)	Año 2003 (*) (µg/m³)	Año 2004 (*) (µg/m³)	Promedio Trianual (µg/m³)
Zona Poblada de Mejillones	26,4	28,1	27,7	27,4

(*): Corresponde a los resultados de la modelación considerando la meteorología del año indicado.

El resultado de la modelación indicado en la Tabla 33, expresado como promedio trianual, corresponde al valor total esperado. Respecto del cumplimiento de normas:

Tabla 34
Total Máximo Esperado en Condición Desfavorable
Concentraciones Máximas Anuales de SO₂

Lugar	Total Máximo Esperado (µg/m³)	Norma Anual (µg/m³)
Zona Poblada de Mejillones	27,4	80

5.3.2 Óxidos de Nitrógeno

En este caso, los valores totales esperados corresponden a la suma del aporte del proyecto, más los aportes de otros proyectos, más la línea base medida.

Tabla 35
Total Máximo Esperado en Condición Desfavorable
Concentraciones Máximas Horarias Percentil 99 de NOx

Lugar	Aporte del Proyecto (*) (µg/m³)	Línea Base (**) (µg/m³)	Aporte de FRM (***) (µg/m³)	Aporte de Planta ENAEX (****) (µg/m³)	Total Máximo Esperado (+) (µg/m³)	Norma Horaria (µg/m³)
Zona Poblada de Mejillones	70,6	97,6	No definido	13,6	181,8	400

(*): Aporte máximo del proyecto según Tabla 16

(**): Línea base según Tabla 6

(***): Aporte horario de FRM en la zona poblada de Mejillones no fue definido en el EIA de este proyecto.

(****): Aporte de Planta ENAEX según Tabla 28

(+): No considera el aporte de FRM, puesto que éste no fue declarado en EIA de dicho proyecto.

En cuanto a las concentraciones máximas anuales, los valores totales esperados son los siguientes:

Tabla 36
Total Máximo Esperado en Condición Desfavorable
Concentraciones Máximas Anuales de NOx

Lugar	Aporte del Proyecto (*) (µg/m³)	Línea Base (**) (µg/m³)	Aporte de FRM (***) (µg/m³)	Aporte de Planta ENAEX (****) (µg/m³)	Total Máximo Esperado (µg/m³)	Norma Anual (µg/m³)
Zona Poblada de Mejillones	0,7	8,0	17,0	0,1	25,8	100

(*): Aporte del proyecto según Tabla 18

(**): Línea base según Tabla 6

(***): Aporte de FRM según Tabla 28. EIA no señala valor esperado en zona poblada de Mejillones, pero se utilizó el valor declarado para la Zona de Máxima Concentración..

(****): Aporte de Planta ENAEX según Tabla 28

5.3.3 PM-10

En este caso, los valores totales esperados corresponden a la suma del aporte del proyecto más los aportes de otros proyectos más la línea base medida.

Tabla 37
Total Máximo Esperado en Condición Desfavorable
Concentraciones Máximas Diarias Percentil 98 de PM10

Lugar	Aporte del Proyecto (*) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Línea Base (**) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Aporte de FRM (***) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Aporte de Planta ENAEX (****) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Total Máximo Esperado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Norma Diaria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Zona Poblada de Mejillones	1,4	52,7	6,6	0,6	61,3	150

(*): Aporte máximo del proyecto según Tabla 20

(**): Línea base según Tabla 7

(***): Aporte de FRM según Tabla 29. EIA no señala valor esperado en Mejillones, pero se considera el valor en el Zona de Máxima Concentración para valorar la condición más desfavorable.

(****): Aporte de Planta ENAEX según Tabla 29

En cuanto a las concentraciones máximas anuales, los valores totales esperados son los siguientes:

Tabla 38
Total Máximo Esperado en Condición Desfavorable
Concentraciones Máximas Anuales de PM10

Lugar	Aporte del Proyecto (*) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Línea Base (**) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Aporte de FRM (***) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Aporte de Planta ENAEX (****) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Total Máximo Esperado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Norma Anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Zona Poblada de Mejillones	0,2	20,5	2,4	0,1	23,2	50

(*): Aporte del proyecto según Tabla 22

(**): Línea base según Tabla 7

(***): Aporte de FRM según Tabla 29. EIA no señala valor esperado en Mejillones, pero se considera el valor en el Zona de Máxima Concentración para valorar la condición más desfavorable.

(****): Aporte de Planta ENAEX según Tabla 29

5.3.4 Vanadio

En este caso, los resultados de la modelación, en términos de concentraciones máximas diarias, son los siguientes:

Tabla 39
Resultados de la Modelación
Aporte del Proyecto y Otras Fuentes
Concentraciones Máximas Diarias de Vanadio

Lugar	Aporte del Proyecto y Otras Fuentes			
	Año 2002 (*) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Año 2003 (*) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Año 2004 (*) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Máximo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Zona Poblada de Mejillones	0,11	0,14	0,12	0,14

(*): Corresponde a los resultados de la modelación considerando la meteorología del año indicado.

El resultado de la modelación indicado en la Tabla 39, expresado como máximo valor de los tres años medidos, corresponde al valor total esperado. En este caso no sería pertinente sumar los valores medidos de línea base, ya que en la modelación se consideraron todas las potenciales fuentes emisoras de Vanadio. Respecto del cumplimiento de la normativa de referencia:

Tabla 40
Total Máximo Esperado en Condición Desfavorable
Concentraciones Máximas Diarias de Vanadio

Lugar	Total Máximo Esperado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valor Recomendado OMS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Zona Poblada de Mejillones	0,14	1,0

5.3.5 Níquel

En este caso, las concentraciones máximas anuales como aporte del proyecto son los siguientes:

Tabla 41
Resultados de la Modelación
Aporte del Proyecto y Otras Fuentes
Concentraciones Máximas Anuales de Níquel

Lugar	Aporte del Proyecto y Otras Fuentes			
	Año 2002 (*) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Año 2003 (*) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Año 2004 (*) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Trianual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Zona Poblada de Mejillones	0,0014	0,0012	0,0015	0,0014

(*): Corresponde a los resultados de la modelación considerando la meteorología del año indicado.

El resultado de la modelación indicado en la Tabla 41, expresado como promedio trianual, corresponde al valor total esperado. Respecto del cumplimiento de la normativa de referencia:

Tabla 42
Total Máximo Esperado en Condición Desfavorable
Concentraciones Máximas Anuales de Níquel

Lugar	Total Máximo Esperado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Norma de Referencia ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Zona Poblada de Mejillones	0,0014	0,05

6. ESTIMACIÓN DE FORMACIÓN DE OZONO

La formación de ozono en el aire es un fenómeno altamente complejo, donde participan los óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y la luz solar. Las reacciones químicas que se producen en la atmósfera van modificándose a medida que aumentan y disminuyen los precursores presentes, y van trasladándose en el espacio, a medida que los precursores se dispersan en el aire. El ozono que se forma en un determinado momento puede reaccionar a su vez con óxidos de nitrógeno presentes en la atmósfera, formando otros compuestos.

Las concentraciones de ozono varían de año en año. Cambios en los patrones climáticos, y en especial en el número de días asoleados y de temperaturas altas hacen que realizar predicciones de largo plazo con relación a sus concentraciones sea un proceso difícil.

El comportamiento del ozono ha sido ampliamente estudiado en los Estados Unidos de Norteamérica, donde las grandes ciudades han presentado problemas de cumplimiento de normativa vigente. En Chile, se sabe que zonas urbanas densamente pobladas (como la Región Metropolitana) presentan altos índices en las épocas de mayor temperatura ambiente.

En ese contexto, y a objeto de analizar un caso peor condición, se optó por efectuar el análisis por el método de Scheffe, que corresponde a una metodología screening desarrollada para estos efectos.

Por ser una metodología screening, sus resultados son altamente conservadores y representan siempre la peor condición. Adicionalmente cabe señalar que este método no permite estimar dónde se presentará la máxima concentración de ozono.

6.1 Metodología

Las tablas desarrolladas por Scheffe para estimar el aumento en la concentración de ozono, fueron obtenidas a través del análisis de numerosas simulaciones de emisiones contaminantes, las cuales fueron modelas por el Reactive Plume Model (RPM). Para su definición, fueron considerados diversos parámetros, tales como:

- Sustancias químicas presentes en el ambiente
- Velocidad del viento
- Estabilidad atmosférica
- Profundidad de la pluma
- Temperatura del ambiente

Estas tablas fueron desarrolladas considerando parámetros y condiciones tales que se obtuvieran valores conservadores de generación de ozono. Es decir, se determinaría el máximo potencial incremento de ozono para las emisiones de la fuente analizada.

Al respecto, el manual para aplicar modelos de calidad del aire del Estado de Iowa señala que esta metodología conservadora es usada para identificar incrementos en plumas de ozono de fuentes individuales que tengan la posibilidad potencial de exceder los 0,012 ppm en el medio ambiente.

Conociendo las emisiones anuales de NOx e HCNM de una fuente, se puede determinar el incremento horario de ozono en la atmósfera a través de la Tabla 43.

Tabla 43
Incremento de Ozono (ppm)
Emisiones de HCNM y Razón HCNM/NOx

Ton/año de HCNM	Relación HCNM/NOx=1
50	0,0070
75	0,0083
100	0,0092
125	0,0095
150	0,0098
175	0,0100
200	0,0103
225	0,0106
250	0,0109
300	0,0114

Fuente: extractado de http://www.iowacleanair.com/prof/progdev/files/scheffe_table.xls

6.2 Antecedentes

Para el análisis y según lo señala el método, se considerarán las emisiones anuales de NOx e HCNM. La emisión de NOx corresponde a la garantizada por el fabricante de los equipos, en tanto que la de HCNM se obtuvo a través del factor de emisión entregado por la EPA para calderas CFB operando con carbón bituminoso y subbituminoso. La operación con 100% carbón durante todo el año corresponde a la peor condición para la emisión de HCNM, ya que significa un mayor consumo de combustible. En la Tabla 44 se detallan dichas emisiones.

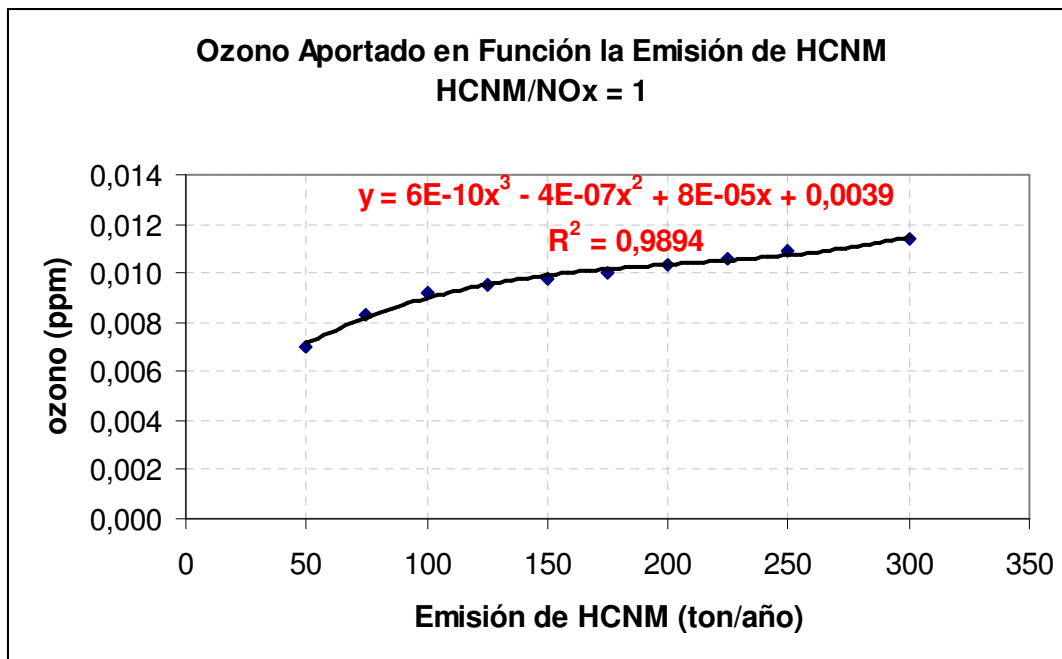
Tabla 44
Emisiones de NOx e HCNM

	NOx (*)		HCNM	
	(ton/día)	(ton/año)	(ton/día)	(ton/año)
Operación con 100% carbón durante el año entero	15	4780	0,05	17

(*) Emisión de NOx según Tabla 1

(**) Emisión de HCNM = Factor Emisión x Cantidad Combustible = 0,05 lb/ton x 94 ton/h de combustible = 0,05 ton/día de HCNM

Debido a que el aporte máximo de HCNM en toneladas por año es menor al valor más bajo de la Tabla 43 (17 ton/año v/s 50 ton/año), y la razón HCNM/NOx es también menor a 1 se graficaron los valores de la Tabla 43 (considerando el peor caso, es decir que la razón entre las 2 emisiones fuese efectivamente 1) y se buscó la mejor curva que los representara. Esta curva se muestra en el gráfico siguiente:



En función de la curva, para un aporte máximo anual de 17 ton de HCNM (condición de análisis más desfavorable), el máximo aporte horario de ozono alcanza a 0,0051 ppm (10,3 µg/m³).

6.3 Resultados y Conclusiones

El máximo aporte horario de ozono, producto de la operación del proyecto, y estimado a través de un método conservador, no superará los 10,3 µg/m³.

En la peor condición de análisis, es decir suponiendo que el NOx emitido no reacciona con el ozono presente, el aporte máximo horario producto de las emisiones del proyecto (<10,3 µg/m³) sumado con el máximo horario de línea de base (78,7 µg/m³), totaliza <89,0 µg/m³, lo que representa un 56% del valor horario normado (160 µg/m³).

Si se asume que la relación entre el promedio de 8 horas y el máximo medido es aproximadamente un factor de 0,7⁴; se tendrá que el máximo promedio de 8 horas aportado por el proyecto resulta ser un 70% de 10,3 µg/m³, es decir, menor a 7,2 µg/m³. De la misma forma, la línea base como promedio de 8 horas se puede estimar como un 70% de la línea base horaria (78,7 µg/m³), es decir, 55,1 µg/m³.

Entonces, si el aporte promedio de 8 horas del proyecto (<7,2 µg/m³) se suma al promedio máximo de 8 horas de línea de base (55,1 µg/m³), se obtiene un total de <62,3 µg/m³, valor que representa un 52% de la norma promedio de 8 horas (120 µg/m³).

En resumen, el aporte máximo horario del proyecto será menor a 10,3 µg/m³, y en términos de promedio de 8 horas, no superará los 7,2 µg/m³.

⁴ Table 2.3. Recommended Factors to Convert Maximum 1-hour Avg. Concentrations to Other Averaging Periods (U.S. EPA, 1995a; ARB, 1994)

