

INFORME FINAL

"Propuesta y Análisis de Medidas de Reducción de Emisiones en la Zona Industrial de Ventanas"

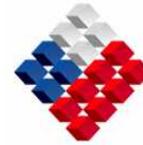
Valparaiso, Febrero de 2009

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	9
2.	OBJETIVOS	9
2.1.	OBJETIVO GENERAL	9
2.2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS	9
3.	ANTECEDENTES	10
3.1.	DESCRIPCION DE LAS FUENTES EXISTENTES.....	12
3.2.	DESCRIPCION DE LAS FUENTES PROYECTADAS	68
3.3.	NORMATIVA ACTUAL VIGENTE.....	137
3.4.	CUMPLIMIENTO DEL PLAN	147
4.	PROPUESTA PRELIMINAR DE MEDIDAS DE CONTROL	154
4.1.	FUENTES INDUSTRIALES	154
4.2.	FUENTES MOVILES EN RUTA.....	164
4.3.	FUENTES MOVILES FUERA DE RUTA.....	165
4.4.	FUENTES AREALES	167
4.5.	MEDIDAS DE GESTION PUBLICA	170
5.	INVENTARIO DE EMISIONES PROYECTADO.....	171
5.1.	PROYECCION DE CRECIMIENTO REGIONAL	172
5.2.	PROYECCION ESCENARIO BASE 2006	174
5.3.	PROYECCION DE PROYECTOS DEL SEIA	183
5.3.2.	Proyección de Emisiones de Proyectos Aprobados dentro del SEIA entre 2005 y 2008	192
5.4.	PROYECCION CON CUMPLIMIENTO DE LIMITES DE EMISION.....	207
6.	EVALUACION ECONOMICA DE MEDIDAS	224
6.1.	FUENTES FIJAS INDUSTRIALES	226
6.2.	FUENTES MOVILES FUERA DE RUTA.....	250
6.3.	FUENTES AREALES	252
6.4.	MEDIDAS DE GESTION PUBLICA	254
6.5.	EVALUACIÓN DE COSTO-EFECTIVIDAD.....	256
7.	PROGRAMA DE FISCALIZACION.....	269
7.1.	FUENTES FIJAS INDUSTRIALES	269
7.2.	FUENTES MOVILES EN RUTA.....	270
7.3.	FUENTES MOVILES FUERA DE RUTA.....	270
7.4.	MEDIDAS DE GESTION PUBLICA	271



Ambiosis



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	272
9.	GLOSARIO.	276
10.	BIBLIOGRAFIA.	278

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación georreferenciada Fuentes AES Gener y Características de los ductos de salida.
Tabla 2. Ciclo Operación 2006 Unidades 1 y 2
Tabla 3. Características Ducto 1 y 2
Tabla 4. Ciclo Operacional Mensual Maquinaria Interna hr/mes
Tabla 5. Resumen de Emisiones AES Gener S.A. Ton/año
Tabla 6. Características y Ubicación Fuentes de Emisión Codelco Ventanas - 2006
Tabla 7. Información Operacional Fuentes Codelco – Ventanas 2006
Tabla 8. Horas de Operación y Potencia (HP) Maquinaria Interna Codelco Ventanas 2006
Tabla 9. Resumen de las Emisiones Generadas por Codelco – Ventanas 2006 (Ton /año)
Tabla 10. Carga y Descarga de Carbón. Catamutún S.A.
Tabla 11. Harneado y Chancado de Carbón, T/año 2006.
Tabla 12. Horas Operación Maquinaria Interna, Comercial Catamutún S.A, 2006.
Tabla 13. Variables para Cálculo de Emisiones por Tránsito en Caminos Pavimentados. Comercial Catamutún S.A. 2006
Tabla 14. Variables para Cálculo de Tránsito por Caminos Sin Pavimentar. Comercial Catamutún S.A. 2006
Tabla 15. Resumen Emisiones Comercial Catamutún S.A.
Tabla 16. Emisiones anuales caldera ENAP Quintero.
Tabla 17. Horas de Operación por Modo (Junio-Noviembre), COPEC - ENAP
Tabla 18. Horas de Operación por Modo Año 2006, COPEC - ENAP
Tabla 19. Variables de Cálculo para Emisiones de Descarga de Clínker. Melón S.A. 2006
Tabla 20. Resumen Emisiones Melón S.A. 2006
Tabla 21. Producto y Cantidad Descargada, Gasmar S.A. 2006.
Tabla 22. Horas de Operación por Modo Año 2006, Gasmar S.A.
Tabla 23. Consumo Combustibles Gasmar S.A.
Tabla 24. Emisiones Gasmar S.A. 2006.

- [Tabla 25. Variables para Cálculo de Emisiones por Transporte en Vías Pavimentadas. Gasmar S.A. 2006.](#)
- [Tabla 26. Resumen Emisiones GASMAR S.A. 2006.](#)
- [Tabla 27. Almacenamiento Productos Orgánicos 2006](#)
- [Tabla 28. Ciclo Operación Calderas Oxiquim S.A. – Terminal Marítimo 2006](#)
- [Tabla 29. Factores de Emisión Calderas. Oxiquim S.A. 2006](#)
- [Tabla 30. Ciclo Operación Grupo Electrónico](#)
- [Tabla 31. Variables para Cálculo de Emisiones Transito Vías Sin Pavimentar. Oxiquim Terminal Marítimo 2006](#)
- [Tabla 32. Variables para Cálculo de Emisiones Llenado de Estanques Camiones. Oxiquim Terminal Marítimo 2006.](#)
- [Tabla 33. Emisiones COV por Llenado de Estanques Camiones. Terminal Marítimo Oxiquim 2006.](#)
- [Tabla 34. Horas de Operación por Modo año 2006, OXIQUM S.A.](#)
- [Tabla 35. Consumos de Combustible. Oxiquim Planta Molienda 2006](#)
- [Tabla 36. Resumen de emisiones de OXIQUM](#)
- [Tabla 37. Toneladas Movidas PVSA - 2006.](#)
- [Tabla 38. Fuentes de Emisión por Instalación Puerto Ventanas S.A.](#)
- [Tabla 39. Variables para Cálculo de Emisiones de Embarque y Descarga Puerto Ventanas S.A, 2006.](#)
- [Tabla 40. Variables Para Cálculo en Procesos con Granos. Puerto Ventanas S.A.](#)
- [Tabla 41. Características Maquinaria Interna. Puerto Ventanas S.A.](#)
- [Tabla 42. Variables para Cálculo Emisiones Tránsito Vías Pavimentadas](#)
- [Tabla 43. Tons Movidas PVSA - 2006.](#)
- [Tabla 44. Nº Embarcaciones por Carga Movida](#)
- [Tabla 45. Resumen Emisiones Puerto Ventanas S.A. 2006](#)
- [Tabla 46. Resumen Emisiones fuentes móviles en ruta 2006.](#)
- [Tabla 47. Emisiones de Polvo Resuspendido en Calles Pavimentadas \(ton/año\)](#)
- [Tabla 48. Emisiones de Polvo Resuspendido en Calles Sin Pavimentar](#)
- [Tabla 49. Maquinaria al Interior del Vertedero y Camiones Recolectores](#)
- [Tabla 50. Emisiones Maquinaria y Camiones al Interior del Vertedero \(ton/año\)](#)
- [Tabla 51. Emisiones Polvo Resuspendido de Camiones al Interior del Vertedero \(ton/año\)](#)
- [Tabla 52. Consumo Residencial de Combustibles 2006](#)
- [Tabla 53. Emisión de Contaminantes Asociados a la Combustión Residencial](#)
- [Tabla 54. Incendios Reportados por Bomberos por Tipo de Material, 2006.](#)
- [Tabla 55. Emisiones \(Ton/año\) Incendios Forestales.](#)
- [Tabla 56. Número de Siniestros en la Zona de Estudio](#)



[Tabla 57. Emisiones Provenientes de Incendios Estructurales 2006, \(ton/año\)](#)

[Tabla 58. Metros Cuadrados Construidos Para el Año 2006](#)

[Tabla 59. Emisiones por construcción.](#)

[Tabla 60. m2 Construidos de Caminos](#)

[Tabla 61. Construcción de Caminos y Emisiones de MP10. Año 2006](#)

[Tabla 62. Proyectos Año 2005.](#)

[Tabla 63. Características de los Estanques](#)

[Tabla 64. Emisiones Evaporativas](#)

[Tabla 65. Emisiones de COV](#)

[Tabla 66. Emisiones evaporativas.](#)

[Tabla 67. Características del Estanque](#)

[Tabla 68. Emisiones del Proyecto](#)

[Tabla 69. Compensaciones Requeridas](#)

[Tabla 70. Características del Vaporizador de Combustión Sumergida](#)

[Tabla 71. Etapa 1 \(ton/año\)](#)

[Tabla 72. Proyectos Año 2006](#)

[Tabla 73. Capacidad Planta](#)

[Tabla 74. Emisiones del Proyecto](#)

[Tabla 75. Características de las Fuentes Identificadas](#)

[Tabla 76. Descripción Técnica de la Planta](#)

[Tabla 77. Datos de las Fuentes Emisoras](#)

[Tabla 78. Emisiones de Material Particulado](#)

[Tabla 79. Características Unidad Generadora Nueva Ventanas](#)

[Tabla 80. Insumos Modificación Central Nueva Ventanas](#)

[Tabla 81. Características Desulfurizador Central Nueva Ventanas](#)

[Tabla 82. Consumos y Características de Emisión Desulfurizador Unidad 2](#)

[Tabla 83. Emisiones Proyecto Modificación Central Nueva Ventanas](#)

[Tabla 84. Emisiones Proyecto](#)

[Tabla 85. Proyectos Aprobados en el SEIA – Presentados 2007](#)

[Tabla 86. Características y Emisiones del Proyecto](#)

[Tabla 87. Emisiones Caldera Generación Utilizando Carbón](#)

[Tabla 88. Emisiones Caldera Generación Utilizando Petróleo Nº 5](#)

[Tabla 89. Escenarios de Emisiones de SO₂](#)



- [Tabla 90. Escenarios de Emisiones Según Despacho](#)
- [Tabla 91. Plan de Ajuste Dinámico de Operación](#)
- [Tabla 92. Características del Flujo de Gases](#)
- [Tabla 93. Parámetros de Emisión](#)
- [Tabla 94. Emisiones con Gas Natural](#)
- [Tabla 95. Emisiones con Petróleo Diesel](#)
- [Tabla 96. Emisión Anual \(Ton/año\) Según Combustible Consumido](#)
- [Tabla 97. Ubicación de la Central](#)
- [Tabla 98. Proyectos Ingresados al SEIA – Presentados 2008](#)
- [Tabla 99. Características del Estanque.](#)
- [Tabla 100. Características del Estanque](#)
- [Tabla 101. Características del Flujo de Descarga](#)
- [Tabla 102. Análisis Característico del Carbón Bituminoso](#)
- [Tabla 103. Emisiones Místicas \(Ton/Día\)](#)
- [Tabla 104. Máximas Emisiones Tres Unidades - Carbón](#)
- [Tabla 105. Máximas Emisiones Tres Unidades – FO 6](#)
- [Tabla 106. Resumen Emisiones](#)
- [Tabla 107. Proyectos de Reducción de Emisiones](#)
- [Tabla 108. Compensación de Emisiones](#)
- [Tabla 109. Características de la Caldera](#)
- [Tabla 110. Características de la Chimenea](#)
- [Tabla 111. Emisiones](#)
- [Tabla 112: Exigencias de Emisión de Azufre](#)
- [Tabla 113: Exigencias de Emisión de Material Particulado](#)
- [Tabla 114. Emisiones Proyectos 2005](#)
- [Tabla 115. Emisiones Proyectos 2006](#)
- [Tabla 116. Emisiones Proyectos 2007](#)
- [Tabla 117. Emisiones Proyectos 2008](#)
- [Tabla 118. Emisiones Compensadas](#)
- [Tabla 119. Porcentaje Relativo de Componentes Material Particulado en Receptores](#)
- [Tabla 120. Descripción de los Grupos de Fuentes](#)
- [Tabla 121. Factores de crecimiento anual en base al crecimiento promedio del PIB para la V Región](#)
- [Tabla 122. Factores de crecimiento anual según año base de operación de proyectos SEIA](#)

- [Tabla 123. Emisiones Base 2006 – Fuentes Fijas Industriales Ventanas](#)
- [Tabla 124. Emisiones Proyectadas 2007 – 2020 Fuentes Fijas Industriales Ventanas](#)
- [Tabla 125. Emisiones Base 2006 – Fuentes Móviles y Polvo Resuspendido](#)
- [Tabla 126. Proyección Emisiones Fuentes Móviles y Polvo Resuspendido 2007 - 2020](#)
- [Tabla 127. Escenario de Emisiones Base \(2006\) por Embarcaciones en Bahía](#)
- [Tabla 128. Proyección de Emisiones Base al 2020 por Embarcaciones en Bahía](#)
- [Tabla 129. Emisiones 2006 CODELCO – División Ventanas y Central Ventanas \(Gener\)](#)
- [Tabla 130. Proyección Escenario Base 2006 – SO₂](#)
- [Tabla 131. Proyección Escenario Base 2006 – MP₁₀](#)
- [Tabla 132. Proyección Escenario Base 2006 – MP_{2,5}](#)
- [Tabla 2. Proyección Escenario Base 2006 – NO_x](#)
- [Tabla 134. Arribo de naves 2006](#)
- [Tabla 3. Proyección Emisiones SO₂ por Movimiento Portuario de Proyectos SEIA](#)
- [Tabla 136. Proyección Emisiones MP₁₀ por Movimiento Portuario de Proyectos SEIA](#)
- [Tabla 4. Proyección Emisiones MP_{2,5} por Movimiento Portuario de Proyectos SEIA](#)
- [Tabla 5. Proyección Emisiones NO_x por Movimiento Portuario de Proyectos SEIA](#)
- [Tabla 6. Proyección de Emisiones Industriales para proyectos SEIA – SO₂](#)
- [Tabla 140. Proyección de Emisiones Industriales para Proyectos SEIA 2012 – SO₂](#)
- [Tabla 141. Proyección de Emisiones Industriales para Proyectos SEIA 2020 – SO₂](#)
- [Tabla 142. Proyección de Emisiones Industriales para Proyectos SEIA 2009 – MP₁₀](#)
- [Tabla 143. Proyección de Emisiones Industriales para Proyectos SEIA 2012 – MP₁₀](#)
- [Tabla 144. Proyección de Emisiones Industriales para Proyectos SEIA 2020 – MP₁₀](#)
- [Tabla 145. Proyección de Emisiones Industriales para Proyectos SEIA 2010 – NO_x](#)
- [Tabla 146. Proyección de Emisiones Industriales para Proyectos SEIA 2012 – NO_x](#)
- [Tabla 147. Proyección de Emisiones Industriales para Proyectos SEIA 2020 – NO_x](#)
- [Tabla 148. Proyección Final Emisiones NO_x – Zona Industrial de Ventanas](#)
- [Tabla 149. Concentraciones actuales y de proyecto de las centrales termoeléctricas.](#)
- [Tabla 150. Proyección Final Emisiones MP_{2,5} – Zona Industrial de Ventanas \(Ton/Año\)](#)
- [Tabla 151. Proyección Final Emisiones NO_x – Zona Industrial de Ventanas \(Ton/Año\)](#)
- [Tabla 152. Concentraciones Actuales y de Proyecto de las Centrales Termoeléctricas](#)
- [Tabla 153. Equipos de Abatimiento Asociados a cada unidad \(Actuales y de proyecto\)](#)
- [Tabla 154. Equipos de Control Propuestos para Centrales Termoeléctricas](#)
- [Tabla 155. Eficiencias Sistemas FGD para remoción de SO₂](#)

- [Tabla 156. Emisiones Finales Termoeléctrica con Equipos de Control Propuestos](#)
- [Tabla 157. Concentraciones actuales en unidades de CDV](#)
- [Tabla 158. Equipos de Abatimiento Asociados a cada unidad \(2006\) - CDV](#)
- [Tabla 159. Características Filtros de Mangas](#)
- [Tabla 160. Características Precipitadores Electroestáticos](#)
- [Tabla 161. PROYECCION DE EMISIONES DE SO2 CONSIDERANDO EL CONTROL A TRAVÉS DE WFGD](#)
- [Tabla 162. PROYECCION DE EMISIONES DE MP10 CONSIDERANDO EL CONTROL A TRAVÉS FILTROS MANGAS](#)
- [Tabla 163. PROYECCION DE EMISIONES DE NOx CONSIDERANDO EL CONTROL A TRAVÉS FILTROS SCR](#)
- [Tabla 164. Alternativas de Control de Emisiones Gaseosas](#)
- [Tabla 165. Costos de Sistema de Desulfurización de Gases del Tipo Húmedo \(WFGD\)](#)
- [Tabla 166. Costos de Sistema de Desulfurización de Gases del Tipo Seco \(DFGD\)](#)
- [Tabla 167. Costos de Sistema de Desnitrificación por Reducción Catalítica Selectiva \(SCR\)](#)
- [Tabla 168. Costos de Sistema de Desnitrificación por Reducción Catalítica No Selectiva \(SNCR\)](#)
- [Tabla 169. Costos de Sistema de Reducción de Generación de NOx a través de Quemadores de Bajo NOx \(LNB, Low NOx Burners\)](#)
- [Tabla 170. Medidas y Costos Anuales de AES GENER S.A.](#)
- [Tabla 171. Consolidado Proyección Costos Unidades Termoeléctricas - Ventanas, 2009-2020, en millones de pesos 2008.](#)
- [Tabla 172. Equipos de Control de MP, ACA Software.](#)
- [Tabla 173. Costo de Filtro Manga del Tipo Chorro Pulsante \(Jet Pulse\) de Caja Común](#)
- [Tabla 174. Costo Precipitador Electroestático Seco Placa-Alambre](#)
- [Tabla 175. Medidas y Costos Anuales de Codelco.](#)
- [Tabla 176. Proyección Costos CODELCO 2009-2020, en Millones pesos 2008.](#)
- [Tabla 177. Proyección Costos CODELCO 2009-2020, en Millones pesos 2008.](#)
- [Tabla 178. Medidas y Costos Anuales de Comercial Catamutún.](#)
- [Tabla 179. Proyección Costos Comercial CATAMUTUN 2009-2020, en millones de pesos 2008.](#)
- [Tabla 180. Medidas y Costos Empresas MELON S.A.](#)
- [Tabla 181. Proyección Costos Empresas MELON, 2009-2020, en millones de pesos 2008.](#)
- [Tabla 182. Medidas y Costos GASMAR S.A.](#)
- [Tabla 183. Medidas y Costos OXIQUM S.A.](#)
- [Tabla 184. Proyección Costos GASMAR S.A., 2009-2020, en millones de pesos 2008.](#)
- [Tabla 185. Proyección Costos OXIQUM S.A., 2009-2020, en millones de pesos 2008.](#)
- [Tabla 186. Medidas y Costos PUERTO VENTANAS S.A.](#)

- [Tabla 187. Proyección Costos Puerto Ventanas, 2009-2020, en millones de pesos 2008.](#)
- [Tabla 188. Medidas y Costos Fuentes Móviles Fuera de Ruta.](#)
- [Tabla 189. Proyección Costos Fuentes Móviles Fuera de Ruta, 2009-2020, en millones de pesos 2008.](#)
- [Tabla 190. Medidas y Costos Anuales en Fuentes Areales.](#)
- [Tabla 191. Proyección Costos Fuentes Areales, 2009-2020, en Millones de pesos 2008.](#)
- [Tabla 192. Medidas y Costos Gestión Pública.](#)
- [Tabla 193. Proyección Costos Medidas de Gestión Pública, 2009-2020, en millones de pesos 2008.](#)
- [Tabla 194. Resumen alternativas.](#)
- [Tabla 195. Eficiencias de Reducción](#)
- [Tabla 196. Reducción de emisiones y emisiones finales anualizadas según alternativa de reducción de emisiones \(Ton/Año\)](#)
- [Tabla 197. Variación de las Concentraciones Según la Eficiencia de Reducción de Emisiones de Cada Alternativa](#)
- [Tabla 198. Resumen Costo efectividad.](#)

INDICE DE FIGURAS

- [Figura 1. Límites Área Saturada y Estaciones de Monitoreo de la Red Ventanas](#)
- [Figura 2. Diagrama de flujo de la fundición:](#)
- [Figura 3. Ubicación Instalación Puerto Ventanas S.A.](#)
- [Figura 4. Sitio Eriazo Puerto Ventanas S.A.](#)
- [Figura 5. Cumplimiento Normativa MP Red Codelco Ventana y AES Gener](#)
- [Figura 6. Cumplimiento Normativa SO₂ Red Codelco Ventana y AES Gener](#)
- [Figura 7. Participación de las Fuentes de MP-10 Estimadas con CALMET/CALPUFF](#)
- [Figura 8. Participación de las Fuentes de SO₂ Estimadas con CALMET/CALPUFF](#)
- [Figura 9. Depositación de partículas en las vías.](#)
- [Figura 10. Proyección Emisiones 2006 – 2020 – Zona Industrial de Ventanas](#)
- [Figura 11. Proyección Emisiones MP 2006 – 2020 – Zona Industrial de Ventanas](#)
- [Figura 12. Proyección de Escenarios – Emisiones SO₂ - 2006 – 2020](#)
- [Figura 13. Proyección de Escenarios – Emisiones NO_x - 2006 - 2020](#)
- [Figura 14. Proyección de Escenarios – Emisiones MP₁₀ - 2006 - 2020](#)

1. INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta el informe Final del estudio "Propuesta y Análisis de Medidas de Reducción de Emisiones en la Zona Industrial de Ventanas".

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del presente estudio es identificar, analizar y priorizar un conjunto de medidas de reducción de emisiones de Material Particulado (primario y secundario) y Anhídrido Sulfuroso para las distintas fuentes emisoras (existentes y nuevas), evaluadas según su costo-efectividad, factibles de incorporar en la reformulación del plan de descontaminación de dicha zona.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Los objetivos específicos del presente estudio son:

- Contar con una identificación y descripción de las fuentes emisoras localizadas en el área de estudio (en cuanto a conocer la información sobre equipos y tecnología usada por las fuentes industriales en la zona para el control de emisiones SO_2 , MP y NO_x , (contar con una descripción detallada de las condiciones de operación de las fuentes industriales ubicadas en el sector).
- Contar con una identificación de medidas de reducción de emisiones aplicadas en el ámbito internacional o nacional, evaluadas y priorizadas según su costo-efectividad, es decir, evaluadas según su potencial de reducción de emisiones por tipo de fuentes y costo (privado y para el Estado), que puedan aplicarse en el sector de ventanas, diferenciando medidas para fuentes emisoras existentes como para fuentes emisoras nuevas.
- Contar con el diseño de un programa de fiscalización para velar por la implementación y cumplimiento de las medidas propuestas.



3. ANTECEDENTES

De acuerdo a lo establecido en el artículo 4º transitorio del D.S. Nº 185/91 (D.O. 02.01.92), el Complejo Industrial Ventanas, constituido por la Fundición y Refinería de la Empresa Nacional de Minería (ENAMI), actual CODELCO División Ventanas y la Central Termoeléctrica de CHILGENER S.A., actual AES GENER S.A., presentaron un Proyecto de red de monitoreo continuo para medir la concentración de anhídrido sulfuroso y material particulado respirable en la zona circundante al complejo industrial.

El proyecto de red de monitoreo fue aprobado por Resolución Conjunta del Servicio de Salud de Viña del Mar- Quillota y Servicio Agrícola y Ganadero V Región.

En cumplimiento con el artículo 4º transitorio del D.S. 185/91, las empresas presentaron un Plan de Descontaminación, el que fue aprobado por el D.S. Nº 252/92, del Ministerio de Minería suscrito por los Ministerios de Hacienda, Salud, Agricultura y Economía.

Debido a las excedencias a las normas de calidad de aire, el Ministerio de Agricultura mediante el D.S. Nº 346/93 declara "zona saturada para anhídrido sulfuroso y material particulado respirable la zona circundante al Complejo Industrial Ventanas", ver Figura Nº 1.

Posteriormente el Servicio de Salud Viña del Mar–Quillota aprobó por Resolución Nº 2161, del 18 de Julio de 1995, el Plan de Acción Operacional ante episodios críticos por anhídrido sulfuroso, presentado por la Fundición y Refinería Ventanas de ENAMI.

A pesar de que las emisiones reales al año 2007, son menores al 30% de las emisiones establecidas como meta final por el plan, esto ha significado sólo una recuperación parcial de la calidad del aire observándose niveles de latencia para norma primaria anual de Material Particulado Respirable (MP₁₀) y saturación para SO₂ como norma secundaria horaria.

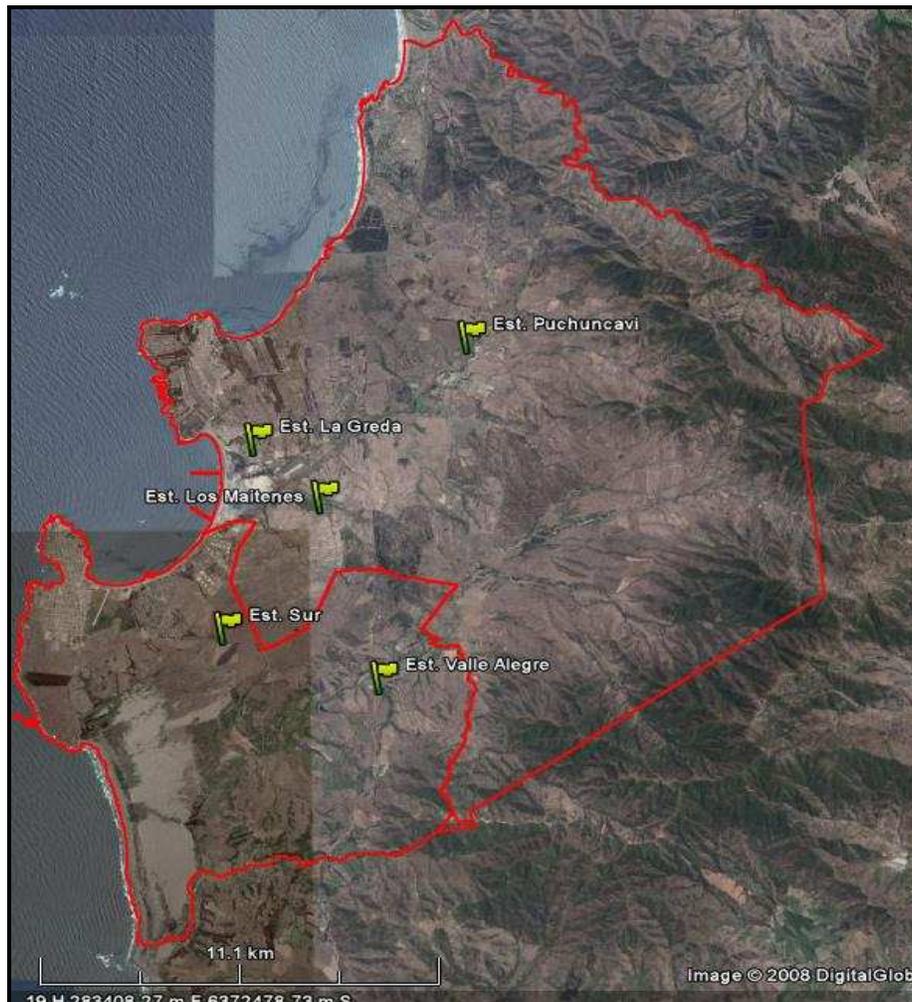


Figura 1. Límites Área Saturada y Estaciones de Monitoreo de la Red Ventanas

Por otra parte, el Plan considera solamente las emisiones de dos empresas, no fijando mecanismo de ingreso o restricción de emisiones a otras fuentes, lo que en la práctica ha permitido el establecimiento de diversas fuentes en la zona sin estar ellas incluidas en el Plan de Ventanas sólo reguladas por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Durante el año 2007 se realizó un estudio para actualizar el inventario de emisiones del área industrial de Ventanas con objeto de conocer todas las fuentes ubicadas en la zona y su respectiva responsabilidad en la calidad del aire, este estudio es el primer paso en la recolección de antecedentes necesarios para realizar una actualización del actual Plan de Descontaminación.

3.1. DESCRIPCION DE LAS FUENTES EXISTENTES

La descripción de las fuentes existentes, se obtiene del estudio "INVENTARIO DE EMISIONES DE LA ZONA DE VENTANAS Y ESTIMACIÓN DE SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL AIRE", desarrollado por DICTUC para CONAMA V Región durante el año 2007, con colaboración de AMBIOISIS S.A. en la caracterización de las fuentes industriales.

3.1.1 AES GENER S.A. – Central Ventanas

La central termoeléctrica de Ventanas cuenta con dos unidades generadoras de energía a carbón (calderas acuotubulares) con una potencia eléctrica total de 338 MW.

Cada unidad está conectada a un precipitador electrostático de tres campos que retiene las partículas suspendidas en el flujo de gases de escape de los ductos de salida, reduciendo las emisiones de material particulado a la atmósfera. El carbón utilizado puede ser bituminoso como subbituminoso y se emplea en estado pulverizado.

La recepción del carbón se hace a través de Puerto Ventanas S.A., quien arrienda sus instalaciones a AES Gener para la recepción de carbón a través de barcos de graneles y su transporte hasta la cancha de almacenamiento es mediante cinta transportadora cubierta. Éste carbón es descargado en zonas de acopio mediante una correa giratoria y luego es distribuido mediante cargadores frontales para su posterior uso como combustible en las unidades de generación.

La empresa comercializa una parte del carbón recepcionado para clientes externos además de despachar parte del combustible a la central Laguna Verde. Este combustible es cargado mediante correa transportadora a los camiones o bien directamente en la cancha de acopio mediante cargadores frontales.

La ubicación georreferenciada de las fuentes de emisión identificadas en esta empresa se muestran a continuación:

Tabla 1. Ubicación Georreferenciada Fuentes AES Gener y Características de los Ductos de Salida

FUENTE	COORDENADAS (WGS84)	
	UTM N	UTM E
Unidad 1	6.373.617	267.441
Unidad 2	6.373.546	267.434
Operación maquinaria interna	6.373.546	267.434
Molino	6.373.428	267.353
Harnero	6.373.428	267.353
Carga carbón a canchas desde correa rotatoria	6.373.633	267.508
Carga carbón a camiones desde correa transportadora (clientes)	6.373.408	267.447
Carga carbón a camiones con cargador frontal (clientes)	6.373.408	267.447
Carga carbón camiones para laguna verde (cargador frontal)	6.373.653	267.508
Transito camiones cancha acopio carbón (despacho a Laguna Verde)	6.373.653	267.508
Transito camiones camino acceso Pto. Ventanas (despacho clientes)	6.373.428	267.353
Emisión desde pilas por acción del viento	6.373.653	267.508

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Unidades Generadoras N° 1 y N° 2

El ciclo operacional de ambas unidades y la cantidad de combustible consumido se muestran a continuación:

Tabla 2. Ciclo Operación 2006 Unidades 1 y 2

UNIDAD	Días Operación 2006	Horas Operación 2006	Combustible Consumido (Ton/Año)
N° 1	251	5.797	213.511
N° 2	307	7.273	490.679

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Las características de los ductos de escape de cada unidad se muestran a continuación:

Tabla 3. Características Ducto 1 y 2

UNIDAD	Equipo de Control	Características de la Chimenea (m)		Tº Salida de los Gases (°C)	Velocidad de Salida de los Gases (m/s)
		Diámetro	Altura		
Nº 1	PES ¹	4,1	61	117	9
Nº 2	PES	4,9	61,6	123	13

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Como equipos de control de material particulado, cada unidad tiene instalado y en operación un precipitador electrostático de tres campos, con una eficiencia teórica para la retención de partículas de un 99%. Junto con esta medida de control para las emisiones de material particulado, la empresa redujo el contenido de cenizas de un 20% a un 10%. Para el caso del manejo de las emisiones de anhídrido sulfuroso, se redujo el porcentaje de azufre en el carbón de un 3% a un 1,4%.

Ambas unidades tienen instalados y en operación equipos de monitoreo continuo de MP y SOx en ambas chimeneas de descarga.

En total la Unidad Nº 1 tuvo un consumo de combustible de 213.511 toneladas de carbón y una generación de 5.229,44 MMBtu.

En el caso de la Unidad Nº 2, tuvo un consumo anual de combustible de 490.679 toneladas de carbón y una generación de 11.827,69 MMBtu, en el año 2006.

Operación Maquinaria Interna

La maquinaria interna que opera en la central corresponde a cuatro (4) cargadores frontales de 98 HP cada uno y dos bulldozer de 306 HP de potencia, encargados del apilamiento del carbón.

¹ PES: Precipitador Electroestático.

El detalle de las horas trabajadas por las distintas máquinas se muestra a continuación:

Tabla 4. Ciclo Operacional Mensual Maquinaria Interna hr/mes

TIPO DE MAQUINARIA	Potencia (HP)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CARGADOR FRONTAL 1	98	270	252	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270
CARGADOR FRONTAL 2	98	270	252	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270
CARGADOR FRONTAL 3	98	180	168	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
CARGADOR FRONTAL 4	98	240	224	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
BULLDOZER 1	306	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
BULLDOZER 2	306	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
TOTAL		1.120	1.056	1.120									

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

La maquinaria interna corresponde a tecnología diesel sin equipos de control de emisiones, para este tipo de maquinarias no existe normativa nacional de emisiones.

Molino y Harnero

Estos equipos son utilizados para acondicionar el carbón que será enviado a clientes externos, dado que la molienda para las unidades de generación se realiza en la alimentación de las calderas. Ambas unidades se encuentran encapsuladas, por lo cual las emisiones están controladas adecuadamente.

Se consideró una cantidad de 15.600 toneladas de carbón procesadas en cada fuente.

Carga Carbón a Canchas Desde Correa Rotatoria

El carbón recepcionado desde el muelle a través de la correa transportadora cae desde una altura de aproximadamente 15 metros hasta las zonas de acopio de carbón de la planta termoeléctrica.

Durante 2006, según datos entregados por Puerto Ventanas S.A. se recepcionó un total de 1.123.233 m³, lo que equivale, considerando una densidad del carbón de 0,75 ton/m³ a 842.425 toneladas de carbón.



Carga Carbón a Camiones Desde Correa Transportadora y Cargador Frontal (Clientes)

AES Gener comercializa carbón a terceros, éste es cargado directamente en camiones de los clientes en la cancha de acopio mediante cargador frontal o bien pueden ser cargados mediante correa transportadora.

Durante 2006 se despacharon 209.626 toneladas de carbón a clientes. Como no se obtuvo la cantidad despachada según el modo de transferencia se asumió un 50% de la carga para cada modo.

Carga Carbón en Camiones para Laguna Verde

AES Gener Ventanas envía carbón a su planta en Laguna Verde, éste es cargado directamente en camiones en la cancha de acopio mediante cargador frontal.

Durante 2006 se despacharon 21.807 toneladas de carbón a Laguna Verde.

Tránsito de Camiones

Dentro de las emisiones de material particulado se encuentran aquellas debidas a la resuspensión de polvo desde caminos y calles internas en sitios industriales, principalmente debidas a tránsito de camiones de carga.

Dentro de la central se identificaron dos tipos de fuentes de emisiones: las que corresponden al tránsito de camiones que transportan carbón a la central termoeléctrica de Laguna Verde y aquellos correspondientes a terceros (clientes que compran carbón directamente en AES Gener Ventanas)

De estos dos tipos, el trayecto realizado por uno y por otro se diferencia en el tipo de carpeta sobre la cual se desplazan. En el caso de los camiones que van a Laguna Verde, éstos operan directamente en la cancha de acopio de carbón, la cual no se encuentra pavimentada. En el caso de clientes, estos transitan por la calle de acceso al muelle de Puerto Ventanas, el cual sí está pavimentado.

Emisión Desde Pilas por Acción del Viento

El almacenamiento del carbón se realiza en pilas, en una cancha expuesta al viento de la zona, la forma de las pilas son constantemente modificadas, debido al consumo permanente del combustible, ya sea propio o para terceros.

El control de emisiones corresponde a una humectación periódica, necesaria también para el control del autoencendido.

Resumen Emisiones AES Gener S.A. – Ventanas 2006

A continuación se presenta la tabla resumen de las emisiones de AES Gener S.A.:

Tabla 5. Resumen de Emisiones AES Gener S.A. Ton/año

Clasificación de Inventario	Nombre Fuente	MP ₁₀	MP _{2,5}	CO	NO _x	COV	SO _x	NH ₃
EROSION EOLICA	Emisión desde pilas por acción del viento	0,90	-	-	-	-	-	-
OPERACIÓN MAQUINARIA INTERNA	Operación maquinaria interna	0,34	0,08	6,04	11,19	-	0,01	-
TRANSITO PAV	Transito camiones (despacho clientes)	0,31	0,04	-	-	-	-	-
TRANSITO S/PAV	Transito camiones cancha acopio carbón (despacho a laguna verde)	0,20	0,02	-	-	-	-	-
TERMoeLECTRICAS	Carga carbón a camiones con cargador frontal (clientes)	0,01	0,00	-	-	-	-	-
	Carga carbón a camiones desde correa transportadora (clientes)	0,25	0,00	-	-	-	-	-
	Carga carbón a canchas desde correa rotatoria	8,15	0,87	-	-	-	-	-
	Carga carbón camiones para laguna verde (cargador frontal)	0,00	0,00	-	-	-	-	-
	Harnero	0,02	0,00	-	-	-	-	-
	Molino	0,00	0,00	-	-	-	-	-
	Unidad N° 1	93,50	37,68	53,38	768,64	5,34	2.668,69	120,63
	Unidad N° 2	131,31	52,91	122,67	1.766,44	12,27	5.640,69	277,23
	TOTAL	234,99	91,62	182,09	2.546,27	17,60	8.309,39	397,87

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

3.1.2 CODELCO – División Ventanas

Codelco División Ventanas, es una fundición y refinera de cobre que produce cátodos de cobre, lingotes de oro y granalla de plata. La capacidad de fusión de concentrados de Ventanas fue de 445 mil toneladas métricas secas para el año 2006.

La producción el año 2006 alcanzó a 376.005 toneladas métricas de cobre electrolítico. Asimismo, por el procesamiento de los barras anódicos de la refinera en la planta de metales nobles, se produjeron 150.952 kilos de plata y 5.649 kilos de oro; y la planta de ácido produjo 351.537 toneladas de ácido sulfúrico.

Características de las Fuentes Fijas

La siguiente tabla muestra la ubicación de las distintas fuentes de emisión industriales de Codelco – Ventanas (Fuentes fijas, difusas y móviles en rutas industriales), con coordenadas UTM y las características de los ductos de salida de gases de cada unidad de emisión.

Tabla 6. Características y Ubicación Fuentes de Emisión Codelco Ventanas 2006

AREA	FUENTE	Coordenadas (WGS84)		Características Ductos Salida			
		UTM N	UTM E	Altura Chimenea (m)	Diámetro Ducto (m)	Velocidad Salida Gases (m/s)	Temperatura Salida Gases (°C)
PLANTA DE SECADO	Horno Rotatorio Secado	6.372.436	267.570	26,00	1,00	13,10	112,00
	Tolva 500 Toneladas	6.372.108	267.485	16,00	1,00	21,60	29,00
FUNDICION	Convertidor Teniente (CT)	6.377.500	267.000	40,00	2,00	13,00	73,00
	Convertidor Pierce-Smith CPS-1	6.377.500	267.000	40,00	2,00	13,00	73,00
	Convertidor Pierce-Smith CPS-2	6.377.500	267.000	40,00	2,00	13,00	73,00
	Convertidor Pierce-Smith CPS-3	6.377.500	267.000	40,00	2,00	13,00	73,00
CENTRAL TERMICA	Caldera Vapor Kw-3	6.372.299	267.373	9,00	1,00	7,41	162,30
	Caldera Vapor Kw-4	6.372.293	267.371	9,00	1,00	7,41	162,30
	Caldera Vapor Kw-5	6.372.289	267.370	9,00	1,00	7,41	162,30
PLANTA REFINO A FUEGO	Horno Eléctrico (He)	6.372.325	267.597	168,00	3,00	22,80	286,00
	Horno Basculante	6.372.325	267.597	30,00	1,00	11,40	165,00
	Horno Retención	6.372.325	267.597				
	Horno Refino #1	6.372.325	267.597	10,00	1,00	4,00	324,00

AREA	FUENTE	Coordenadas (WGS84)		Características Ductos Salida			
		UTM N	UTM E	Altura Chimenea (m)	Diámetro Ducto (m)	Velocidad Salida Gases (m/s)	Temperatura Salida Gases (°C)
	Horno Refino #2	6.372.433	267.493	10,00	1,00	4,00	357,00
PLANTA DE METALES NOBLES	Horno Tostador De Selenio #1	6.372.108	267.485	4,00	1,00	13,40	18,00
	Horno Tostador De Selenio #2	6.372.108	267.485	4,00	1,00	13,40	18,00
	Horno Tostador De Selenio #3	6.372.108	267.485	4,00	1,00	13,40	18,00
	Horno Tostador De Selenio #4	6.372.108	267.485	4,00	1,00	13,40	18,00
	Horno Troff	6.372.373	267.316	6,00	1,00		
	Generador De Emergencia #1	6.372.108	267.485	3,0	0,15		
	Generador De Emergencia #2	6.372.108	267.485				
	Lixiviación BAD #1	6.372.108	267.485	8,00	0,35		79,90
	Lixiviación BAD #2	6.372.108	267.485	8,00	0,35		79,90
RAM	Chancado Circulante Fundición (Primario)	6.372.108	267.485				
	Chancado Mineral Grueso 10~25 De Ley (Primario Y Secundario)	6.372.108	267.485				
	Descarga Concentrados Cobre (8% Humedad)	6.372.108	267.485				

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Los datos operacionales de las fuentes fijas industriales se muestran a continuación:

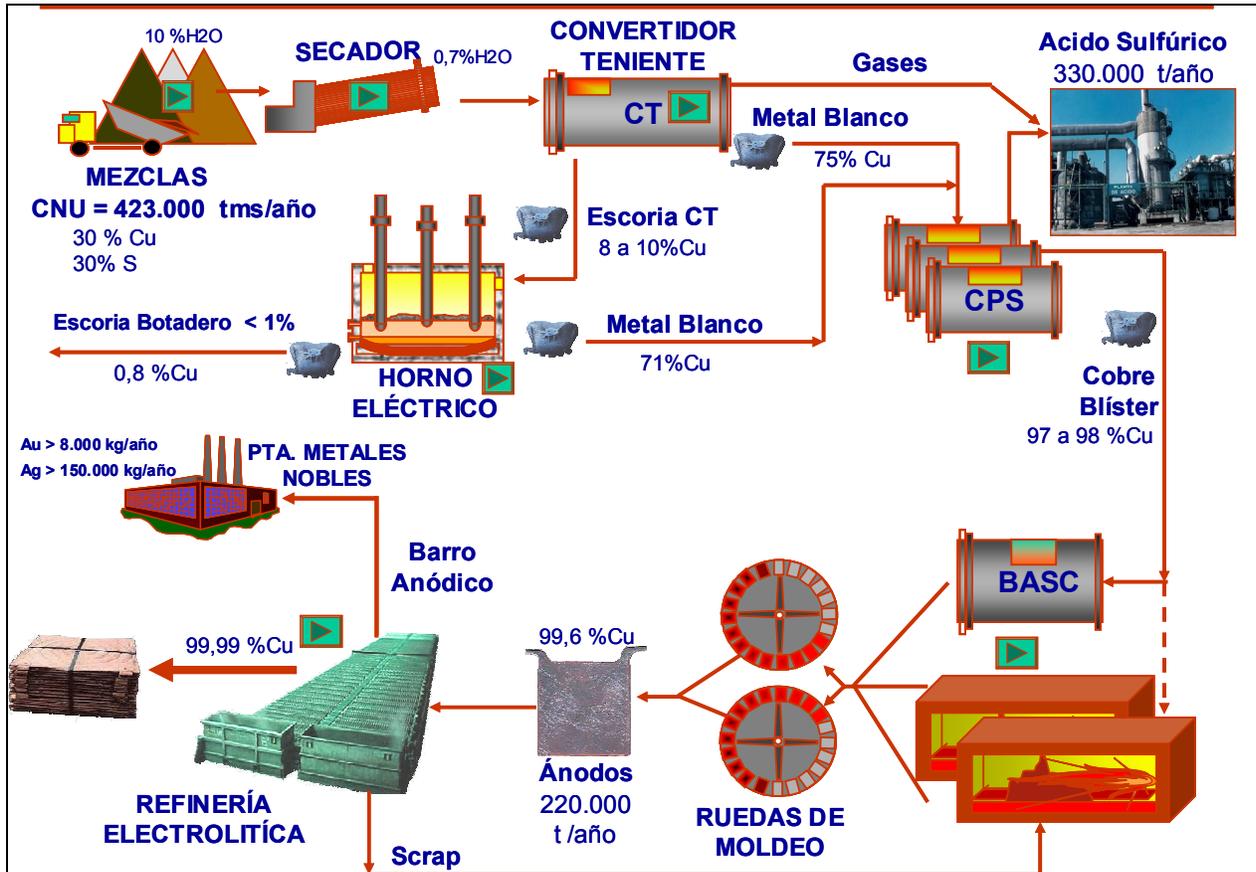
Tabla 7. Información Operacional Fuentes Codelco – Ventanas 2006

NOMBRE FUENTE	hr/día	días/año	Combustible	Consumo Combustible (Ton/Año)	Materia Prima	Total Procesado (Ton/año)
Caldera Vapor Kw-3	18,33	270,00	Gas Natural	2.258,85	-	-
			Petróleo Nº2	703,92	-	-
Caldera Vapor Kw-4	20,09	280,00	Gas Natural	1.482,48	-	-
			Petróleo Nº2	703,92	-	-
Caldera Vapor Kw-5	20,21	239,00	Gas Natural	2.347,82	-	-
			Petróleo Nº2	703,92	-	-
Convertidor Pierce-Smith CPS 1	24,00	261,00	Gas Natural	336,46	Metal Blanco De Ct Y He	74.179,56
Convertidor Pierce-Smith CPS 2	24,00	270,00	Gas Natural	354,88	Metal Blanco De Ct Y He	74.179,56
Convertidor Pierce-Smith CPS 3	24,00	246,00	Gas Natural	276,61	Metal Blanco De Ct Y He	74.179,56
Convertidor Teniente CT	24,00	342,00	Petróleo Nº2	2.910,88	Concentrado	445.077,00

NOMBRE FUENTE	hr/día	días/año	Combustible	Consumo Combustible (Ton/Año)	Materia Prima	Total Procesado (Ton/año)
					Seco	
Descarga de Concentrados de Cobre desde Camiones (8% Humedad)	6,00	365,00	Sin Combustible	-	Concentrado Seco	445.077,00
Generador de Emergencia #1	1,00	48,00	Petróleo Nº2	0,00	-	-
Generador de Emergencia #2	1,00	48,00	Petróleo Nº2	0,00	-	-
Horno Basculante	23,74	347,00	Gas Natural	3.004,54	Blíster Líquido	69.400,00
			Petróleo Nº2	658,48		
Horno Eléctrico (He) Limpieza de Escorias	24,00	354,00	Sin Combustible	-	Escoria CT	200.284,83
Horno Refino #1 - Raf 1-1	24,00	283,00	Gas Natural	4.753,21	Blíster Líquido	80.102,40
Horno Refino #1 - Raf 1-2			Petróleo Nº2	1.705,34		
Horno Refino #1 - Raf 1-3			Petróleo Nº6	182,35		
Horno Refino #2 - Raf 1-1	24,00	239,00	Gas Natural	4.919,52	Blíster Líquido	60.010,65
Horno Refino #2 - Raf 1-2			Petróleo Nº2	491,67		
Horno Retención (Reten)	24,00	345,00	Gas Natural	1.260,50	Blíster Líquido	43.125,00
			Petróleo Nº2	351,70		
Horno Rotatorio Planta de Secado	24,00	346,00	Gas Natural	3.018,77	Concentrado De Cobre	445.077,00
Horno Tostador de Selenio #1	19,20	365,00	Sin Combustible	-	Barro Anódico Descubrizado	147.949,00
Horno Tostador de Selenio #2	19,20	365,00	Sin Combustible	-	Barro Anódico Descubrizado	147.949,00
Horno Tostador de Selenio #3	19,20	365,00	Sin Combustible	-	Barro Anódico Descubrizado	147.949,00
Horno Tostador de Selenio #4	19,20	365,00	Sin Combustible	-	Barro Anódico Descubrizado	147.949,00
Horno Troff - Plamen 1-2	24,00	365,00	Gas Natural	247,00	Calcina	623.314,00
Lixiviación Barro Anódico Descubrizado #1	24,00	360,00	Sin Combustible	-	-	-
Lixiviación Barro Anódico Descubrizado #2	24,00	360,00	Sin Combustible	-	-	-
Tolva 500 Toneladas	24,00	346,00	Sin Combustible	-	Concentrado De Cobre 8% Humedad	445.077,00
Chancado de Circulante de Fundición (Primario)	6,00	353,00	Sin Combustible	-	-	-
Chancado de Mineral Grueso 10~25 de Ley (Primario Y Secundario)	6,00	353,00	Sin Combustible	-	-	-
Transporte por Correas de Concentrado de Cobre	6,00	353,00	Sin Combustible	-	-	-

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Figura 2. Diagrama de flujo de la fundición:



Fuente: Codelco División Ventanas.

Planta de Secado

La planta de secado corresponde a un secador rotatorio con filtro de mangas como equipo de control de material particulado.

Presenta problemas de vertidos en la zona de descarga.

Horno Basculante

Corresponde a un horno de retención, que opera sin equipo de control, sólo con la función de mantener caliente el cobre fundido.



Hornos Reverbero RAF

Estos hornos cumplen la función de refinar a fuego, mediante reducción el oxígeno restante en el cobre fundido.

El ciclo de operación de ambos hornos es de 27 horas, de las cuales sólo 2,5 horas las opera en etapa de reducción, es decir sólo el 9,25% del tiempo. El tiempo restante opera en los otros ciclos (carguío, fusión y moldeo), es decir 90,75% del tiempo (24,5 hrs).

Hornos de Tostación de Selenio – Planta de Metales Nobles.

Existen cuatro hornos de tostación presentes en la Planta de Metales Nobles, los cuales están conectados a dos lavadores de gases.

La captación de los gases se realiza mediante campanas sobre los hornos, que presentan emisiones fugitivas.

Horno Troff – Planta de Metales Nobles.

Corresponde a un horno de fusión rotatorio, que funciona con llama directa, tiene instalado un lavador de gases como equipo de control de emisiones con una eficiencia aproximada de un 79%, presenta también emisiones fugitivas en la boca de carga.

Planta de Ácido Sulfúrico

La planta de ácido sulfúrico funciona como equipo de control para las emisiones de SO₂ provenientes de la nave de convertidores (Convertidor Teniente y convertidores Pierce-Smith). Estos gases al ingresar a la planta son limpiados para eliminar las impurezas contenidas en el flujo, reduciendo aún más las concentraciones de material particulado en el flujo del gas, que ya habían sido tratados mediante equipos de control del tipo Precipitadores Electroestáticos, los que reducen considerablemente las concentraciones de material particulado en el flujo de gases.

Una parte de las emisiones de la nave de conversión son descargadas sin control, mediante la chimenea principal, además en condiciones de falla de la planta de ácido existe la alternativa de descargar toda la emisión en forma directa.



Debido a que el sistema que conduce los gases a la planta de ácido no es capaz de captar todas las emisiones y a que la nave no está encapsulada, una parte importante de emisiones son arrastradas por el viento y emitidas como emisiones fugitivas.

Horno Eléctrico

El horno eléctrico es utilizado para la recuperación de cobre metálico desde las escorias con son descartadas desde los convertidores. Esta unidad cuenta con un equipo de control del tipo precipitador electrostático.

Tolva 500

Este equipo corresponde a la zona de ingreso de los concentrados de cobre a la fundición, los que son descargados mediante camiones en 10 buzones, dependiendo de su procedencia, la zona de descarga esta expuesta al viento y representa una gran fuente de emisiones sin control (fugitivas).

El sistema de transporte desde los buzones a los silos de almacenamiento, tiene instalado como equipo de control de particulado un Filtro de Mangas.

Calderas Kewanee

Las calderas son utilizadas para calefaccionar el fluído utilizado en la nave de refinación electrolítica, no cuentan con equipos de control de emisiones.

Polvo Resuspendido por Tránsito en Caminos Pavimentados

Los flujos vehiculares en la planta, se deben al ingreso de los camiones con concentrados, suministros y materiales y a la salidas de camiones con el cobre refinado.

Durante el 2006 se contabilizaron un total de 45.094 camiones operando en la planta, con un peso promedio de 30 toneladas cargados, los que realizaron un recorrido de 91.750 kms.

En la planta funciona una máquina limpiadora de calles, con un circuito periódico, la que no es capaz de mantener las calles pavimentadas libres de polvo, debido al constante aporte y arrastre desde las distintas fuentes de la planta. La máquina correponde a tecnología tradicional, la que es incapaz de recoger el fino de la calzada.

Polvo Resuspendido Tránsito Caminos Sin Pavimentar

Los flujos vehiculares en caminos sin pavimentar corresponden principalmente a la actividad de la zona de manejo de productos intermedios (RAM), donde son almacenados a la interperie, harneados y molidos productos de diferente tamaño y orígenes dentro de la planta.

El número de viajes de camiones contabilizados para el 2006 fué de 1.095, con un promedio de peso cargados de 20,5 Ton, los que realizaron un recorrido de 43.800 km/año.

Zona de Manejo de Productos Intermedios (RAM)

En la zona de manejo de productos intermedios, operan un harnero sin control de emisiones y sin encapsulamiento, un buzón de descarga de productos, un molino, y el almacenamiento de productos en pilas de acopio, ésta última es una fuente de alta generación de polvo, el que es arrastrado por el viento hacia la pista principal de entrada de los camiones.

Ninguna de las fuentes en el área tiene control de emisiones.

Maquinaria Interna

Durante 2006 operaron 22 grúas horquilla, 4 tractores, 10 cargadores frontales y 5 maquinarias de otro tipo (camión pluma, grúa alta, etc.). Las horas totales de operación y potencia por maquinaria se muestran a continuación.

Tabla 8. Horas de Operación y Potencia (HP) Maquinaria Interna Codelco Ventanas 2006

FUENTE	DESCRIPCIÓN	POTENCIA (HP)	TOTAL DE HORAS 2006
TH-1	HYSTER H-80-C	90 HP	1296
TH-2	HYSTER H-80-C	91 HP	522
TAC-1	TRACTOR CLARK DT 60E	92 HP	3677
TAC-2	TRACTOR CLARK DT 60E	93 HP	3626
H-47	y H-52 Reemp. Contratista	85HP	1700

FUENTE	DESCRIPCIÓN	POTENCIA (HP)	TOTAL DE HORAS 2006
H-48	y H-49 Reemp. Contratista	85HP	1086
H-45	y H-52 Reemp. Contratista	85HP	2493
H-46	y H-52 Reemp. Contratista	85HP	4033
H-31	HYSTER H-80 XM 3 TON	90 HP	646
H-33	HYSTER H-80 XM 3 TON	91 HP	649
H-34	HYSTER H-80 XM 3 TON	92 HP	1303
H-41	HYSTER H-90 XM 4 TON	93,5 Hp	2221
H-42	HYSTER H-90 XM 4 TON	93,5 Hp	2445
H-43	HYSTER H-90 XM 4 TON	93,5 Hp	3072
H-51	HYSTER H-120 XM 5 TON	93,5 Hp	2105
H-61	HYSTER H-155 XLS 6 TON	93,5 Hp	3878
H-62	HYSTER H-155 XLS 6 TON	93,5 Hp	3403
H-63	HYSTER H-155 XLS 6 TON	93,5 Hp	3056
H-64	HYSTER H-155 XLS 6 TON	93,5 Hp	3293
H-65	HYSTER H-155 XLS 6 TON	93,5 Hp	2655
H-66	HYSTER H-155 XLS 6 TON	93,5 Hp	1906
H-67	HYSTER H-155 XLS 6 TON	93,5 Hp	1833
TF-1	TRACTOR FORD 5000	90 hp	3769
TF-2	TRACTOR FORD 5000	91 hp	2089
TF-3	TRACTOR FORD 6600	92 hp	981
TF-4	TRACTOR FORD 6600	93 hp	974
TC-1	CAT 977 ORUGA	190 HP	27
TC-3	CAT 936	115 HP	1705
TC-4	CAT 944-A	115 HP	0
TC-5	CAT 936	115 HP	2464
TC-6	CAT 950	130 HP	2021
TC-7	CAT 966	170 HP	497
TC-8	CAT 936	115 HP	2198
TC-9	CAT D-6-C	116 HP	34
TC-10	CAT 936	115 HP	7377
TC-11	CAT 936	115 HP	2005

FUENTE	DESCRIPCIÓN	POTENCIA (HP)	TOTAL DE HORAS 2006
GT-1	COLES	12 HP	0
GT-2	AUSTIN	13 HP	380
GL-1	LORAIN	14 HP	957
NN	CAMION PLUMA	15 HP	135
TM-1	MICHIGAN 65-R	16 HP	352
N / N	Grúa Atlas	17 HP	2550
GP-1	P&H Fuera de Servicio	18 HP	0

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Resumen Emisiones Codelco División Ventanas 2006

Finalmente las emisiones totales de Codelco – Ventanas para el año 2006, se pueden resumir a continuación de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 9. Resumen de las Emisiones Generadas por Codelco – Ventanas 2006 (Ton /año)

CLASIFICACION INVENTARIO	MP ₁₀	MP _{2,5}	CO	NO _x	COV	SO _x	NH ₃
Calderas industriales	3,80	0,46	13,03	19,70	0,86	10,56	0,30
Fundición primaria de cobre	313,21	103,74	18,41	28,39	1,22	27.469,20	0,55
Operación maquinaria interna	1,13	0,27	12,65	23,56	-	0,02	-
Transito en caminos pavimentados	27,39	3,83	-	-	-	-	-
Transito en caminos sin pavimentar	44,52	4,45	-	-	-	-	-
TOTAL GENERAL	390,04	112,75	44,09	71,66	2,07	27.479,78	0,85

Fuente: Inventario DICTUC 2007.



3.1.3 COMERCIAL CATAMUTÚN

Comercial Catamutún es una empresa dividida en dos áreas de trabajo: División Carbón y División Vapor.

La división carbón está dedicada a la importación y distribución de carbón térmico, transporte, manejo de canchas y servicios relacionados, asesorías en proyectos térmicos a carbón, operación de equipos, logística y manejo, control de emisiones.

En Ventanas tiene uno de los terminales de importación de carbón donde se puede descargar naves de 40 a 55 mil toneladas a ritmos de 8 a 15 mil toneladas por día. Su capacidad de almacenamiento es del orden de 150 mil toneladas en cada terminal (también cuenta con un terminal de importación en Penco).

Además de la importación de carbón, se dedica al cribado de carbón produciendo diferentes granulometrías para uso en calderas de parrillas, al transporte de carbón vía camiones y ferrocarril.

Las fuentes identificadas en Ventanas son las siguientes:

- Descarga Carbón Desde Camiones (10% Humedad)
- Harneado Carbón (Planta de Harneo)
- Chancado Carbón (Planta de Chancado)
- Carga Carbón en Camiones (Cargador Frontal)
- Carga Carbón en Tren (Cargador Frontal)
- Operación Maquinaria Interna
- Erosión Eólica Desde Pilas de Acopio de Carbón
- Tránsito Interno Camiones sin Pavimento.
- Descarga de Carbón a Pilas con Cargador Frontal

Carga y Descarga de Carbón

Las cantidades de carbón administrado durante 2006 son:

Tabla 10. Carga y Descarga de Carbón. Catamutún S.A.

FUENTE	Material Transferido (Ton/Año)
Descarga Carbón Camiones	143.595,64
Descarga Carbón Cargador Frontal	143.595,64
Carga Carbón Camiones (Cargador Frontal)	102.970
Carga Carbón Tren (Cargador Frontal)	12.026

Fuente: Comercial Catamutún S.A

Harneado y Chancado de Carbón

Las cantidades de carbón procesado durante el año 2006 se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11. Harneado y Chancado de Carbón, T/año 2006

FUENTE	Material Procesado
Chancado de Carbón	8.844,91
Harneado de Carbón	97.730,00

Fuente: Comercial Catamutún S.A

Operación de Maquinaria Interna

El detalle de las horas de operación y potencia de la maquinaria interna que operó durante 2006 se detalla a continuación, según la información de la empresa:

Tabla 12. Horas Operación Maquinaria Interna, Comercial Catamutún S.A, 2006

TIPO	MARC A	AÑO	Potencia HP	HRS OPERACIÓN (MES)											
				En e	Fe b	Ma r	Ab r	Ma y	Ju n	Jul	Ag o	Se p	Oc t	No v	Di c
Cargadores frontales	Komatsu	2005	187	236	243	275	200	208	264	207	206	222	175	255	117
Otros	Inter	2002	230	114	57	118	96	91	167	78	108	159	34	10	0

Fuente: Comercial Catamutún S.A

En este caso, el ítem "otros", corresponde a un camión tolva marca Inter.

Polvo Resuspendido Tránsito Caminos Pavimentados

El tránsito por vías pavimentadas se debe al transporte de carbón desde el muelle de Puerto Ventanas, desde donde se recibe la carga de carbón, hasta la entrada a la empresa, lugar donde el tipo de carpeta cambia de pavimentada a no pavimentada.

Las variables que intervienen en la ecuación son las siguientes:

Tabla 13. Variables para Cálculo de Emisiones por Tránsito en Caminos Pavimentados. Comercial Catamutún S.A. 2006

Nº de Camiones Anuales	Tara (ton)	Carga (ton)	Peso (ton)	sL (g/m ²)	Km/año	C (g/km)	P	N
7005	8,3	20,5	12,37	3,76	16811,2	0,1317	26	365

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Donde: sL es el contenido de silt, C es el factor de descuento, P los días de lluvia y N los días del año.

La carga de finos fué obtenida de los muestreos de calles pavimentadas efectuados durante la campaña en terreno desarrollada por el consultor.

Polvo Resuspendido Tránsito Caminos Sin Pavimentar

Estas emisiones corresponden a aquellas producidas por el tránsito dentro de la empresa, donde los caminos no están pavimentados.

Tabla 14. Variables para Cálculo de Tránsito por Caminos Sin Pavimentar. Comercial Catamutún S.A. 2006

Nº de Camiones Anuales	Tara (ton)	Carga (ton)	Peso (ton)	s (%)	Km/año	C (g/km)	a	b	P
7005	8,3	20,5	12,4	5,1	4202,8	0,00047	0,9	0,5	26

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Donde: s es el % de silt, C es el factor de descuento, P los días de lluvia, a y b son constantes de calculo.

El % de Silt (s) que se utilizó en el cálculo corresponde al promedio propuesto por la EPA para las carpetas de rodado de plantas de carbón, ya que el contenido de finos de 46% medido en campaña de terreno de muestreo de finos está muy por sobre lo recomendado por la EPA para ese tipo de carpetas (EPA recomienda un valor promedio de 5,1%, y un máximo de 5,3%).

Además, el % de finos correspondientes a las pilas de carbón de Gener (el carbón de Gener es el mismo de Catamutún), es de un 7%, conteniendo las calles internas de tránsito de Catamutún, en su mayor parte, carbón.

Erosión Eólica

Las variables ambientales, como velocidad promedio del viento y precipitaciones, fueron obtenidas de los datos meteorológicos de la Estación La Greda.

Resumen Emisiones Comercial Catamutún S.A.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de las emisiones de Comercial Catamutún S.A.

Tabla 15. Resumen Emisiones Comercial Catamutún S.A.

CLASIFICACION INVENTARIO	EMISIONES COMERCIAL CATAMUTUN S.A. (TON/AÑO)				
	MP ₁₀	MP _{2,5}	CO	NO _x	SO _x
EROSION EÓLICA	0,61	-	-	-	-
OPERACIÓN MAQUINARIA INTERNA	0,04	0,01	1,81	6,72	0,01
TRÁNSITO S/PAV	1,42	0,14	-	-	-
TRÁNSITO PAVIMENTADAS	0,94	0,13	-	-	-
ALMACENAMIENTO DE CARBÓN	9,41	0,00	-	-	-
TOTAL	12,42	0,29	1,81	6,72	0,01

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

3.1.4 ENAP TERMINAL QUINTERO

En el terminal Quintero de la Empresa Nacional de Petroleos (ENAP), se almacenan los petroleos crudos que son importados y transportados mediante embarcaciones marinas, en la bahia de quintero son descargados y transportados mediante oleoductos submarinos a los estanques que se encuentra instalados en el terminal, para posteriormente ser enviados a la refineria de Con Con. En el terminal se encuentra en operación una caldera de vapor llamada internamente como B-5210, utilizada para el calentamiento de los estanques de crudo, especialmente en la temporada invernal, que utiliza petroleo N° 6 como combustible. Esta fuente no cuenta con equipo de control de emisiones y registra un consumo de combustible de 592 kg/hr.

Para la estimación de sus emisiones se utilizan los factores de emision de EPA para Petroleo N° 6, y la empresa informa de un consumo de 37,2 m³/mes e estima un consumo de combustible de 435,9 T/año de combustible.

Tabla 16. Emisiones Anuales Caldera ENAP Quintero

CLASIFICACION INVENTARIO	MP ₁₀	CO	NO _x	COV	SO _x	NH ₃
Calderas industriales	0,39	0,27	2,95	0,01	10,31	0,05

Fuente: elaboración propia.

3.1.5 COPEC S.A.

La empresa COPEC tiene en operación en la zona de Ventanas una planta de lubricantes, dentro de la cual se realizan operaciones de calentamiento de fluidos, sin embargo la empresa no facilitó la información respecto a sus características y consumos de combustible, ni ha realizado la declaración de emisiones de acuerdo a lo establecido en el DS 138 del MINSAL.

Para las empresas COPEC y ENAP, se obtuvo información respecto de la operación de embarcaciones en la bahía, calculándose las emisiones provenientes de los motores de estas naves. La información fue proporcionada por la Capitanía de Puerto.

Debido a que no se tienen los datos para cada empresa sobre operaciones en puerto la información de emisiones se presenta de forma agregada.

En el caso de ENAP y Copec, no fue posible conseguir información desde las propias empresas, aún cuando estas habían comprometido la información. Sin embargo a través de la Capitanía de Puerto se pudo obtener el movimiento portuario de Junio a Noviembre de 2006. Esta información debió ser digitalizada y filtrada, ya que contenía la información de todas las embarcaciones ingresadas a la bahía durante ese período, por lo que para poder estimar las emisiones correspondientes a aquellos barcos que operaban en los sitios de atraque de Copec y ENAP, hubo que descontar los que pertenecían a Puerto Ventanas, Oxiquim y Gasmar que ya habían sido estimadas anteriormente con información de las empresas. Finalmente se obtuvo el total de embarcaciones que se atribuyeron a Copec y ENAP, con los respectivos tiempos de operación en fondeo, maniobra y bajo crucero. En total se calcularon 1.256 entradas de embarcaciones correspondientes a estas dos empresas a la bahía.

Las horas de operación Año 2006 de las embarcaciones en puerto corresponden a las siguientes:

Tabla 17. Horas de Operación por Modo (Junio-Noviembre), COPEC - ENAP

Modo de Operación	Horas totales de Operación (2006)
Bajo Crucero	5.024
Maniobra (Remolque)	2.512
Fondeo (Boyas)	937

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Estas horas corresponden a las estimadas para el período Junio – Noviembre 2006. Como no se cuenta aún con el resto del año, se supuso el doble del tiempo de operación para todo el año, siendo las horas totales con las que se calcularon las emisiones, las siguientes:

Tabla 18. Horas de Operación por Modo Año 2006, COPEC - ENAP

Modo de Operación	Horas totales de Operación (2006)
Bajo Crucero	10.048
Maniobra (Remolque)	5.024
Fondeo (Boyas)	1.875

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

3.1.6 EMPRESAS MELON S.A.

Esta empresa cuenta con un domo de almacenamiento de clínker en Puerto Ventanas.

El producto es recepcionado desde los barcos en el sitio N° 5 mediante una tolva que descarga el producto sobre una correa transportadora para luego enviarla hasta la tolva de recepción ubicada en la parte superior del domo.

Una vez en el domo la carga es transferida a una cinta transportadora y ésta envía a su vez el producto a una tolva de despacho común para la carga de tren y camiones con este material. Estas tres tolvas cuentan con equipo de control del tipo filtro de mangas. Una vez en la tolva de despacho común, el producto es cargado por tolvas diferentes según sea el medio de transporte, estas no cuentan con equipo de control.

Las fuentes identificadas corresponden a:

- Descarga Clínker de Cinta Puerto a Tolva Domo de Almacenamiento
- Descarga Clínker de Cinta a Tolvas de Despacho
- Descarga Clínker de Tolva a Camiones
- Descarga Clínker de Tolva a Tren

Las variables que intervienen en cada cálculo se muestran a continuación:

Tabla 19. Variables de Cálculo para Emisiones de Descarga de Clínker. Melón S.A. 2006

FUENTE	M (%)	d (m)	Volumen Transferido (m ³ /año)	Equipo Control	Eficiencia Control
Descarga Clínker de Cinta Puerto a Tolva Domo de Almacenamiento	0,1	1	128.879,7	Filtro Manga	95%
Descarga Clínker de Cinta a Tolvas de Despacho	0,1	1	128.879,7	Filtro Manga	95%
Descarga Clínker de Tolva a Camiones	0,1	2	64.439,8	Sin Equipo	0
Descarga Clínker de Tolva a Tren	0,1	2	64.439,8	Sin Equipo	0

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Donde M es la humedad del material y d la altura de descarga.

Resumen Emisiones Empresas Melón

Tabla 20. Resumen Emisiones Melón S.A. 2006

CLASIFICACION INVENTARIO	EMISIONES MELON S.A. (Ton/año)	
	MP ₁₀	MP _{2,5}
ALMACENAMIENTO CLINKER	0,96	0,05
TOTAL	0,96	0,05

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

3.1.7 GASMAR S.A.

El Terminal Quintero de Gasmar S.A. presta regularmente servicios a los volúmenes de butano y propano con que ENAP abastece por vía marítima las demandas de sus clientes de la zona central de Chile. Bajo esta modalidad, ofrece servicios de descarga y carga de buques, almacenamiento de producto y su despacho hacia el oleoducto de SONACOL. Las fuentes de emisión identificadas son las siguientes:

- Grupo Electrónico N° 1 (Playa)
- Grupo Electrónico N° 2 (Planta)
- Motor Proceso N° 1 (Diesel Agua de Mar)

- Motor Proceso N° 2 (Sistema Contra Incendio)
- Motor Proceso N° 3 (Clarcke)
- Transporte Propano - Butano
- Operación de Buques (Gasmar)
- Antorcha

Se identificaron 2 grupos electrógenos y 3 motores de proceso, para la estimación de emisiones desde estas fuentes se usó el factor EPA para grupos electrógenos. Todas las fuentes usan Petróleo N° 2 para su operación. Gasmar S.A. es una empresa dedicada al almacenamiento y distribución de Gas Licuado de Petróleo (GLP). Como muelle de descarga de sus productos (Propano y Butano) utiliza el muelle de Oxiquim S.A., con el cual tiene un contrato de arriendo.

Los datos de operaciones en el muelle de Oxiquim, correspondientes exclusivamente a productos de Gasmar S.A., fueron enviados por la propia empresa, donde se indicó el nombre del buque que arribó, el producto descargado, la cantidad y la tasa de descarga del producto. A partir de esos datos se obtuvo el tiempo de residencia de cada embarcación en puerto. La cantidad de productos transportados por las diferentes embarcaciones se muestran a continuación:

Tabla 21. Producto y Cantidad Descargada, Gasmar S.A. 2006.

IDENTIFICACION BUQUE	PRODUCTO DESCARGADO	m ³ DESCARGADOS	TASA DESCARGA (Ton/Hr)
AUSTRALGAS	PROPANO ²	440.848,83	400- 500
	BUTANO ³	124.925,72	400- 500
POLARGAS	PROPANO	57.108,31	400- 500
	BUTANO	8.964,10	400- 500
NORDANGER	PROPANO	106.091,69	400- 500
PACIFICGAS	BUTANO	18.717,81	400- 500
GAS BARAKA	PROPANO	73.670,57	400- 500
CHELSEA	PROPANO	102.418,02	400- 500
	TOTAL	932.745,07	

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

² Densidad Propano: 513,06 [kg/m³], a 15° C.

³ Densidad Butano: 584,96 [kg/m³], a 15° C.

Las horas de operación de las embarcaciones en puerto corresponden a las siguientes:

Tabla 22. Horas de Operación por Modo Año 2006, Gasmar S.A.

Modo de Operación	Horas totales de Operación (2006)
Bajo Crucero	108
Maniobra (Remolque)	54
Fondeo (Muelle)	1.087

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Grupos Electrónicos y Motores de Proceso

El detalle del consumo de combustible, horas y días de operación, factores de emisión y emisiones calculadas por fuente, se detallan a continuación.

Tabla 23. Consumo Combustibles Gasmar S.A.

Fuentes	Combustible	Consumo 2006 (Ton/Año)	Operación 2006	
			Horas / día	Días / año
Grupo Electrónico N° 1 (Playa)	Petróleo Diesel	16,48	1,00	27,00
Grupo Electrónico N° 2 (Planta)	Petróleo Diesel	42,84	3,00	139,00
Motor Proceso N° 1 (Diesel Agua de Mar)	Petróleo Diesel	15,82	17,50	19,00
Motor Proceso N° 2 (Sistema Contra Incendio)	Petróleo Diesel	0,63	1,00	12,00
Motor Proceso N° 3 (Clarcke)	Petróleo Diesel	0,47	1,00	5,00

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Tabla 24. Emisiones Gasmar S.A. 2006.

FUENTES	EMISIONES (TON/AÑO)						
	MP ₁₀	MP _{2,5}	CO	NO _x	COV	SO _x	NH ₃
Grupo Electrónico N° 1 (Playa)	0,046	0,011	0,285	1,320	0,105	0,087	0,002
Grupo Electrónico N° 2 (Planta)	0,121	0,029	0,741	3,431	0,273	0,227	0,004
Motor Proceso N° 1 (Diesel Agua de Mar)	0,045	0,011	0,274	1,267	0,101	0,083	0,002
Motor Proceso N° 2 (Sistema Contra Incendio)	0,001	0,000	0,011	0,050	0,004	0,003	0,000
Motor Proceso N° 3 (Clarcke)	0,001	0,000	0,008	0,038	0,003	0,003	0,000

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Transporte Propano – Butano

Corresponde a las emisiones de polvo resuspendido por el tránsito de camiones cisterna para el transporte de gas propano y butano por vías pavimentadas. Las variables que intervienen en las emisiones se muestran a continuación:

Las variables que intervienen en la ecuación son las siguientes:

Tabla 25. Variables para Cálculo de Emisiones por Transporte en Vías Pavimentadas. Gasmar S.A. 2006

N° de camiones anuales	Tara (ton)	Carga (ton)	W (ton)	sL (g/m ²)	Km/año	C (g/km)	P	N
3.556	23,5	21,5	22,8	0,18	2.574	0,1317	26	365

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Donde: sL es el contenido de silt, C es el factor de descuento, P los días de lluvia y N los días del año.

Operación de Buques (Gasmar)

La información necesaria para estimar las emisiones de la operación de buques fue proporcionada oportunamente por la empresa.

Antorcha

Para el cálculo de emisiones provenientes de la quema de gas propano quemado en la antorcha de Gasmar S.A. se usaron los factores de emisión propuestos por la EPA en su Sección 13.5 "Industrial Flares".

Considerando que durante el año 2006, quemaron 50,4 Ton de propano, eso equivale a 99.040 lts.:

Para el cálculo de las Btu generadas se considera que 1 [kcal] equivale a 3,9680 [Btu].

Como el poder calorífico es 6.030 [kcal/l], esto indica que se generaron 59,72 x 10⁷ [kcal], por lo tanto se generaron 2.369,75 MMBtu:

Resumen Emisiones GASMAR S.A.

A continuación se presenta la tabla resumen de las emisiones de GASMAR:

Tabla 26. Resumen Emisiones GASMAR S.A. 2006

FUENTES	EMISIONES (TON/AÑO)						
	MP ₁₀	MP _{2,5}	CO	NO _x	COV	SO _x	NH ₃
Grupo Electrónico N° 1 (Playa)	0,046	0,011	0,285	1,320	0,105	0,087	0,002
Grupo Electrónico N° 2 (Planta)	0,121	0,029	0,741	3,431	0,273	0,227	0,004
Motor Proceso N° 1 (Diesel Agua De Mar)	0,045	0,011	0,274	1,267	0,101	0,083	0,002
Motor Proceso N° 2 (Sistema Contra Incendio)	0,001	0,000	0,011	0,050	0,004	0,003	0,000
Motor Proceso N° 3 (Clarcke)	0,001	0,000	0,008	0,038	0,003	0,003	0,000

FUENTES	EMISIONES (TON/AÑO)						
	MP ₁₀	MP _{2,5}	CO	NO _x	COV	SO _x	NH ₃
Polvo Resuspendido (Transporte Propano Butano)	0,05	0,01	-	-	-	-	-
Emisión desde Embarcaciones	0,61	0,34	4,87	27,44	-	41,31	-
Antorcha	-	-	1,92	0,35	0,72	-	-
TOTAL	0,87	0,40	8,11	33,90	1,21	41,71	0,01

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

3.1.8 OXIQUIM S.A.

Oxiquim S.A. cuenta con dos establecimientos en la zona de Ventanas, un terminal marítimo que descarga graneles líquidos (metanol, estireno, acetato de etilo, etc) a través de ductos de descarga instalados en su muelle y un establecimiento de molienda de sustancias granulares ubicado en el sector norte de la bahía de Quintero, inmediatamente al sur del Puerto de Ventanas, hacia al suroriente del Terminal Marítimo de OXIQUIM S.A., en el costado oriente de la carretera F-30-E Concón Ventanas.

Terminal Marítimo

Los productos descargados son almacenados en estanques especialmente diseñados para contener estos productos, el movimiento de productos durante 2006 se detalla a continuación:

Tabla 27. Almacenamiento Productos Orgánicos 2006

PRODUCTO	ESTANQUE	CANTIDAD (ton)	TOTAL (ton)
SODA CAUSTICA	101	3.810	30.102

PRODUCTO	ESTANQUE	CANTIDAD (ton)	TOTAL (ton)
	103	2.872	
	104	8.964	
	109	14.456	
SULFHIDRATO DE SODIO	101	5.100	13.918
	105	4.212	
	106	4.606	
METANOL	102	7.217	25.725
	108	18.242	
	203	157	
	206	109	
ESTIRENO	112	4.114	9.361
	201	1.123	
	202	4.124	
SHELL SOL	201	2.147	2.147
ACETATO DE ETILO	204	568	1.231
	205	240	
	209	423	
FENOL	301	560	11.824
	302	425	
	304	990	
	305	1.183	
	306	4.802	
	307	3.864	
DIESEL	501	155.000	170.000
	111	15.000	
ACIDO SULFURICO	401		333.577
	402		
GASOLINA 97	107	15.000	
GASOLINA 93	502	29.000	

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Las fuentes de emisión identificadas en Oxiquim son las siguientes:

- Caldera 1
- Caldera 2
- Grupo Electrónico
- Tránsito camiones (Polvo Resuspendido)
- Llenado de estanques camiones cisterna (Emisiones de COV's)
- Estanques de almacenamiento (Emisiones de COV's)
- Operación de Buques

Para calcular las emisiones por operaciones de llenado y vaciado de tanques de almacenamiento de líquidos orgánicos, se usó la metodología incluida en el documento AP42 de la EPA, en su sección 7.1 Organic Liquid Storage Tanks.

Para el cálculo de emisiones se usó el software de estimación de emisiones Tanks 4.09D4. Éste es un programa que estima las emisiones de compuestos orgánicos volátiles y contaminantes peligrosos del aire (HAP) desde tanques de almacenamiento de techo fijo y flotante. Este programa fue desarrollado para simplificar el procedimiento en las estimaciones de las emisiones de estos contaminantes, basados en la metodología incluida en el capítulo 7 del documento AP-42 de la EPA.

Las demás fuentes de emisión corresponden a calderas del tipo industrial, grupo electrógeno, operación de embarcaciones y emisiones de polvo resuspendido por el tránsito de camiones cisterna. También fueron estimadas las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV's) durante el llenado de camiones cisterna con los productos almacenados.

Calderas

Para el cálculo de las emisiones se usó factores correspondientes a calderas industriales, obtenidas del capítulo 1 del AP-42 de la EPA.

⁴ <http://www.epa.gov/ttn/chief/software/tanks/>

Tabla 28. Ciclo Operación Calderas Oxiquim S.A. – Terminal Marítimo 2006

Fuente	Combustible	Consumo 2006 (Ton/Año)	Horas operación 2006	Días de operación 2006
Caldera 1	Gas Licuado	1.223,42	N/I*	N/I
Caldera 2	Gas Natural	2,04	N/I	N/I

* No informado, Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Los factores de emisión se muestran a continuación:

Tabla 29. Factores de Emisión Calderas. Oxiquim S.A. 2006

Fuente	Combustible	FACTORES DE EMISION (kg/kg)					
		PTS	CO	NOx	COV	SOx	NH ₃
Caldera 1	Gas Licuado	$1,3 \times 10^{-4}$	8×10^{-4}	$4,4 \times 10^{-3}$	1×10^{-4}	$1,3 \times 10^{-5}$	$6,6 \times 10^{-5}$
Caldera 2	Gas Natural	$1,7 \times 10^{-4}$	$1,9 \times 10^{-3}$	$2,3 \times 10^{-3}$	1×10^{-4}	$2,8 \times 10^{-4}$	$3,9 \times 10^{-8}$

Se considera PTS = MP₁₀, Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Grupo Electrónico

Consumos y operación 2006:

Tabla 30. Ciclo Operación Grupo Electrónico

Fuentes	Combustible	Consumo 2006 (Ton/Año)	Operación 2006	
			Horas/día	Días/año
Grupo Electrónico	Petróleo Diesel	0,27	1	12

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Tránsito camiones (Sin pavimentar)

Estas emisiones corresponden a polvo resuspendido por tránsito de camiones cisterna en la calle de servicio de Oxiquim – Terminal Portuario, sin pavimentar. Las variables que intervienen en la ecuación son:

Tabla 31. Variables para Cálculo de Emisiones Transito Vías Sin Pavimentar Oxiquim Terminal Marítimo 2006

Nº de Camiones Anuales	Tara (ton)	Carga (ton)	W (ton)	s (%)	Km/año	C (g/km)	a	b	P
29.836	8,3	28	14,9	17	29.836	0,00047	0,9	0,5	26

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Donde: s es el % de silt, C es el factor de descuento, P los días de lluvia, a y b constantes de calculo.

El % de Silt que se utilizó en el cálculo corresponde al máximo valor propuesto por la EPA para fundiciones de cobre, ya que el contenido de finos de 46% medido en campaña de terreno de muestreo de finos está sobrevalorado, estimando una emisión de aproximadamente de 100 tons/año de MP₁₀.

Llenado de Estanques Camiones Cisterna (Emisiones de COV's)

Las emisiones evaporativas de COV durante el transporte de combustible, se originan en el desplazamiento o generación de vapores durante la carga y descarga del combustible y dependen del modo de operación y de la tecnología de control empleada.

Las emisiones son mayores en el caso que los camiones no cuenten con sistema de traspaso de vapores. Dicha metodología proviene del AP-42 de la EPA de los Estados Unidos.

Tabla 32. Variables para Cálculo de Emisiones Llenado de Estanques Camiones. Oxiquim Terminal Marítimo 2006

Contenido	Camiones Por Año	Capacidad Estanque (Ton)	Densidad (Kg/m ³)	Densidad (Lb/Gal)	S	P	M	T (°R)	EFF
Metanol	980	28	799,06	6,63	0,6	1,412	32,04	519	0
Fenol	355	28	1080,24		0,6	0,0035	94,11	519	0
Acetato	35	28	905,32	7,55	0,6	1,102	88,1	519	0
Estireno	326	28	909,33		0,6	0,063	104,15	519	0

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

No se considera equipo de control para traspaso de vapores, por lo tanto la eficiencia de este equipo es cero (0).

En la siguiente tabla se muestra el movimiento anual (2006) de productos cargados a camiones en unidades métricas e inglesas, además del factor de emisiones calculado según la fórmula antes señalada y las emisiones finales de compuestos orgánicos volátiles.

Tabla 33. Emisiones COV por Llenado de Estanques Camiones. Terminal Marítimo Oxiquim 2006.

Contenido	Cantidad Cargada (Ton)	Cantidad Cargada (Lb)	Volumen Cargado (m ³)	Volumen Cargado (Gal)	Factor (Lb/1000 Gal Líq Cargado)
Metanol	27446,0	60508000,52	34347,86397	9073675,224	0,651672117
Fenol	9947,0	21929355,14	9208,119316	2432508,88	0,004744667
Acetato	967,0	2131867,54	1068,128268	282167,4446	1,398490234
Estireno	9141,0	20152431,42	10052,502	2655569,453	0,094365198

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Estanques de almacenamiento (Emisiones de COV's)

Las emisiones de COV desde el almacenamiento de líquidos orgánicos se deben a pérdidas evaporativas como resultado de cambios en los niveles del contenido del líquido. Las fuentes varían con el diseño del tanque. Así las emisiones desde tanques de techo fijo son el resultado de pérdidas evaporativas durante el almacenamiento y pérdidas evaporativas durante operaciones de llenado y vaciado (pérdidas por trabajo).

Las emisiones desde tanques de almacenamiento de techo flotante interno y externo se producen durante la permanencia del líquido dentro del tanque, estas pérdidas son a través de válvulas de alivio y otras, existentes en los tanques.

Un mayor detalle del mecanismo de pérdidas evaporativas de compuestos orgánicos volátiles puede obtenerse del capítulo 7 del compendio de factores de emisión de la EPA, AP-42, disponible en su página web: <http://www.epa.gov>.

Para el cálculo de emisiones desde estanques de almacenamiento se utilizó el modelo "Tanks", desarrollado por la EPA en conjunto con la API (American Petroleum Institute).

Para el cálculo de las pérdidas evaporativas el programa considera variables climáticas de la zona donde están los tanques de almacenamiento, como temperatura, factor de insolación y velocidad promedio del viento mensuales, por lo que las estimaciones fueron calculadas con los datos meteorológicos obtenidos de la Estación Principal, quedando cargados en el sistema.

Operación de Buques

La información necesaria para estimar las emisiones de la Operación de buques fue proporcionada oportunamente por la empresa.

En el caso de Oxiquim S.A., se cuenta con la información de las fechas de entrada y nombre de las embarcaciones, no se indica el tipo de producto descargado ni la cantidad.

Con la información del número de entradas y tiempos promedio de descarga de productos se calculó el tiempo total de operación de cada embarcación. Usando los nombres de cada una de ellas se obtuvo el DWT para el cálculo de la potencia (HP).

Las horas de operación de las embarcaciones en puerto corresponden a las siguientes:

Tabla 34. Horas de Operación por Modo año 2006, OXIQUIM S.A.

Modo de Operación	Horas Totales de Operación (2006)
Bajo Crucero	352
Maniobra (Remolque)	176
Fondeo (Muelle)	4224

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

En total hubo 88 entradas de embarcaciones al muelle durante 2006.

Planta de Molienda de Sustancias Granulares

La planta tiene como objetivo la conversión de resinas sólidas -las que previamente han sido solidificadas- en resinas en polvo fino, y las mezcla con un catalizador para obtener

un producto que se emplea principalmente en la industria de balatas de frenos, fundición, caucho y refractarios. Además almacena una serie de líquidos orgánicos como estireno, butanol, xileno, propilenglicol, entre otros.

Las fuentes identificadas en visita a terreno a la planta son las siguientes:

- Estanques de Almacenamiento de Químicos
- Chancado (Planta de Molienda)
- Molino (Planta de Molienda)
- Movimiento de Camiones (Planta de Molienda)
- Caldera N° 1
- Caldera N° 2
- Bomba de Agua
- Grupo Electrónico
- Operación Maquinaria Interna

La empresa no entregó antecedentes respecto de las operaciones desarrolladas durante 2006 en la planta, así como de consumos de combustibles ni volúmenes procesados por las operaciones de chancado y molienda.

Se estimó la emisión del Movimiento de Camiones gracias a la información obtenida de la DIA "Planta Molienda y Mezcla Sustancias Granulares".

Calderas N° 1 y N° 2

Para el cálculo de las emisiones se usó factores correspondientes a calderas industriales, obtenidas del capítulo 1 del AP-42 de la EPA.

Tabla 35. Consumos de Combustible. Oxiquim Planta Molienda 2006

FUENTE	Combustible	Consumo 2006 (Ton/Año)
Caldera 1	Gas Licuado	1,84
	Gas Natural	2.640
Caldera 2	Gas Licuado	2.880

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

RESUMEN EMISIONES OXIQUIM

A continuación se presenta el resumen de las emisiones de OXIQUIM:

Tabla 36. Resumen de Emisiones de OXIQUIM

Establecimiento	Clasificación Inventario	EMISIONES (TON/AÑO)						
		MP ₁₀	MP _{2,5}	CO	NO _x	SO _x	COV	NH ₃
Planta De Molienda De Sustancias Granulares	Calderas Industriales	0,42	0,10	7,18	18,68	0,77	0,55	0,19
	Grupos Electrógénos	-	-	-	-	-	-	-
	Industria Química	-	-	-	-	-	-	-
	Operación Maquinaria Interna	-	-	-	-	-	-	-
	Tránsito Pavimentados	-	-	-	-	-	-	-
Terminal 007amarítimo	Calderas Industriales	0,16	0,16	0,93	5,40	0,02	0,09	0,08
	Grupos Electrógénos	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
	Industria Química	-	-	-	-	-	142,74	-
	Operación Buques	1,27	0,71	15,95	73,39	132,38	-	-
	Tránsito Sin Pavimentar	32,94	3,29	-	-	-	-	-
TOTAL		34,79	4,27	24,06	97,49	133,17	143,38	0,27

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

3.1.9 PUERTO VENTANAS S.A.

Puerto Ventanas S.A. presta servicios de estiba y desestiba, almacenaje, transporte terrestre, atención de naves, servicio de remolcadores y servicio de bunkering (combustible para barcos).

El muelle de Puerto Ventanas actualmente cuenta con 5 sitios de atraque según el calado de cada embarcación. Un diagrama de las instalaciones se muestra en la siguiente figura:

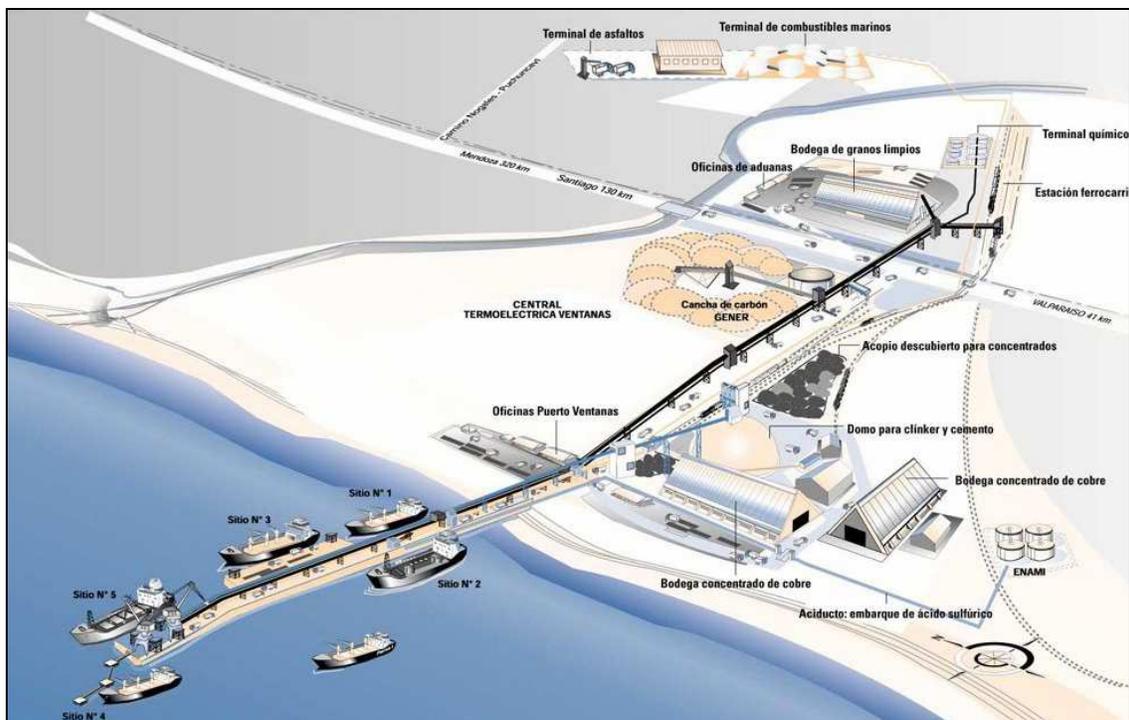


Figura 3. Ubicación Instalación Puerto Ventanas S.A.

Fuente: <http://www.puertoventanas.cl>

Puerto Ventanas cuenta con una bodega de graneles limpios, un silo de almacenamiento de Clínter, operado por Empresas Melón S.A., una bodega de almacenamiento de concentrados de cobre, zonas de acopio de descubierto para concentrados, un terminal de combustibles, un terminal de asfalto y un terminal químico, además de las oficinas administrativas.

La cancha de acopio de carbón es de propiedad de Aes Gener S.A. pero es administrada por Puerto Ventanas quien transporta el carbón vía correa hermética hasta la cancha de almacenamiento.

El movimiento de carga durante 2006 se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 37. Toneladas Movidas PVSA - 2006

Carga	Descarga	Embarque	Total General
Acido Sulfúrico		324.950	324.950
Agriproducts	158.094		158.094
Asfalto	58.000		58.000
Carbón	970.934		970.934
Carga Fría	9.000		9.000
Clínker	203.630		203.630
Combustibles	329.000		329.000
Concentrado Cu	52.700	810.580	863.280
Concentrado Zn		5.000	5.000
Escoria	21.250		21.250
Gluten	3.098		3.098
Maíz	154.722		154.722
Ortoxileno	1.500		1.500
Pig Iron	37.566		37.566
Químicos	6.122		6.122
Trigo	99.662		99.662
Trigo - Gluten	19.725		19.725
Trigo - Maíz	129.969		129.969
Total General	2.254.972	1.140.530	3.395.502

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Las fuentes de emisión identificadas en las distintas instalaciones de Puerto Ventanas corresponden a:

Tabla 38. Fuentes de Emisión por Instalación Puerto Ventanas S.A.

FUENTE	INSTALACION
Embarque de Concentrado Cu (Sitio 2)	Puerto
Embarque de Concentrado Cu (Sitio 3)	Puerto
Embarque de Concentrado Cu (Sitio 5)	Puerto
Embarque de Concentrado Zn (Sitio 2)	Puerto
Descarga de Concentrado Cu (Sitio 2)	Puerto
Descarga Granos Desde Barcos En Correa (Sitio 3)	Puerto
Descarga Granos Desde Barcos En Correa (Sitio 5)	Puerto
Descarga de Grano En Camiones (Sitio 5)	Puerto
Descarga de Clínger (Sitio 5)	Puerto
Descarga de Carbón En Correa (Sitio 5)	Puerto
Descarga Carbón En Camión Catamutun (Sitio 5)	Puerto
Grupo Electrónico	Puerto
Calentador de Aceites 1-1 (Gas Natural)	Terminal de Combustibles
Calentador de Aceites 1-2 (Petróleo Nº 2)	Terminal de Combustibles
Descarga Granos a Tren (Tolva 1)	Bodega de Graneles Limpios
Descarga Granos a Camiones (Tolva 2)	Bodega de Graneles Limpios
Transito Camiones con Granos	Bodega de Graneles Limpios
Barredora	Bodega de Graneles Limpios
Erosión de Sitio Eriazo	Bodega de Graneles Limpios
Emisiones por operaciones en Bodegas de Almacenamiento de Granos	Bodega de Graneles Limpios
Emisiones por operaciones de Maquinaria Interna	Bodega de Graneles Limpios
Operación de Buques (Puerto Ventanas - Sitio 2, 3 y 5)	Puerto

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Embarque y Descarga de Concentrados, Clínter y Carbón

Para calcular las emisiones de material particulado proveniente de las operaciones de descarga y embarque de carbón, clínter y carbón, se usó la metodología propuesta por la EPA, en la Sección 11.9, Tabla 11.9-2 (Metric Units) "Emission Factor Equations For Uncontrolled Open Dust Sources At Western Surface Coal Mines". Las variables que incidieron en el cálculo para cada fuente son las siguientes:

Tabla 39. Variables para Cálculo de Emisiones de Embarque y Descarga Puerto Ventanas S.A, 2006

FUENTE	k MP ₁₀	k MP _{2,5}	M (%)	d (m)	Volumen Transferido (m ³ /año)	Equipo de Control	Eficiencia de Control
Embarque de Concentrado (Sitio 2)	0,75	0,017	8	8	336.422,54	Sin equipo	0
Embarque de Concentrado (Sitio 3)	0,75	0,017	8	8	5.164,32	Sin equipo	0
Embarque de Concentrado (Sitio 5)	0,75	0,017	8	8	41.314,55	Sin equipo	0
Embarque de Concentrado Zn (Sitio 2)	0,75	0,017	8	8	2.347,42	Sin equipo	0
Descarga de Concentrado Cu (Sitio 2)	0,75	0,017	8	8	14.507,04	Sin equipo	0
Descarga de Clínter (Sitio 5)	0,75	0,017	0,001	2	128.879,75	Filtro manga	95%
Descarga de Carbón En Camiones Catamutun (Sitio 5)	0,75	0,017	10	2	13.333,33	Sin equipo	0
Descarga de Carbón En Correa (Sitio 5)	0,75	0,017	10	2	1.281.245,33	Filtro manga	95%

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Donde: k constante de tamaño, M es la humedad y d la altura de descarga.

Operación con Granos

Las operaciones existentes en Puerto Ventanas donde se manejan graneles limpios (maíz, trigo principalmente), son las referidas a descarga de esta carga desde embarcaciones, sitio 3 y 5, ya sea a una correa transportadora (que cuenta con equipo de control del tipo filtro de mangas) o bien directamente a camiones.

Las operaciones de carga y descarga de granos en las bodegas de almacenamiento y la carga de este producto a camiones y tren desde las tolvas de la planta de almacenamiento de granos.

Los cálculos de las emisiones debidas a estas operaciones fueron desarrollados en base a los factores de emisión desarrollados por la EPA en su documento AP42 de 1995, específicamente en su Capítulo 9, Sección 9.9.1 "Grain Elevators and Processes", Tabla 9.9.1-1.

Las distintas variables para cada fuente, utilizadas en los cálculos se muestran a continuación.

Tabla 40. Variables Para Cálculo en Procesos con Granos, Puerto Ventanas S.A.

FUENTE	Total Material Transferido (Ton/Año)	Equipo Control	Eficiencia Control
Descarga granos desde Barcos en Correa (Sitio 3)	74.662	Sin Equipo	0
Descarga granos desde Barcos en Correa (Sitio 5)	490.608	Filtro Manga	95 %.
Descarga de grano en Camiones (Sitio 5)	Sin Información	Sin Equipo	0
Descarga granos a Tren (Tolva 1)	226.108	Sin Equipo	0
Descarga granos a Camiones (Tolva 2)	339.162	Sin Equipo	0

Fuente: Inventario DICTUC 2007.



En el caso de existir un equipo de control de emisiones, como el caso del filtro de mangas instalado en la tolva de recepción de la correa transportadora para granos, se aplicó un porcentaje de eficiencia en el control de emisiones de un 95%.

Durante 2006 se manejó un total de 510.089,96 Toneladas de granos almacenados.

Fuentes Fijas

Dentro de las fuentes fijas encontradas en Puerto Ventanas, está un grupo electrógeno y un calentador de asfalto. El primero opera con petróleo diesel como combustible, mientras que el segundo tiene adaptado un quemador dual de gas natural y petróleo diesel. Durante 2006 no se verificó la operación del grupo electrógeno.

Para el caso del calentador de asfalto, se registró una operación de 5 horas diarias, con un total de 260 días trabajados, lo que hace un total de 1300 horas con gas natural. El consumo de gas natural fue de 1.473.623 m³.

Operación con Maquinaria Interna

Puerto Ventanas informó sobre la operación de una sola maquinaria interna (cargador frontal).

Tabla 41. Características Maquinaria Interna. Puerto Ventanas S.A.

TIPO	MARCA	MODELO	AÑO	Potencia HP	COMBUSTIBLE
Cargador Frontal	Caterpillar	950	2002	170	Petróleo

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

El número de horas operadas corresponden a 4.506.

Tránsito de Camiones con Granos

El tránsito por vías pavimentadas se debe al transporte de granos desde el muelle de Puerto Ventanas, hasta la planta de almacenamiento de granos ubicada al costado Este de la carretera F-30, frente a Aes Gener.

Tabla 42. Variables para Cálculo Emisiones Tránsito Vías Pavimentadas

Nº de Camiones Anuales	Tara (ton)	Carga (ton)	Peso (ton)	Silt (g/m ²)	Km/año	Lluvia días
11.430	8,30	28,50	15,03	2,44	8.427,36	26

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Erosión Eólica Sitio Eriazo

En las campañas en terreno se identificó un sitio eriazo ubicado dentro de la Planta de Graneles Limpios de propiedad de Puerto Ventanas S.A. en Figura 3 con contorno rojo).

Este sitio es utilizado en ocasiones para pruebas de maquinaria interna de la planta, como cargadores frontales.



Figura 4. Sitio Eriazo Puerto Ventanas S.A.

Operación Embarcaciones

La información necesaria para estimar las emisiones de la operación de buques fue proporcionada oportunamente por la empresa.

Según los antecedentes del movimiento portuario entregado por la empresa, durante 2006, Puerto Ventanas S.A. movió un total de 3.395.502 Tons de carga con un total de 154 naves atendidas.

El detalle de las toneladas movidas según faena, se entrega a continuación:

Tabla 43. Toneladas Movidas PVSA - 2006.

Carga	Descarga	Embarque	Total General
Acido Sulfúrico	-	324.950	324.950
Agriproducts	158.094	-	158.094
Asfalto	58.000	-	58.000
Carbón	970.934	-	970.934
Carga Fría	9.000	-	9.000
Clínker	203.630	-	203.630
Combustibles	329.000	-	329.000
Concentrado Cu	52.700	810.580	863.280
Concentrado Zn	-	5.000	5.000
Escoria	21.250	-	21.250
Gluten	3.098	-	3.098
Maíz	154.722	-	154.722
Ortoxileno	1.500	-	1.500
Pig Iron	37.566	-	37.566
Químicos	6.122	-	6.122
Trigo	99.662	-	99.662
Trigo - Gluten	19.725	-	19.725
Trigo - Maíz	129.969	-	129.969
Total General	2.254.972	1.140.530	3.395.502

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

De un total de 14 tipos de carga, sólo a 5 de ellas les corresponde más del 80% de la carga movida durante 2006, siendo el carbón (28,59%) y el concentrado de cobre (25,42%) los responsables de más del 50% de la carga total movida en ese puerto.

El número de embarcaciones involucradas en las operaciones de embarque y descarga de productos se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 44. Número de Embarcaciones por Carga Moviada

Carga	Descarga	Embarque	Total General
Acido Sulfúrico	-	23	23
Agriproducts	5	-	5
Asfalto	2	-	2
Carbón	22	-	22
Carga Fría	1	-	1
Clinker	5	-	5
Combustibles	14	-	14
Concentrado Cu	2	53	55
Concentrado Zn	-	2	2
Escoria	1	-	1
Gluten	1	-	1
Maíz	5	-	5
Ortoxileno	1	-	1
Pig Iron	3	-	3
Químicos	3	-	3
Trigo	5	-	5
Trigo - Gluten	1	-	1
Trigo - Maíz	5	-	5
Total General	76	78	154

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

La distribución del número de embarcaciones varía respecto de la carga transportada, siendo las cargas de ácido sulfúrico, carbón, combustibles, concentrado de cobre y graneles limpios, las que movilizaron a gran parte de las embarcaciones recibidas durante 2006.

Barredora

Puerto Ventanas S.A. cuenta con una maquina barredora y aspiradora de polvo de calles internas a la empresa, la que diariamente debe recorrer 10 km limpiando las calles de servicio y patios de operación.

Ésta máquina opera en seco, removiendo el polvo de las calles y aspirándolo. Sin embargo, se pudo apreciar un gran levantamiento de polvo en la Planta de Almacenamiento de Granos, este polvillo es principalmente polvo fino que la máquina no es capaz de atrapar y lo levanta como polvo resuspendido. Debido a que actualmente no se cuenta con antecedentes para poder estimar las emisiones de las operaciones de esta máquina no se calculó la emisión de la misma.

Ya que el tipo de polvo existente en la planta es en gran parte fino (según la campaña de muestreo de finos en la zona, el área de entrada a la planta contiene un 42% de finos, material particulado bajo los 75 μm de diámetro), en lugar de grueso y la cercanía de esta planta a la zona de La Greda, se recomienda evaluar la eficiencia de remoción de polvo y las medidas tendientes a prevenir la resuspensión material particulado fino en la zona, como la humectación del sitio antes de la entrada de barredora o usar un sistema de limpieza con aspirado.

Resumen Emisiones Puerto Ventanas

A continuación se presenta el resumen de las emisiones del Puerto Ventanas:

Tabla 45. Resumen Emisiones Puerto Ventanas S.A. 2006

CLASIFICACION INVENTARIO	MP ₁₀	MP _{2,5}	CO	NO _x	SO _x
Calderas Industriales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Operación Buques	2,86	1,60	31,03	131,99	257,08
Operación Maquinaria Interna	0,08	0,02	1,30	2,81	0,01
Terminal Portuario	4,20	0,38	-	-	-
Tránsito Pavimentado	0,50	0,07	-	-	-
Operación C/Granos	13,84	2,35	-	-	-
TOTAL	21,48	4,42	32,33	134,80	257,09

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

3.1.10 FUENTES MOVILES EN RUTA

Dentro de las fuentes móviles en ruta, considerando las características de las flotas locales de cada ciudad y la información disponible, se utilizan en términos generales las siguientes categorías básicas de vehículos:

- Vehículos livianos particulares
- Vehículos livianos comerciales
- Vehículos de alquiler
- Taxis colectivos
- Buses transporte público
- Buses transporte interurbano y rural
- Camiones livianos, medianos y pesados
- Motocicletas

Los niveles de actividad son medidos en terreno mediante monitoreo continuo y manual, las emisiones estimadas son las siguientes:

Tabla 46. Resumen Emisiones Fuentes Móviles en Ruta 2006

Categoría Vehicular	PM ₁₀	PM ₁₀ DF	PM ₁₀ DN	PM _{2,5}	CO	NO _x	COV	SO _x
Veh Part Cat. Tipo 1	0,05	0,09	0,06	0,05	11,98	3,53	1,42	0,14
Veh Part Cat. Tipo 2	0,00	0,01	0,00	0,00	0,73	0,07	0,03	0,01
Veh Part No Catalíticos	0,10	0,04	0,03	0,09	122,92	10,24	7,62	0,07
Veh Part Otros	0,08	0,00	0,00	0,07	0,26	0,23	0,06	0,06
Veh Comerciales Cat. Tipo1	0,03	0,06	0,04	0,03	19,59	3,20	1,25	0,13
Veh Comerciales Cat. Tipo2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,02	0,01	0,00
Veh Comerciales No Catalíticos	0,07	0,03	0,02	0,07	45,39	12,37	5,48	0,07
Veh Comerciales Diesel Tipo1	0,29	0,03	0,02	0,27	1,48	3,86	0,41	0,59
Buses Part	0,53	0,01	0,00	0,49	2,50	9,10	0,63	0,31
Camiones Livianos Diesel Convencional	0,29	0,01	0,01	0,26	2,46	2,91	1,28	0,27
Camiones Livianos Diesel Tipo1	0,18	0,01	0,01	0,16	1,17	1,94	0,91	0,26

Categoría Vehicular	PM ₁₀	PM ₁₀ DF	PM ₁₀ DN	PM _{2,5}	CO	NO _x	COV	SO _x
Camiones Medianos Diesel Convencional	0,42	0,01	0,01	0,39	1,85	4,01	0,99	0,32
Camiones Medianos Diesel Tipo1	0,26	0,01	0,01	0,24	0,88	2,67	0,71	0,31
Buses Interurbanos Diesel Convencional	0,41	0,01	0,00	0,38	1,93	7,61	1,12	0,40
Buses Interurbanos Diesel Tipo1	0,36	0,01	0,00	0,33	1,44	5,66	0,76	0,54
Buses Rurales Diesel Convencional	0,57	0,01	0,00	0,53	2,71	9,56	0,71	0,32
Buses Rurales Diesel Tipo1	0,15	0,00	0,00	0,14	0,84	4,13	0,33	0,23
Buses Rurales Diesel Tipo2	0,09	0,00	0,00	0,08	0,63	2,77	0,29	0,36
Taxis Colectivos Cat Tipo1	0,01	0,02	0,01	0,01	2,97	0,86	0,34	0,03
Taxis Colectivos Cat Tipo2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,03	0,02	0,01
Taxis Colectivos No Cat	0,00	0,00	0,00	0,00	4,93	0,47	0,36	0,00
Taxis Colectivos Otros	0,02	0,00	0,00	0,02	0,07	0,06	0,02	0,02
Camiones Pesados Diesel Convencional	1,54	0,02	0,01	1,41	5,45	25,40	2,99	1,47
Camiones Pesados Diesel Tipo1	0,80	0,01	0,01	0,74	2,42	11,24	1,20	1,18
TOTAL	6,27	0,39	0,26	5,8	235,2	121,9	28,9	7,1

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

DF: desgaste de frenos, DN: desgaste de neumáticos.

Las siguientes tablas muestran los resultados obtenidos en las estimaciones de polvo resuspendido por vehículos en calles pavimentadas y sin pavimentar, generados por el tránsito vehicular.

Tabla 47. Emisiones de Polvo Resuspendido en Calles Pavimentadas (ton/año)

Sector	MP ₁₀	MP _{2,5}
Industrial	96,69	13,87
La Greda	55,03	7,90
Loncura	57,09	8,19
Ventanas	17,18	2,47
Total	225,99	32,42

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Tabla 48. Emisiones de Polvo Resuspendido en Calles Sin Pavimentar (ton/año)

Sector	MP ₁₀	MP _{2,5}
Ventanas	118,67	17,73
Loncura	283,60	42,39
La Greda	12,64	1,25
Total	414,92	41,25

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

3.1.11 FUENTES MOVILES FUERA DE RUTA

El tipo de maquinaria terrestre considerada en el estudio fue aquella asociada a la maquinaria utilizada dentro del vertedero municipal del área de estudio.

La fuente de información de la maquinaria utilizada en el vertedero en el área de estudio fue entregada por la Municipalidad de Quintero.

El nivel de actividad para este tipo de fuente esta dado por las horas de funcionamiento de la maquinaria y de su potencia.

En la siguiente tabla se especifica la maquinaria que funciona al interior del vertedero y los camiones recolectores que disponen los residuos en él.

Tabla 49. Maquinaria al Interior del Vertedero y Camiones Recolectores

Maquinaria				Camiones	
Modelo	Potencia (Hp)	Horas Uso (año)	Cantidad	Nº Camiones Día (promedio)	Distancia Recorrida (Km)
Cargador Frontal CATERPILAR 938F	150	2880	1	9	0,7
Motoniveladora CATERPILAR 320-C	150	2880	1		

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Las emisiones producto del funcionamiento de la maquinaria al interior del vertedero Municipal de Quintero y de la circulación de los camiones recolectores desde el ingreso al predio hasta el lugar de disposición son las siguientes:

Tabla 50. Emisiones Maquinaria y Camiones al Interior del Vertedero (ton/año)

HC	CO	NOx	MP
0,07	0,28	1,0	0,08

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Tabla 51. Emisiones Polvo Resuspendido de Camiones al Interior del Vertedero (ton/año)

MP ₁₀	MP _{2,5}
0,60	0,06

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

3.1.12 FUENTES AREALES

Combustión Residencial

La combustión residencial tiene relación con las emisiones atmosféricas que se producen al quemar algún tipo de combustible en las residencias particulares ya sea para calefacción, calentar agua o cocción de alimentos.

Los combustibles que se estudiarán en esta sección son: gas licuado, kerosene y leña.

Los valores registrados por la SEC y utilizados para el cálculo de emisiones se reportan en la siguiente tabla:

Tabla 52. Consumo Residencial de Combustibles 2006

Combustible	Localidades	Consumo (Ton/año)
GLP	Ventana	123,21
	Loncura	61,60
	La Greda	89,32
Kerosene	Ventana	6,08
	Loncura	3,04
	La Greda	4,40

Fuente: SEC 2006

Los resultados obtenidos de la estimación de emisiones es la siguiente:

Tabla 53. Emisión de Contaminantes Asociados a la Combustión Residencial

Combustible	Comuna	MP ₁₀	MP _{2,5}	CO	NO _x	VOC	SO _x
		(Ton/año)	(Ton/año)	(Ton/año)	(Ton/año)	(Ton/año)	(Ton/año)
GLP	Ventana	0,0073	0,0073	0,0483	0,2378	0,0191	0,0002
	Loncura	0,0053	0,0053	0,0350	0,1724	0,0138	0,0001
	La Greda	0,0037	0,0037	0,0241	0,1189	0,0095	0,0001
Kerosene	Ventana	0,0021	0,0021	0,0043	0,0154	0,0021	0,0255
	Loncura	0,0011	0,0011	0,0021	0,0077	0,0011	0,0128
	La Greda	0,0016	0,0016	0,0031	0,0112	0,0015	0,0185
Leña	Ventana	0,92	0,92	0,07	6,69	6,07	0,01
	Loncura	1,81	1,81	0,14	13,21	11,98	0,02
	La Greda	1,31	1,31	0,10	9,58	8,69	0,01
TOTAL		4,0611	4,0611	0,4269	30,0434	26,7871	0,0972

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Incendios Forestales

Durante la combustión de materia vegetal, producto de incendios forestales, se incorporan a la atmósfera una gran cantidad de sustancias contaminantes, siendo las más importantes: monóxido de carbono, compuestos orgánicos gaseosos y material particulado, principalmente carbón no quemado.

Tabla 54. Incendios Reportados por Bomberos por Tipo de Material, 2006

Dirección	Superficie m ²	Superficie (ha)	Tipo
Pomabamba con Las Cuatro Esquina	700	0,07	Matorrales
Yungay con Pasaje Buin Loncura	700	0,07	Matorrales
Sector el Vertedero	70	0,007	Matorrales
Ruta F-30-E Mantagua	90	0,009	Matorrales
Av Manquehue Loncura Alta	90	0,009	Pastizal
Vertedero Municipal	90	0,009	Pastizal
Ruta F-30-E sector Santa Adela	300	0,03	Pastizal

Vertedero Municipal	700	0,07	Pastizal
Ruta F-30-E Mantagua	3000	0,3	Pastizal
Vertedero Municipal	400	0,04	Pastizal
Polvorín Loncura Bajo	700	0,07	Pastizal
Polvorín Loncura Bajo	3000	0,3	Pastizal
Av. El Bosque Loncura Alto	155	0,0155	Pastizal
Av. El Bosque Loncura Alto	250	0,025	Pastizal
Polvorín Loncura Bajo	700	0,07	Pastizal
El Bosque Loncura	90	0,009	Pastizal
Ruta F-210 Cercano Bosques Las Petras	700	0,07	Pastizal
Ruta F-30- E Cabañas Sol y Lluvia	90	0,009	Pastizal
Las Brisas Marina Av EL Bosques Loncura alto	220	0,022	Pastizal
Brisas del mar Loncura Alto	700	0,07	Matorrales
Ruta F-30-E Santa Julia	700	0,07	Matorrales
Yungay con Pasaje Buin Loncura	200	0,02	Matorrales

Fuente: Cuerpo de Bomberos de Quintero.

En las quemas de desechos vegetales se emiten bajas cantidades de óxidos de nitrógeno y se generan grandes cantidades de dióxido de carbono y vapor de agua.

En la siguiente tabla se entregan las emisiones estimadas producto de incendios forestales.

Tabla 55. Emisiones (Ton/año) Incendios Forestales

Tipo de Material	CO	NO _x	VOC	MP	NH ₃
Matorrales	0,0178	0,0151	0,1765	0,0052	0,0016
Pastizal	0,0374	0,0357	0,2678	0,0106	0,0014
Total	0,0552	0,0508	0,4444	0,0158	0,0031

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Incendios Urbanos

La siguiente tabla reporta el número de incendios estructurales registrados para la localidad de Loncura, y los calculados para La Greda y Ventanas.

Tabla 56. Número de Siniestros en la Zona de Estudio

Localidad	Nº de incendios
Loncura ¹	2
La Greda ²	4
Ventanas ²	3
Total	9

Fuente: ¹. Cuerpo de Bomberos de Quintero.

². Estimación en base a información del Cuerpo de Bomberos de Quintero.

La siguiente tabla entrega las emisiones producto de incendios urbanos por cada zona considerada.

Tabla 57. Emisiones Provenientes de Incendios Estructurales 2006, (ton/año)

Localidad	Emisiones en Ton/año			
	COV	NO _x	MP	CO
Loncura ¹	0,016	0,005	0,013	0,195
La Greda ²	0,032	0,009	0,025	0,386
Ventanas ²	0,023	0,007	0,018	0,279
Total	0,071	0,020	0,055	0,806

Fuente: ¹. Cuerpo de Bomberos de Quintero.

². Estimación en base a información del Cuerpo de Bomberos de Quintero.

Construcción y Demolición

Las labores de construcción, principalmente de habitaciones, generan emisiones de material particulado, la siguiente Tabla, muestra los m² construidos para el año 2006, en base a lo reportado por las Municipalidades de Quintero y Puchuncaví, para las tres localidades que comprenden el área de estudio.

Tabla 58. Metros Cuadrados Construidos Para el Año 2006

Localidad	m ² construidos
Locura	269.156,24
La Greda	170,38
Ventanas	1.106,53
Total	270.433,15

Fuente: Dirección de Obras, Municipalidad de Quintero y Municipalidad de Puchuncaví

Aplicando la metodología y asumiendo que el tiempo de duración es de 12 meses, se obtienen los siguientes resultados de emisiones de MP₁₀, desagregados por localidad:

Tabla 59. Emisiones por construcción.

Localidad	MP ₁₀
Locura	39,89
La Greda	0,16
Ventanas	0,05
Total	40,10

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Construcción de Caminos

Las labores de construcción de caminos generan emisiones de material particulado, el área que es afectada por la construcción de caminos se estima a partir de los kilómetros de caminos construidos y de la superficie intervenida por kilómetro dependiendo del tipo de vía autopista, carretera o calle en ciudad⁵.

Los kilómetros de caminos construidos en un año se estiman a partir de la diferencia en los kilómetros de caminos reportados en el año en que se realiza el inventario con respecto al año anterior. Este valor es dividido en los tres tipos de caminos mencionados en el párrafo anterior y el valor de superficie por kilómetro construido se obtiene a partir del número de pistas, ancho de las pistas y el ancho de la berma para cada tipo de camino.

⁵ Los tipos de caminos señalados en la literatura corresponden a freeway, highway y city&county. El tipo freeway corresponde a carreteras donde no se paga peaje.

La información de caminos construidos para las localidades del área de estudio, se ha obtenido de las Municipalidades de Quintero y Puchuncaví.

La superficie reportada en el caso de Loncura es de 4.105,35 m².

Para La Greda no se reportó información.

Para la localidad de Ventanas se estimó la superficie pavimentada mediante una relación entre los kilómetros totales pavimentados durante el año 2006 en la comuna de Puchuncaví, la superficie existente pavimentada en la comuna de Puchuncaví y la superficie existente pavimentada en la localidad de Ventanas.

La siguiente tabla resume los m² construidos para cada localidad, utilizados en la estimación de emisiones por construcción de caminos.

Tabla 60. Metros Cuadrados Construidos de Caminos

Sector	Total m ² Construidos
Loncura ⁽¹⁾	4.105,35
La Greda	N/I
Ventana ⁽²⁾	1.042,81
Total	5.148,16

Fuente: ⁽¹⁾ Municipalidad de Quintero.

⁽²⁾ Estimación en base a información entregada por Municipalidad de Puchuncaví.

En la siguiente tabla se muestran los valores de emisiones calculados

Tabla 61. Construcción de Caminos y Emisiones de MP₁₀. Año 2006

Localidades	Superficie (m ²)	Emisiones MP ₁₀ (Ton/año)
Loncura	4.105,35	1,34
La Greda	N/I	N/E
Ventanas	1,042.81	0.34
Total	5,148.16	1.68

Fuente: Dirección de Obras Municipales, Municipalidad de Quintero.

N/I: No Informado.

N/E: No estimado.

3.2. DESCRIPCION DE LAS FUENTES PROYECTADAS

Descripción de Proyectos Aprobados y en Calificación en el SEIA - 2005

Se presenta el resumen de los proyectos ingresados al SEIA durante 2005 y que fueron aprobados durante ese período o posterior a él, ubicados en la comuna de Quintero y Puchuncaví, que emitirían gases o material particulado durante su período de operación,

Los proyectos aprobados identificados en las comunas señaladas anteriormente se muestran a continuación:

Tabla 62. Proyectos Año 2005

Nº	Nombre	Tipo	Titular	Estado	Comuna	Fecha Aprobación
1	Central Termoeléctrica Nueva Ventanas (LFC)	EIA	AES GENER S.A	Aprobado	Puchuncaví	14-08-2006
2	Estanques de Almacenamiento de Crudo T-5101 y T-5107, Terminal Quintero (e-seia)	DIA	COPEC S.A.	Aprobado	Quintero	13-01-2006
3	Traslado Planta de Molienda y Mezcla de Sustancias Granulares (e-seia)	DIA	OXIQUIM S.A.	Aprobado	Puchuncaví	18-11-2005
4	Terminal de Gas Natural Licuado (GNL) en Quintero	EIA	ENAP	Aprobado	Quintero	29-11-2005
5	Ampliación Capacidad Terminal Puerto Ventanas (e-seia)	DIA	PANIMEX LTDA.	Aprobado	Quintero	18-11-2005
6	Terminal de Productos Importados (e-seia)	DIA	COPEC S.A.	Aprobado	Quintero	18-11-2005
7	Descarga Almacenamiento y Regasificación de Gas Natural Licuado (GNL)	EIA	OXIQUIM S.A.	Aprobado	Quintero	07-03-2007
8	Proyecto Cuarto Estanque de LPG (e-seia)	DIA	GASMAR S.A.	Aprobado	Quintero	07-09-2005
9	Planta Piloto Tratamiento de Polvos de Electrofiltros Fundición (e-seia)	DIA	CODELCO DIVISION VENTANAS	Aprobado	Puchuncaví	18-04-2005

Fuente: e-SEIA.



Central Termoeléctrica Nueva Ventanas (LFC)

Titular: AES GENER

Fecha Aprobación: 14/08/2006

Fecha estimada de inicio de operación: 3 años a partir de la aprobación del EIA.

La Central Termoeléctrica Nueva Ventanas (LFC) corresponde a la construcción y operación de una unidad generadora termoeléctrica tipo monoblock diseñada para consumir combustibles sólidos (carbón y/o coque de petróleo) por medio de una caldera de tecnología lecho fluidizado circulante (LFC).

La Potencia Bruta Total de la Nueva Central es de 250 MW y tiene una eficiencia del 36%. Este proyecto fue aprobado mediante RCA N° 1124/2006. Sin embargo, éste fue modificado por su titular, en relación al cambio en el uso de combustibles para la operación de la unidad de generación, lo que significó, un cambio de tecnología y características de la operación y emisiones. Por esta razón no se incluye el detalle del presente EIA y se considerará el nuevo proyecto aprobado mediante RCA N° 1632/2006.

Estanques de Almacenamiento de Crudo T-5101 y T-5107, Terminal Quintero.

Titular: ENAP

Fecha Aprobación: 13/01/2006

Fecha estimada de inicio de operación: 30-09-2007

El presente proyecto sometido, tiene por objetivo dar mayor flexibilidad a la Operación del Terminal Quintero de ENAP Refinería Aconcagua, aumentando la capacidad de almacenamiento de petróleo crudo de 405.000 m³ a 515.000 m³. Lo anterior permitirá operar con buques de mayor capacidad (VLCC: very large crude carrier), disminuyendo la sobreestadía de los buques, con la consiguiente reducción de los costos de operación.

El proyecto considera la construcción y montaje completo de dos nuevos estanques de 55.000 m³ y sus accesorios, destinados al almacenamiento y transferencia de petróleo crudo, más sus interconexiones con las instalaciones existentes.

Las principales fuentes de emisión corresponden a los estanques de almacenamiento de crudo, desde los que se emitirán compuestos orgánicos volátiles. No se consideran emisiones de material particulado y otros gases durante la operación del proyecto. Los

estanques serán construidos con planchas de acero carbono, y tendrán las siguientes especificaciones técnicas:

Tabla 63. Características de los Estanques

Parámetro	Unidades	Valor de diseño
Numero de estanques	Nº	2
Capacidad nominal estanque	m ³	55.000
Producto	Tipo	Crudo
Techo	Tipo	Flotante
Diámetro	m	74,4 (244ft)
Altura	m	14,63 (útil 14,2)

Fuente: DIA, Estanques de Almacenamiento de Crudo T-5101 y T-5107, Terminal Quintero

Las principales emisiones del proyecto, durante su operación corresponden a las emisiones de COV desde los estanques de almacenamiento, debido a las cargas y descargas, entre otros, del combustible almacenado.

Las emisiones evaporativas para cada estanque de almacenamiento de crudo son las siguientes:

Tabla 64. Emisiones Evaporativas

Característica	Unidades	Cantidad
Velocidad del viento	Millas/h	10
Diámetro del estanque	m	74,4
Volumen	m ³	55.000
Presión de vapor del crudo	Psi	3-6
Techo	Tipo	Flotante
Ciclos de llenado	Veces	12
Pérdidas de crudo	g/s	0,08

Fuente: DIA, Estanques de Almacenamiento de Crudo T-5101 y T-5107, Terminal Quintero

Finalmente, a partir de esos datos se obtuvo la emisión de COV's:

Tabla 65. Emisiones de COV

Compuesto	Unidades	Cantidad
COV	Kg/año	7,3

Fuente: DIA, Estanques de Almacenamiento de Crudo T-5101 y T-5107, Terminal Quintero

Un aspecto a considerar es que debido al aumento de capacidad de almacenamiento, aumentará la operación portuaria, incidiendo directamente en el aumento de las emisiones de MP y gases desde los barcos que transportan el combustible, lo que no ha sido considerado en la DIA. El aumento en la capacidad de almacenamiento permitirá operar con buques de mayor capacidad (VLCC: very large crude carrier), disminuyendo la sobreestadía de los buques, con la consiguiente reducción de los costos de operación. Este tipo de buques tiene una capacidad de carga promedio de 250.000 DWT (dead weight tonnage) y varía según la embarcación.

En RCA Nº 04 del 10 de enero de 2006, que autoriza el proyecto, no se establecen restricciones a las emisiones de COV's desde los estanques de almacenamiento.

Traslado Planta de Molienda y Mezcla de Sustancias Granulares

Titular: OXIQUM S.A.

Fecha Aprobación: 18/11/2005

Fecha estimada de inicio de operación: 2006

El Proyecto consiste en trasladar la Planta de Molienda y Mezcla de resinas sólidas y otras sustancias granulares existente en la Planta OXIQUM El Salto, hacia la Planta de Resinas Sintéticas de Puchuncaví. Con el objetivo de centralizar las operaciones de resinas en un solo lugar, descongestionar las actividades productivas de resinas de la Planta El Salto, y de sus actividades asociadas como el flujo de camiones con sustancias químicas en el sector.

Esto significa construir un edificio en la Planta Puchuncaví e instalar dentro las unidades de molienda, mezcla y envasado de resinas sólidas y otras sustancias granulares.

Las fuentes de emisión de material particulado corresponden a las siguientes unidades:

- Chancador Mandíbula
- Molino Triturador
- Clasificador
- Polvo Resuspendido por tránsito de camiones

Chancador Mandíbula: Cuando la resina (RESILITE) se encuentra en trozos; como piedras grandes de tamaño entre 10 - 20 centímetros, ingresa al Chancador para reducir el tamaño hasta obtener "grava" de hasta 2 centímetros. En esta condición el RESILITE entra al Molino que lo transforma en polvo fino.

Molino: El Molino está conectado herméticamente a través de ducto a un Filtro, que tiene una serie de Mangas verticales en el interior, entonces todo el polvo obtenido por el Molino es conducido al Filtro mediante el flujo de aire originado por el ventilador que se encuentra a la salida del Filtro.

Finalmente, se abre la válvula rotatoria ubicada debajo del colector del Filtro para que la resina molida pase directamente al Clasificador.

Clasificador: funciona como tamiz para retener partículas, es decir resina que no quedó bien molida. El material fino cae a tolvas para cargar maxi-sacos de 1000 Kg. Las partículas retenidas en el Clasificador vuelven al sistema, es decir regresan a Molienda.

Polvo Resuspendido por Tránsito de Camiones: Corresponde a las emisiones fugitivas de material particulado debido al tránsito de camiones correspondiente al ingreso de materias primas y al despacho de productos que esta Planta tendrá en el recinto OXIQUIM - Puchuncaví.

El N° de camiones por año es el siguiente:

Tabla 66. Emisiones evaporativas.

Descripción	Cantidad (Ton/año)	N° Camiones por año
Productos	250-300	20-50
Materias primas	250-300	20-50
Total	Camiones /año	40-100

Fuente: e-SEIA.



Las principales emisiones de material particulado respirable se deberían al tránsito de camiones al ingreso de las materias primas y al despacho de los productos.

Las otras fuentes no emitirían MP₁₀, ya que el producto que se debe obtener de los molinos es de 45 micrones, muy superior a los 10 micrones, bajo los cuales se clasifica al material particulado como respirable.

La DIA del proyecto no estima las emisiones de MP₁₀ por tránsito de camiones.

No se consideran exigencias para este proyecto en materia de contaminación atmosférica en RCA N° 04 del 10 de enero de 2006.

Terminal de Gas Natural Licuado (GNL) en Quintero

Titular: ENAP

Fecha Aprobación: 18/11/2005

Fecha estimada de inicio de operación: Primer trimestre 2009

El proyecto consiste en la construcción de una "Terminal de GNL en Quintero, V Región".

El proyecto está diseñado para recibir barcos de capacidad de hasta 165.000 m³ de GNL, aunque se estima que la capacidad promedio de los barcos que operen será de 140.000 m³. La descarga del GNL se efectuará mediante las bombas de descarga del barco a una tasa promedio de 10.000 a 12.000 m³/hr.

El sistema de descarga permitirá descargar un barco de GNL en un período medio que varía entre 10 y 12 horas. Se estima una frecuencia media de arribo de 1 buque de GNL cada 7 días.

En su etapa final el terminal contará con 3 estanques de almacenamiento de GNL, de 160.000 m³ cada uno. Su diseño considera una tasa promedio de entrega de gas natural de 15 millones de metros cúbicos estándar al día (15 MMm³d). No obstante, en una primera etapa probablemente se construirán sólo 2 de los 3 estanques y se operará a una tasa promedio de entrega de gas natural de 10 MMm³d.

Durante la etapa de operación, las emisiones atmosféricas asociadas al proyecto son las siguientes:

- Emisiones del piloto de la antorcha y de eventuales descargas a través de ésta
- Emisiones fugitivas
- Emisiones de tanques de combustible (diesel)

Otras emisiones potenciales corresponden a situaciones eventuales, de baja probabilidad de ocurrencia:

- Gas natural provenientes de venteos de control en los estanques de almacenamiento
- Emisiones de combustión de generadores diesel de emergencia.

El proyecto considera una antorcha de baja presión para recolectar y eliminar todos los líquidos y vapores de hidrocarburos que se descargan en eventos de emergencia. Estos eventos son:

- Partidas y detenciones de planta;
- Despresurización de piezas individuales y equipos para mantención;
- Disposición de gases de vapor y venteos de emergencia de estanques de almacenamiento;
- Descarga de barcos y control de válvulas de estanques, en caso de que los equipos recondensadores del sistema de recuperación de gases estén en período de mantención o fuera de operación.

Las características de las fuentes identificadas son:

Antorcha: Antorcha de baja presión de 0,5 m de diámetro y 30 m de altura.

Tanque Almacenamiento Diesel: No se encontraron antecedentes específicos.

Estanque Almacenamiento GNL: El proyecto considera la construcción de 3 estanques del tipo contención simple, de una capacidad bruta de almacenamiento de 160.000 m³ cada uno. Los estanques tendrán un diámetro del orden de 80 m. y una altura aproximada de 55 m.

Las características de los estanques son las siguientes:

Tabla 67. Características del Estanque

Estanque de Almacenamiento de GNL	Características
Tipo de estanque	Contención simple
Cantidad	3 estanques
Capacidad bruta	160.000 m ³
Capacidad neta	151.000 m ³
Diámetro (estimado)	80 m
Altura (estimada)	55 m
Espesor de la base (mínimo)	1,5 m
Presión de operación	160 mbar (q)
Tasa máxima admisible de generación de vapor de gas a 40 °C.	0,05 % diario
Losa de fundación	Si
Pilotes de fundación	Si
Aislación sísmica	Si
Diques de contención	Si (110 %).

Fuente: e-SEIA.

Generador Emergencia: Se considera un grupo generador (diesel) para respaldo de energía eléctrica en 4.160 V. Este respaldo es para una de las bombas de impulsión de agua de mar y para el alumbrado del muelle.

Las principales emisiones del Proyecto se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 68. Emisiones del Proyecto

Fuente	Emisión	Evento	Volumen Kg/hr	Volumen T/año	Duración	Frecuencia	Obs.
Antorcha	NOx	Operación	0,08	0,36	8.760 hr/año	Continua	Emisión del piloto y pulsos.
	CO		0,44	1,93			
	SO ₂		0,02	0,07			
Fugitivas	COV	Operación	0,25	2,15	8.760 hr/año	Continua	Hidrocarburos C ₃₊
Estanques diesel	COV	Operación	0,47	0,002	8.760 hr/año	Continua	-
Venteos de estanques	Gas natural crudo	Emergencia Operación	1900 Nm ³ /hr por estanque	1,71 por estanque	Durante sobrecarga de emergencia	2 o 3 veces por año	1 a 2 horas por evento.
Generadores diesel de emergencia	NOx	Emergencia Operación	14,1	1,41	Intermitente 100 hr/año	Emergencias	Uso durante emergencias.
	SO ₂		0,94	0,094			
	MP		1,0	0,1			
	CO		3,0	0,3			
	COV		1,15	0,115			

Notas: se considera generador diesel de 750 KW, estanque de almacenamiento diesel de 5.000 lt, antorcha de baja presión de 0,5 m diámetro y 30 m de altura.

Fuente: e-SEIA.

Se utilizaron factores de emisión AP-42 para motores sin sistemas de control y antorchas industriales.

Debe considerarse que adicionalmente a las emisiones producto de la operación del proyecto, el aumento de las operaciones portuarias generará mayores emisiones de gases y material particulado, las que no fueron consideradas ni proyectadas en el EIA.

La RCA N° 323/2005 de 23 de noviembre de 2005 considera la compensación de emisiones por partida. Estas emisiones ocurren sólo una vez durante la vida útil del proyecto. La RCA considera la compensación del 100% de las emisiones por la operación del proyecto:

Reducciones necesarias en las emisiones de otras fuentes en Ventanas durante puesta en marcha.

Tabla 69. Compensaciones Requeridas

Contaminante	Emisión Total del Proyecto (Ton)	Reducción Mínima de Otras fuentes (Ton)	Aumento en las Emisiones
NOx	2,72	2,72	0%
CO	14,8	14,8	0%
SO ₂	0,88	0,88	0%

Nota: Estos eventos pueden durar entre 8 a 10 días, por lo que el caso más desfavorable es de 0,34 t/día de NOx, 1,85 t/día de CO y 0,11 t/día de SO₂. En todo caso de debe recalcar que 0,11 t/día son un 0,07% de la emisión de ENAMI y GENER.

Ampliación Capacidad Terminal Puerto Ventanas

Titular: PANIMEX Ltda.

Fecha Aprobación: 18/11/2005

Fecha estimada de inicio de operación: 2007

El proyecto consiste en la instalación de seis nuevos estanques para el almacenamiento de líquidos inflamables y no inflamables. Si bien no se consideran fuentes de generación de particulado y gases durante la operación del proyecto, sí existiría un aumento de las emisiones provenientes del aumento de la actividad portuaria y tránsito de camiones, las que no fueron consideradas en la DIA.

Terminal de Productos Importados

Titular: COPEC S.A.

Fecha Aprobación: 18/11/2005

Fecha estimada de inicio de operación: 10 meses de aprobada la DIA

El proyecto consiste en la instalación de cuatro estanques de almacenamiento de combustibles (Petróleo Diesel, Gasolinas, Kerosene de Aviación). La capacidad de la planta será de 75.000 m³, distribuida en tres estanques de techo flotante de 20.000 m³ y uno de techo cónico de 15.000 m³.

La nueva planta se emplazará a un costado de la actual Planta de Lubricantes, que cuenta con resoluciones exentas para otorgar la calificación ambiental N° 299/99 y 122/03 (Anexo E) y descargará y cargará combustibles desde y hacia buques tanques.



El combustible almacenado será transportado a través de oleoductos y excepcionalmente mediante camiones.

Los flujos de camiones existentes en la ruta F 30 E, no se verán modificados ya que el transporte de los combustibles se hará a través de oleoductos.

La operación del proyecto no considera emisiones de particulado y gases, sin embargo sí considera emisiones de COV desde los estanques de techo cónico y flotante. El aumento en la capacidad de almacenamiento comprenderá por ende un aumento en las operaciones portuarias de carga y descarga de combustibles, lo que a su vez generará un aumento en las emisiones de gases y particulado desde las embarcaciones en el puerto. Estas emisiones no han sido evaluadas en la DIA.

Las fuentes de emisiones de vapores orgánicos corresponden a tres estanques de almacenamiento de combustibles de techo fijo y flotante.

La estimación de los vapores generados por los estanques de almacenamiento se estima en 1,7 ton/estanque/año, lo que es significativamente menor a las emisiones producidas por evaporación de gasolina en estanques de techo cónico la cual es aproximadamente 840 ton/año. Este último estanque solo se utilizará para almacenar kerosene de aviación el cual tiene emisiones de aproximadamente 1.4 ton/año.

Por otro lado la estimación de emisiones para el estanque de techo flotante de Petróleo Diesel es de 6 kg/estanque/año, lo que se considera despreciable.

Las exigencias en RCA N° 304 de 08 de noviembre de 2005, para reducir las emisiones atmosféricas son las siguientes: Tanques pintados de blanco para aumentar la reflexión solar; techos flotantes con sellos primarios y secundarios y operación en ciclo abierto (no habrá combustible al aire en ningún momento).

Descarga Almacenamiento y Regasificación de Gas Natural Licuado

Titular: OXIQUM S.A.

Fecha Aprobación: 07-03-2007

Fecha estimada de inicio de operación:

Oxiquim S.A. ampliará su Terminal Marítimo de Quintero y construirá una planta de almacenamiento y regasificación con el objeto de poder realizar las siguientes operaciones:



- Recibir y descargar naves con gas natural licuado (GNL).
- Almacenar el GNL recibido.
- Gasificar el GNL.

La recepción del producto se hará a través del actual muelle mecanizado del Terminal Marítimo de Oxiquim S.A., el que se ampliará para recibir las naves con una capacidad de transporte de hasta 140.000 m³ de GNL

El máximo nivel de descarga de GNL es de 15.000 m³/hr. Para un buque de una capacidad de 125.000 m³ el tiempo estimado de descarga es de 13 horas (80% del máximo nivel de descarga, incluyendo el tiempo de enfriamiento inicial).

Se considera la construcción de dos estanques de 180.000 m³ de capacidad, en una primera etapa y agregándose en el futuro un tercero de la misma capacidad, en una segunda etapa.

Turbina a Gas Natural: Producirá la energía eléctrica necesaria para operar la instalación durante las descargas de GNL desde los buques a los estanques de almacenamiento y operará en caso de falla del suministro eléctrico externo.

Esta turbina está compuesta de un quemador y una turbina de potencia, ésta tiene una eficiencia del 33%.

El proyecto contempla instalar uno o dos turbogeneradores, con una capacidad total de generación de 7 a 15 MW.

Si se considera que la descarga de un buque dura aproximadamente 16 horas y que se estiman 30 naves por año, el funcionamiento de la turbina será de aproximadamente 480 hrs., es decir 20 días al año.

Generador de Emergencia: Esta será la segunda opción de suministro eléctrico en caso de corte del suministro, en primer lugar estará la Turbina a gas natural. Funcionará a base de petróleo diesel.

Vaporizador de Combustión Sumergida: Para la vaporización del GNL se emplearán dos vaporizadores del tipo conocido como "vaporizadores de combustión sumergida", uno de ellos de respaldo. Estos consisten en un haz de tubos de acero inoxidable, sumergido en un baño de agua caliente. El GNL fluye por el interior de los tubos y es calentado y vaporizado por el calor transferido desde el baño de agua que opera a unos 30 °C.

Los gases de combustión que salen por la chimenea del vaporizador estarán saturados con agua y a la misma temperatura ligeramente superior a la del baño del agua. Estos calentadores tienen una eficiencia térmica cercana al 98% y consumen cerca del 1,5% del gas que vaporizan.

El vaporizador de combustión sumergida, se encontrará operativo las 24 horas del día. La turbina a gas, está considerada como un equipo de respaldo para proveer del 100 % de la energía eléctrica consumida en caso de una falla en el suministro externo. Por lo tanto durante la operación normal estará detenida. Como una manera de someterla a una prueba periódica y además con el objeto de disminuir el costo de la demanda máxima, esta turbina se pondrá en servicio durante 24 hrs. cada vez que llegue una nave a descargar GNL (26 veces al año para el caso base).

Antorcha: El exceso de gas se desviaré por el sistema de control hacia la antorcha, quemándose al entrar en contacto con las llamas del piloto existentes en su extremo superior. Este exceso de gas se producirá si la capacidad de los compresores no fuera suficiente para recuperar los gases evaporados. Implementación en Etapa 1.

Las principales emisiones del proyecto se deben a la operación de la turbina a gas y del vaporizador de combustión sumergida.

Las características de las emisiones de estas dos fuentes son las siguientes:

Tabla 70. Características del Vaporizador de Combustión Sumergida

Fuente	Coordenadas		Velocidad Salida (m/s)	Temperatura Salida (°K)	Diámetro chimenea (m)	Altura Chimenea (m)
	E	N				
Vaporizador de combustión sumergida	268050	6371380	37,8	313,15	0,6	42,9
Turbina a gas	268139	6371215	23,5	738,15	1,82	20

Fuente: DIA Descarga Almacenamiento y Regasificación de Gas Natural Licuado

Las emisiones totales para todas las fuentes de emisión consideradas para la etapa 1 y 2 del proyecto, son las siguientes:

Tabla 71. Etapa 1 (ton/año)

Contaminante	Etapa 1	Etapa 2
CO	35,29	38,68
SO ₂	0,14	0,20
NO _x	11,30	24,55
MP ₁₀	0,991	1,26
COV	0,459	0,549

Fuente: e-SEIA.

Las exigencias establecidas mediante la RCA N° 071/2007 del 07 de marzo de 2007, son; considerando que el Titular en el cálculo de sus emisiones y análisis de su impacto realizó estimaciones con equipos de combustión sumergida con características de Low NOx, el equipo a utilizar en este proyecto en evaluación deberá ser Low NOx.

El titular llevará un registro mensual de las emisiones de anhídrido sulfuroso, determinadas por balance de masa equivalente de azufre, el que debe ser entregado al Servicio de Salud y Servicio Agrícola y Ganadero de la V Región, a partir del primer mes de operación de las instalaciones.

Proyecto Cuarto Estanque de LPG

Titular: GASMAR S.A.

Fecha Aprobación: 07-09-2005

Fecha estimada de inicio de operación:

La creciente demanda de combustible ha llevado a la empresa a la necesidad de construir un cuarto estanque refrigerado para el almacenamiento de gas propano, con una capacidad de 35.000 m³, de similares características a los estanques N° 1, 2 y 3, destinados para este mismo fin, ubicándose contiguo a los anteriores. Con este proyecto se pretende aumentar la capacidad de almacenamiento que posee en la actualidad y así solventar las crecientes necesidades de este combustible.

El cuarto estanque estará conectado a las actuales cañerías que se encuentran en el área y para los mayores requerimientos de condensación de vapor de propano se ha proyectado incrementar la capacidad de la unidad de refrigeración en un 50%.



El sistema de combate contra incendios de 10.000 gpm, aumentará su capacidad actual en un 20%, para lo cual se estima necesario un cambio de bombas, la construcción de un segundo estanque de agua para incendio y otras obras menores.

En la etapa de operación, la Planta hará la recepción, almacenamiento y despacho del LPG, utilizando en el proceso las obras ya existentes, como ser: las líneas de conducción de gas desde el muelle a la planta y viceversa; las líneas de agua de mar; los estanques de almacenamiento; los estanques presurizados y las islas de carguío a camiones. El producto será transportado a través de oleoductos de la empresa SONACOL quien ya envía el gas hacia Concón y posteriormente hacia Santiago. La ruta F 30 E, actualmente utilizada para el traslado del LPG, no verá modificados los flujos existentes entre el centro de carga ubicado en Concón y la Planta.

Con la nueva modificación se espera que opere durante 20 años con una capacidad de almacenamiento de 85.000 m³, y un volumen de operación anual de 300.000 m³ aproximadamente. La distribución mensual mantendrá su comportamiento actual, alcanzando su máximo en los meses de invierno, principalmente en los meses de junio y julio.

Las emisiones atmosféricas del proceso de almacenamiento y manejo de los productos definidos en el proyecto se refieren a las emisiones que se producen por la mantención de un piloto encendido para la llama de la antorcha. Se considera que dichas emisiones son irrelevantes puesto que el tamaño de la llama piloto no supera el tamaño de la combustión de una cocina a gas. Por otro lado, las descargas que se producen en situaciones de emergencia, no han ocurrido después de la puesta en marcha de la Planta. El aumento de la capacidad de almacenaje de la Planta no incidirá en un aumento en las frecuencias de descarga de gas a la antorcha por lo que se asegura que no habrá un efecto negativo en la zona.

Sin embargo, debido al aumento en la capacidad de almacenamiento aumentarán los flujos vehiculares y las operaciones portuarias, incidiendo en un aumento de las emisiones de material particulado resuspendido y gases, en el caso del tránsito vehicular y un aumento de las emisiones desde embarcaciones por el aumento de las operaciones portuarias.

La DIA sólo estimó el aumento de las emisiones de polvo resuspendido por tránsito vehicular debido al proyecto, sin embargo esta estimación está hecha sobre la base de un tramo de 166,81 Km., distancia mucho mayor a la comprendida entre la localización del proyecto y el límite de la zona saturada de Ventanas.



A pesar de lo señalado anteriormente, para la estimación de las emisiones producto del aumento del flujo vehicular se considerará el cálculo realizado por el titular del proyecto, debido a que formula una aproximación a las emisiones de esta fuente. Las emisiones totales debido al tránsito de camiones estimados corresponden a 6,70 ton/año de MP.

En la RCA N° 239 del 5 de septiembre de 2005 no se definen medidas respecto de emisiones atmosféricas durante la etapa de operación del proyecto.

Planta Piloto Tratamiento de Polvos de los Electrofiltros Fundición

Titular: CODELCO – División Ventanas

Fecha Aprobación: 18-04-2005

Fecha estimada de inicio de operación: 6 meses a partir de la aprobación de la DIA

El presente proyecto propone la instalación y operación de una planta piloto que continúe la investigación a escala semindustrial de un tratamiento integral de los polvos de precipitadores electrostáticos de la planta de ácido sulfúrico de la Fundición y Refinería Ventanas. Este tendrá como objetivo desarrollar un nuevo proceso hidrometalúrgico que permitirá recuperar los metales valiosos presentes en los polvos de fundición y descontaminación, estabilizando el arsénico presente en este residuo, de manera de reducir al mínimo los problemas de contaminación ambiental

No se identificaron fuentes de emisión de gases y material particulado en este proyecto.

Como exigencias en RCA N° 105 del 18 de abril de 2005 se establece que:

- Se insertarán, en las áreas de recuperación de Cu y Zn, elementos flotantes en las cubas de extracción y re-extracción, disminuyendo con ello el área superficial de evaporación de los gases ácidos. Para lo anterior se utilizarán materiales inertes a la reacción con ácido, como plásticos o aislapol.
- Todos los sólidos manejados en el proceso se encontrarán en fase húmeda compactada o pulpas.
- La materia prima se transportará en un contenedor sellado y su recepción se realizará por medio de sistema tipo tornillo con un filtro manga, ubicado en los escapes de gas de la tolva de recepción del polvo PEPA, para captar cualquier posible emisión de material particulado a la atmósfera.
- Para la operación de la planta se utilizarán caminos existentes, que cuentan con programas de barrido y/o humectado permanente en la FRV.

Descripción de Proyectos Aprobados y en Calificación en el SEIA - 2006

A continuación se resumen los proyectos ingresados al SEIA durante 2006 y que fueron aprobados durante ese período o posterior a él, ubicados en la comuna de Quintero y Puchuncaví, que por su descripción podrían generar emisiones de gases o material particulado durante su período de operación.

Los proyectos aprobados identificados en las comunas señaladas anteriormente se muestran a continuación:

Tabla 72. Proyectos Año 2006

Nombre	Tipo	Titular	Estado	Comuna	Fecha Aprobación
Quinto Horno Deselinización Planta metales Nobles Ventanas (e-seia)	DIA	CODELCO DIVISION VENTANAS	Aprobado	Puchuncaví	07-06-2007
Esterilización y Disposición de Residuos Orgánicos Sólidos Nacionales e Internacionales (e-seia)	DIA	SUPPLY MARITIME SERVICES LTDA.	Aprobado	Quintero	18-06-2007
Planta Industrial de Molienda de Cemento, Ventanas, V Región (e-seia)	DIA	Empresas Melón S.A.	Aprobado	Puchuncaví	22-03-2007
Cambio de Combustible de la Central Termoeléctrica Nueva Ventanas (e-seia)	DIA	AES GENER S.A	Aprobado	Puchuncaví	05-12-2006
Acopio Ventanas (e-seia)	DIA	LAFARGE CHILE S.A.	Aprobado	Puchuncaví	30-10-2006

Fuente: e-SEIA.

Quinto Horno Deselenización Planta Metales Nobles Ventanas

Titular: CODELCO – División Ventanas

Fecha Aprobación: 07/06/2007

Fecha estimada de inicio de operación:

Este proyecto tiene por objetivo la construcción y habilitación de un quinto horno de tostación de selenio en la Planta de Metales Nobles de la División.

Esta planta produce plata, oro, selenio y concentrado Pt-Pd a partir de barros anódicos provenientes de procesos de electrorefinación.

La principal fuente de emisiones corresponde al Horno de Tostación de Selenio, adicionalmente se generará un aumento de las emisiones en el Horno Troff correspondiente a un proceso posterior a la Planta de Selenio. Este último horno no sufrirá modificaciones.

El proyecto corresponde a la ampliación de la etapa de deselenización de la pasta en proceso. Actualmente la planta cuenta con cuatro equipos de tostación-lixiviación de Selenio donde el barro anódico, mezclado con ácido sulfúrico y tierras de diatomea, se carga en bandejas dentro de un horno calentándose hasta una temperatura de 600 °C, manteniéndose por alrededor de 20 horas para gasificar el selenio, el cual al pasarlo por una solución ácida y en contacto con el SO₂, se obtiene Selenio metálico con una pureza mayor al 90%. Cada horno permite procesar 15.000 kg. De barro anódico al mes

El aumento de la capacidad de la Planta de Selenio con la adición del 5º horno se verá modificado de la siguiente forma, considerando una base de 30 días:

Tabla 73. Capacidad Planta

Características	Unidad	Horno 4	Horno 5
Ciclo por hornada	horas	32	32
Disponibilidad	%	80	80
Disponibilidad	horas	2.304	2.880
Hornadas por mes		72	90
BAD (seco) por hornada	kg	833	833
Capacidad tratamiento mensual	Kg	60.000	75.000
Capacidad tratamiento anual	kg	720.000	900.000

Fuente: e-SEIA.

En el proceso de tostación se genera anhídrido sulfuroso y dióxido de selenio, los que son captados en unidades de limpieza húmeda

Los gases fugitivos generados al destapar los hornos por término de ciclo de producción, por ineficiencias de sellado de los hornos, son captados por campanas en el lugar y procesados en unidades de limpieza húmeda donde se neutralizan a un pH 7-8 antes de ser descargados a la atmósfera.

El proyecto considera la instalación de otro equipo de control adicional a los dos ya existentes, del tipo torre de limpieza húmeda.

Las emisiones de material particulado y selenio del horno de tostación de selenio y el horno Trof se muestran a continuación:

Tabla 74. Emisiones del Proyecto

Equipo	Emisión	Sin Proyecto	Con Proyecto	Aporte proyecto
Horno de Tostación	MP	0,2 kg/hr (112,5 kg/mes)	0,25 kg/hr (140,6 kg/mes)	0,05 kg/hr (28,1 kg/mes)
	Se	0,025 kg/hr (14,1 kg/mes)	0,03125 kg/hr (17,6 kg/mes)	0,00625 kg/hr (3,6 kg/mes)
Horno Trof	MP	0,88 kg/hr (464,4 kg/mes)	1,1 kg/hr (580,5 kg/mes)	0,22 kg/hr (116,1 kg/mes)
	Se	0,016 kg/hr (10,5 kg/mes)	0,02 kg/hr (13,2 kg/mes)	0,004 kg/hr (2,1 kg/mes)
Total	MP	576,9 kg/mes (6,92 T/año)	721,1 kg/mes (8,65 T/año)	144,2 kg/mes (1,73 T/año)
	Se	24,6 kg/mes (0,3 T/año)	30,8 kg/mes (0,37 T/año)	5,7 kg/mes (0,07 T/año)

Fuente: RCA del Proyecto.

En la RCA Nº 157 del 31 de mayo de 2007, no se especifican restricciones a las emisiones, sólo se indican medidas de seguimiento a las emisiones.

Esterilización y Disposición de Residuos Orgánicos Sólidos Nacionales e Internacionales

Titular: SUPPLY MARITIME SERVICES LTDA.

Fecha Aprobación: 18-06-2007

El proyecto tiene como propósito desinfectar, higienizar, tratar y disponer las basuras orgánicas en estado de cuarentena interna principalmente, esto a partir de un sistema que dará tratamiento y ejecutará planes de manejo de residuos para la minimización de impacto a través de la reducción, reciclaje y reutilización de residuos.

Con este proyecto se evitará continuar con las actuales prácticas de descargar las basuras en el territorio marítimo chileno.

El objetivo general del proyecto es instalar una Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos con un sistema de esterilización mediante Autoclave de acuerdo al Reglamento Específico del SAG y organismos sectoriales respectivos.

El tratamiento se hará a partir de la desinfección biológica o esterilización mediante autoclave, para tal efecto nuestra empresa cuenta con 24 horas reloj, contadas desde el término de la descarga para desinfectar las basuras, y de esta forma cerrar el ciclo de la faena.

El proceso se establecerá con el sistema de esterilización por medio de un autoclave de 13,5 m³ de volumen de tratamiento, con un sistema de generación de calor de vapor a través de una caldera de 1.000 Kh/h. La principal fuente corresponde a la caldera de generación de vapor.

Tabla 75. Características de las Fuentes Identificadas

TIPO	PIROTUBULAR DE DOS PASOS
Modelo:	AOM 270M
Materiales:	Acero A 36, 37 y 515
Producción de Vapor:	1.000 Kg/h
Superficie de Calefacción:	24,0 m ²
Presión de Trabajo:	4,0 Kg/cm ²
Presión de Diseño:	5,0 Kg/cm ²
Presión de Prueba:	6,0 Kg/cm ²
Combustible:	Petróleo Diesel Clase II
Poder Calorífico Inferior:	8.760 Kcal/L
Consumo Máximo de Combustible:	70 L/h o 70 Kg/h
Rendimiento:	82 %
Volumen de Agua	1,84 m ³
Largo, Ancho y Altura Total:	2.800 mm, 1.665 mm y 1.700 mm
Peso sin agua ± 5 %:	4.050 Kg
Peso con agua en Operación	5.690 Kg

Fuente: e-SEIA.

En cuanto a las emisiones producidas por la caldera, estas son producto de la combustión generada por los 70 L/h de petróleo diesel en un evento de máxima exigencia de la planta, la que funcionará 10 horas continuas principalmente en la temporada de verano (noviembre - abril), generando 232,98 Kg./h de CO; 3,74 Kg./h de SO₂; 0,567 Kg./h de NO₂; a una temperatura de 85 °C, estas emisiones, serán liberados a la atmósfera a 16 m de altura por un ducto de escape de 8 pulg de diámetro.

La emisión de material particulado en escape por la chimenea debería estar en el orden de 25 mg/m³N de gases emitidos esto es una emisión de 0,025 25 g/m³ de gases de escape. Si la cantidad de gases es de 1149 m³N/h esto da 0,3192 m³/s lo que implica una emisión de **0,00797 g/s de material particulado**.

La RCA N° 176 del 13 de junio del 2007, no establece restricciones a las emisiones, únicamente señala medidas de seguimiento a las emisiones.

Planta Industrial de Molienda de Cemento, Ventanas, V Región

Titular: Empresas Melón S.A.

Fecha Aprobación: 22-03-2007

Fecha estimada de inicio de operación: Marzo de 2009

El proyecto contempla la construcción y operación de una planta de elaboración y distribución de cemento, ubicada en la V Región, con una capacidad para producir 600.000 toneladas al año.

Tabla 76. Descripción Técnica de la Planta

Característica	Unidad	Valor
Capacidad Anual (promedio)	T	600.000
Potencia Instalada (estimada)	KW	7.500
Requerimiento del Sitio	m ²	60.000
Capacidad de Entrega de Envasado	Sacos/hora	1.100
Sacos	Kg	42,5
Despacho a Granel		Si
Despacho en Big-Bags		Si

Fuente: e-SEIA.



Secador de Materias Primas: Es un equipo que permite el secado de las materias primas de adición del cemento, el secado se produce por el barrido de un flujo de gases a alta temperatura proveniente de un generador de calor que se encuentra en línea con el molino. Este equipo puede funcionar con Petróleo o Gas. El barrido de gases produce la transferencia de calor necesaria para secar los pequeños granos de puzolana, cenizas o escoria y llevarse el vapor de agua.

Silos para el almacenamiento de materias primas: Estructuras cilíndricas cubiertas y completamente cerradas, en las cuales se almacenará el clinker y el cemento. Los materiales son alimentados por la parte superior de los silos y la descarga se realiza por la parte inferior.

Molino: La primera cámara permite la reducción de los materiales alimentados hasta un tamaño de 6 a 8 mm, para lo cual se utilizan bolas de acero de gran tamaño. La segunda cámara se encarga de la refinación de la mezcla de materiales, usando para ello una carga de bolas de acero de inferior tamaño. El molino contará con un generador de gases calientes que tiene por finalidad secar las materias primas hasta el grado de humedad requerido para obtener el producto final. Este generador de gases puede funcionar con Petróleo o Gas. En la boca de salida del molino se separan las corrientes de gases y material. Los gases son conducidos a un filtro que los limpia de partículas antes de salir al ambiente y éstas deben volver al proceso.

Almacenamiento de cemento: El producto terminado es captado, como se indicó anteriormente, por un filtro, y luego enviado mediante un transporte combinado entre fluidizadores mecánicos y elevador de cachos hasta su silo respectivo. Todos los puntos de transferencia incluida la llegada a su punto de stock del producto final contemplan los adecuados sistemas de despolvamiento.

Grupo electrógeno: La planta contará con un sistema de apoyo para los cortes de energía, sólo para iluminación.

El despacho a granel en camiones silo o bigbag (bolsas de 1500 kg.): se realiza a un costado de los silos de almacenamiento de producto terminado, para lo cuál se emplea un sistema de tolvas, en cuya parte inferior se cuenta con mangas retractiles para alimentar los camiones o mangas de alimentación fijas para los bigbag. Este proceso de envasado a granel cuenta con sistemas de aspiración en cada alimentador, conectados a los filtros sobre las tolvas de producto terminado.

Envasado en bolsas de papel: el cemento es alimentado por una reguera desde los silos de producto terminado hasta la tolva al interior del galpón de envasado y almacenamiento de producto terminado. Esta tolva entrega el producto a la maquina de envasado, la que cuenta con sistemas de recuperación del polvo de cemento y además es descompresionada por un filtro de manga en la tolva de alimentación.

Las características de las principales fuente que fueron evaluadas en la DIA corresponden al Molino y Secador, cuyas características son:

Tabla 77. Datos de las Fuentes Emisoras

Chimenea	Secador	Molino
Altura de la chimenea	30 m.	30 m.
Diámetro de la chimenea	2,12 m.	0,98 m.
Velocidad de salida de los gases	11 m/s	11 m/s
Temperatura de salida de los gases	373 °K	373 °K
Temperatura ambiente	293 °K	293 °K

Fuente: e-SEIA.

Tránsito de Camiones con Materias Primas: si bien las emisiones por tránsito vehicular no fueron evaluadas para la etapa de operación, los siguientes antecedentes podrían considerarse en la evaluación en el presente estudio, de las emisiones de polvo resuspendido por tránsito de camiones.

Se entrega la estimación del flujo de camiones con que se evaluó el impacto vial de la operación del Proyecto, en esta estimación se consideró un escenario en que las materias primas son recepcionadas de lunes a sábado desde las 8:00 a las 24:00 horas y el despacho de cemento se realiza de lunes a sábado desde las 7:00 a las 19:00 horas.

Considerando la recepción durante 16 horas al día y el despacho durante 12 horas al día, el peor de los escenarios se presenta en el día, en las horas en que se recepciona materias primas y se despacha el cemento, en resumen este escenario esta dado por:

- Recepción: 4,4 camiones/hora de entrada cargados
4,4 camiones /hora de salida vacíos
- Despacho: 8,7 camiones /hora de entrada vacíos
8,7 camiones /hora de salida cargados

Por lo tanto, el flujo máximo de camiones que se podría presentar para la planta, en una hora, es de 13 camiones entrando más 13 camiones saliendo.

En el proceso existirán dos ductos de evacuación de material particulado, correspondientes al secador de materias primas y al molino. En cada uno de ellos la emisión, por diseño y garantía del fabricante, no superará los 20 mg/m³N. Sin embargo, la experiencia indica que las emisiones en condiciones de operación normal son del orden de los 10 mg/m³N. Las características de los flujos de gases y de las emisiones respectivas son los que se entregan en la siguiente tabla.

Tabla 78. Emisiones de Material Particulado

Ducto	Parámetro	Valor
Secador	Flujo de gases	111.850 m ³ N/h
	Emisión máxima de partículas	20 mg/m ³ N 19,6 ton/año
Molino	Flujo de gases	23.968 m ³ N/h
	Emisión máxima de partículas	20 mg/m ³ N 4,2 ton/año

Fuente: e-SEIA.

Si consideramos los valores reales esperados desde las chimeneas, con una emisión promedio de 10 mg/m³N, tenemos que desde el Secador se emitirán 9,8 ton/año y desde el Molino 2,1 ton/año, lo que da una emisión total para el proyecto de 11,9 ton/año. Las otras emisiones, correspondientes a las fuentes identificadas, corresponden a emisiones fugitivas de material particulado y material particulado resuspendido por tránsito de camiones, las que no fueron evaluadas en la DIA.

En el caso de las emisiones de SO₂ éstas se producirán en el caso de la utilización de petróleo diesel como combustible de respaldo en el caso de desabastecimiento de gas natural para el proyecto.

Las emisiones de dióxido de azufre corresponderán a la operación del generador de gases calientes (molino) con petróleo diesel, por un máximo de 4 meses, tiempo señalado por el proveedor del combustible en que no habría disponibilidad de gas natural. Sin embargo, para efectos de verificar el máximo impacto, las evaluaciones fueron efectuadas en base a la peor condición de operación, estos es considerando la utilización de petróleo durante todo el año.



Finalmente, las emisiones de SO₂ por consumo de petróleo diesel son las siguientes:

Petróleo Diesel: 0,25 (T/mes), en los casos que se presenten problemas de abastecimiento de gas, se utilizará petróleo, considerando la operación con este combustible durante todo el año, las emisiones totales corresponderían a 3 (Ton/Año).

Las exigencias en RCA N° 81 del 21 de marzo de 2007, establecen la **Compensación de emisiones**: el titular deberá compensar las emisiones de material particulado mediante la arborización de 1,32 há, con una densidad de 400 árboles/há. La especie seleccionada para la plantación corresponde a Eucalyptus globulus ("Eucalipto"), esto debido a que el Eucalipto corresponde a una especie siempreverde de rápido crecimiento, importante superficie foliar y que presenta sus mejores desarrollos en zonas costeras con más de 600 mm de precipitaciones⁶.

Se recomienda que, considerando que el sector de emplazamiento del proyecto es una zona declarada saturada por SO₂ y material particulado, el petróleo diesel a utilizar sea el de menor concentración de azufre disponible en el mercado nacional. No se utilizará Petróleo N° 6 en la operación de la planta.

Se establecen medidas de seguimiento a las emisiones, orientadas al muestreo isocinético de emisiones de SO₂ y MP.

Cambio de Combustible de la Central Termoeléctrica Nueva Ventanas

Titular: AES GENER S.A.

Fecha Aprobación: 15/12/2006

AES Gener S.A. ha dispuesto modificar el proyecto Central Termoeléctrica Nueva Ventanas LFC, aprobado mediante R.E. N° 1124/2006 de la COREMA de Valparaíso, con el propósito de cambiar el uso de coque de petróleo como combustible para el funcionamiento de la unidad generadora. Los combustibles que utilizará el proyecto serán carbón bituminoso importado y carbón sub-bituminoso nacional o importado.

El uso exclusivo de estos combustibles requerirá introducir cambios en el equipamiento del proyecto, siendo más apropiado incorporar la tecnología de carbón pulverizado a cambio de la caldera LFC.

⁶ Incluido en ICE.

La caldera de carbón pulverizado requerirá sistemas de abatimiento independientes para controlar estas emisiones, tales como: un desulfurizador (de SOx) de los gases de combustión para controlar las emisiones de SO₂ y un sistema de quemadores de bajo NOx, incluyendo la compensación de emisiones con la Unidad 2 de la Central existente, a objeto de evitar cualquier incremento de concentraciones ambientales de ambos contaminantes.

Con este nuevo diseño las emisiones de SO₂ originales del proyecto se reducirán de 866 kg/h a 421 kg/h. Además, en el escenario en que el proyecto deba operar en conjunto con las otras unidades de la Central existente, se aplicará la medida de compensación de estas emisiones en los mismos términos que lo establecido en la R.E. N° 1124/2006 de la COREMA de Valparaíso que aprobó el proyecto.

Por su parte, el diferencial de emisiones de NOx que tendrá la nueva tecnología con respecto a la anterior, equivalente a 102 kg/h, será completamente compensado mediante un cambio de los quemadores de la Unidad 2 de la Central existente, correspondiente a dispositivos de bajo NOx (low NOx).

La modificación al proyecto considera la instalación de un Generador de vapor o Caldera de Carbón Pulverizado (PC) que utilizará carbón bituminoso o sub-bituminoso.

Las principales características de la unidad generadora son:

Tabla 79. Características Unidad Generadora Nueva Ventanas

Parámetro	Unidad	Valor
Potencia bruta	MW	267
Consumos propios	MW	27
Potencia neta	MW	240
Eficiencia neta	%	36,3

Fuente: AES GENER S.A.

Este nuevo proyecto considera la utilización de los siguientes equipos de control de emisiones de SOx, NOx y MP:

- Sistema de control de emisiones de SO₂: desulfurizador del tipo semi seco, el que estará compuesto, a su vez de:
- Sistema de almacenamiento de cal

- Sistema de hidratación y mezclador
- Reactor
- Sistema de control de emisiones de NOx: quemadores "low NOx"
- Sistema de control de emisiones de material particulado: filtros de ceniza volante

Los insumos para la presente modificación de proyecto son:

Tabla 80. Insumos Modificación Central Nueva Ventanas

INSUMO	CONSUMO	Origen del Suministro
Carbón bituminoso	93 T/hr	Importado
Carbón sub bituminoso	150 T/año	Importado o nacional
Agua desalada	80 m ³ /h (unidad 2 y Nueva Ventanas)	Planta desaladora
Cal	3 m ³ /h (unidad 2 y Nueva Ventanas)	Importado o nacional
Petróleo diesel	40 m ³ por partida	Nacional
Petróleo N° 6	60 m ³ por partida	Nacional

Fuente: AES GENER S.A.

El Petróleo N° 5 tendrá un máximo de 0,1% (m/m) de ceniza y un máximo de 4%(m/m) de azufre.

En el caso del Petróleo Diesel, éste contendrá un 0,01%(m/m) máximo de ceniza y un 0,035 %(m/m) de azufre.

El detalle de los equipos de abatimiento se presenta a continuación:

Sistema de Control de Emisiones NOx

Para el control de emisiones de NOx se utilizarán quemadores tangenciales, ubicados en la esquinas del hogar. Éste tipo de quemadores produce un vórtice en la llama que

permite un mayor tiempo de residencia de las partículas de combustible en el hogar y con ello una combustión más lenta con menor producción de NOx.

Sistema de Control de Emisiones SO₂

Para el control de las emisiones de anhídrido sulfuroso del proyecto se instalará un desulfurizador del tipo semi seco en la Central Nueva Ventanas. En el caso que el proyecto opere en forma conjunta con la central existente, se instalará un dispositivo de características similares en la Unidad 2 que permitirá reducir el 100% de estas emisiones, como medida de compensación.

Este dispositivo es utilizado para el control de emisiones cuando se utilizan carbones de bajo azufre, inferior a 2%, que es el caso de los combustibles que usará el proyecto. El flujo de gases es tratado en el sistema de absorción donde es mezclado con un flujo cal (CaO). Parte del CaSO₃ formado reacciona con el oxígeno presente en el flujo de gases formando sulfato de calcio (CaSO₄) conocido comercialmente como yeso.

Las características del desulfurizador semi seco que formará parte del sistema de control de emisiones de la Central Nueva Ventanas son las siguientes:

Tabla 81. Características Desulfurizador Central Nueva Ventanas

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
SO ₂ en chimenea	mg/Nm ³	450
	Kg/h	421
Consumo de cal	T/hora	1,5
Consumo de agua	m ³ /h	40
Sub productos.	T/hora	3

Fuente: AES GENER S.A.

En el caso de la Unidad 2 de la Central Ventanas existente, se considera la compensación del 100% de las emisiones producidas por la Central Nueva Ventanas, esto significa que de las emisiones originales de la Unidad 2, se reducirán 421 kg/h de SO₂, correspondientes a las emisiones de la nueva unidad. Ello se realizará mediante la instalación de un desulfurizador del tipo semi seco, similar al descrito anteriormente para el proyecto.

Las características del desulfurizador semi seco que formará parte del sistema de control de emisiones de la Unidad 2 son las siguientes:

Tabla 82. Consumos y Características de Emisión Desulfurizador Unidad 2

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
SO ₂ en chimenea	Kg/h	838
Consumo de cal	T/hora	1,5
Consumo de agua	m ³ /h	40
Sub productos.	T/hora	3

Fuente: AES GENER S.A.

Sistema de Control de Emisiones de MP

La unidad, dispondrá de un filtro colector de polvo denominado filtro de manga de alta eficiencia.

Principales Emisiones del Proyecto

Emisiones de NO_x

Con la tecnología "Low NO_x" se logran emisiones de NO_x del orden de 513 mg/m³, las que equivalen a 11,52 ton/día para el proyecto modificado. No obstante, las emisiones de NO_x del proyecto original corresponden a 9 ton/día, lo que implica una emisión adicional de 2,52 ton/día.

Con el propósito que la adaptación del proyecto al cambio de combustible no provoque un aumento de las emisiones de óxidos de nitrógeno respecto al proyecto original aprobado mediante R.E. N° 1124/2006 de la COREMA de Valparaíso, AES Gener reducirá este diferencial de emisiones mediante un mejoramiento en el sistema de combustión de la Unidad 2 de la Central existente que consistirá en el cambio de los quemadores existentes por dispositivos de la misma tecnología que el proyecto ("low NO_x").

En consecuencia, las emisiones de NO_x del proyecto se mantendrán sin alteraciones respecto de lo autorizado en dicha resolución.

Emisiones de SO₂

Las emisiones de dióxido de azufre para la central nueva ventanas es la siguiente:

Central Nueva Ventanas: 10,1 Ton/día SO₂

Adicionalmente, se considera una compensación del 110% de las emisiones de SO₂ desde la Unidad 2 de la Central Ventanas.

Emisiones de MP

El Filtro Manga permitirá asegurar una emisión de material particulado de 47 mg/m³N (44 kg/h).

Las emisiones finales del proyecto modificado Nueva Ventanas se presentan a continuación:

Tabla 83. Emisiones Proyecto Modificación Central Nueva Ventanas

Parámetro	Emisiones del Proyecto Modificado (sin compensaciones)	Compensaciones
SO ₂	10,10 (Ton/día)	110% del total (10,1 – 11,1 = disminución de 1 Ton/día)
NO _x	11,52 (Ton/día)	120% del diferencial de emisiones (11,52 – 3,02 = 8,5 Ton/día)
MP ₁₀	1,06 (Ton/Día)	---

Fuente: e-SEIA.

Exigencias en RCA N° 1632 del 21 de Noviembre de 2006

La Central Nueva Ventanas (NV2) incluirá una caldera de carbón pulverizado con sistemas de abatimiento independientes (un desulfurizador semi-seco para controlar las emisiones de SO₂ y un sistema de quemadores de bajo NO_x), la compensación de emisiones de SO₂ y de NO_x en la Unidad 2 de la Central existente, la disminución de emisiones de MP y la eliminación de las emisiones de vanadio y níquel al no utilizar carbón de petróleo como combustible.

Las emisiones de SO₂ del proyecto original se reducirán de 20,8 a 10,1 ton/día debido al cambio de combustible y a la implementación de un desulfurizador semiseco en la Unidad Nueva Ventanas. Ello se complementará con la instalación de un desulfurizador semiseco en la Unidad 2, sustituyendo al DeSO_x húmedo acordado en la Res. Ex. N°1124/06 de la COREMA Región de Valparaíso, de modo de compensar dichas emisiones en un 110%.



Para el abatimiento de emisiones de NOx se implementarán quemadores tangenciales, ubicados en las esquinas del hogar de la caldera PC. Las emisiones de NOx del proyecto original correspondían a 9 ton/día, en tanto que con la caldera de carbón pulverizado se lograrán emisiones de NOx de 11,52 ton/día lo que implicará una emisión adicional de 2,52 ton/día. El diferencial de emisiones se reducirá mediante un mejoramiento en el sistema de combustión de la Unidad 2 de la Central existente a través del cambio de los quemadores existentes por dispositivos de la misma tecnología que el proyecto ("low NOx"). El Titular ha comprometido la compensación del 120% de dicho diferencial de emisiones (3,02 ton/día) con lo que las emisiones serán de 8,5 ton/día, menores a las del proyecto original.

Sustitución de los precipitadores electrostáticos originalmente considerados para la Central Nueva Ventanas por un filtro de mangas de alta eficiencia, lo que según los proveedores de estos equipos asegurará una emisión máxima de 1,06 ton/día.

Programa de Mantenimiento de las pantallas protectoras en torno a las pilas de combustible (Adenda 1), según lo solicitado en el Considerando 12.18 de la Res. Ex. N°1124/06 de la COREMA Región de Valparaíso.

Acopio Ventanas

Titular: Empresas Melón S.A.

Fecha Aprobación: 30-10-2006

La operación de este centro de acopio considera la implementación de las operaciones de porteo, recepción, almacenamiento de la carga, proceso y distribución de carbón térmico y petcoke, ambos combustibles autorizados en los procesos de producción de cemento, en la planta Industrial de La Calera.

El proyecto considera como principales instalaciones las áreas de acopio de combustibles a granel. Las áreas de acopio corresponden a terrazas con cubierta para el suelo de estabilizado y con canales de contorno para capturar y conducir el agua de aspersión (cuando ésta sea necesaria) y/o de escorrentía hacia el sistema de recuperación de agua.

Se implementará una Planta de Selección y Chancado para procesar el combustible almacenado y controlar su granulometría a una tasa promedio de 650 TM/día, con un máximo de procesamiento estimado en 900 TM/día.

Principales Fuentes de Emisión

Las principales fuentes de emisión son:

- Emisiones de MP por tránsito en caminos pavimentados y no pavimentados.
- Emisiones por manejo de combustible a granel.
- Emisiones en Planta de selección y chancado
- Emisiones por tránsito interno

Es necesario considerar que durante el período de operación también habrá un aporte a las emisiones de la zona debido a las actividades portuarias que se generarán al alero de este proyecto.

Considerando el volumen a consumir, se espera un arribo mínimo de 2 naves tipo handymax 2 al año y un máximo de 4 naves tipo handymax al año. Si el tamaño de las naves aumenta (por ejemplo, nave tipo PANAMAX de 60.000 a 70.000 ton de capacidad), entonces el numero de eventos disminuye proporcionalmente y viceversa, manteniéndose constante el volumen anual y el número de días anual de porteo mínimo y máximo. La descarga de material se hará a través de Puerto Ventanas S.A.

Principales Emisiones del Proyecto

Las emisiones totales de MP₁₀ asociadas al proyecto durante su operación son resumidas en la siguiente Tabla:

Tabla 84. Emisiones Proyecto

ACTIVIDAD		EMISIÓN (T/año)
Emisiones exteriores	Transito vías no pavimentadas	2,22
	Transito vías pavimentadas	2,94
Emisiones interiores	Manejo de combustible a granel	0,015
	Planta selección y chancado	0,108
	Transito interno	0,371
Total		5,654

Fuente: e-SEIA.

Exigencias en RCA N° 1632 del 21 de Noviembre de 2006

Las exigencias establecidas en la RCA N° 1632/2006 son:

- Implementación de un cerco protector perimetral con malla Raschel.
- Aplicación dosificada de agentes costrantes (Anexo N°6: Hoja de Seguridad, DIA) sobre la superficie de los acopios para evitar la segregación y dispersión por acción eólica o pluvial, dejando libre del mencionado agente sólo el frente de extracción del acopio.
- Instalación de carpas de protección sobre las canchas de acopio, en períodos especialmente lluviosos y/o ventosos.
- Nebulizaciones en el acopio de la planta de proceso con camión aljibe en caso de pérdida notoria de humedad superficial del combustible procesado al observar presencia de polvillo en suspensión.
- Riego dosificado del piso de cancha con solución de agua y agente surfactante (Anexo N°6: Hoja de Seguridad, DIA), en áreas de circulación de maquinarias.
- Operación confinada del proceso de selección y chancado.
- Para controlar el levantamiento de finos que pudiera originar la transferencia al stockpile de proceso, se contemplará mantener la altura de acopio a no más de 50 cm. del punto de evacuación de la cinta transportadora.
- Aplicación de un supresante para polvo a la base de estabilizado (Bishofita= RoadMag) en el tramo a utilizar de la Ruta 2-A-9, la que incluirá una mantención cada 6 meses (Anexo 9; Adenda 1).

Descripción de Proyectos Aprobados y en Calificación en el SEIA - 2007

A continuación se resumen los proyectos ingresados al SEIA durante 2007 y que fueron aprobados durante ese período o posterior a él, ubicados en la comuna de Quintero y Puchuncaví, que por su descripción podrían generar emisiones de gases o material particulado durante su período de operación.

Los proyectos aprobados identificados en las comunas señaladas anteriormente se muestran a continuación:

Tabla 85. Proyectos Aprobados en el SEIA – Presentados 2007

Nombre	Tipo	Titular	Estado	Comuna	Fecha Aprobación
Central Termoeléctrica Campiche	EIA	AES GENER S.A	Aprobado	Puchuncaví	09-05-2008
Central Termoeléctrica Quintero	EIA	Empresa Nacional de Electricidad S.A. ENDESA	Aprobado	Quintero	08-08-2008
Ampliación de Capacidad de Almacenamiento Terminal Marítimo Quintero OXIQUM S.A (e-seia)	DIA	OXIQUM S.A.	Aprobado	Puchuncaví	21-11-2007
Ajuste de la Disposición General de las Instalaciones de la Central Nueva Ventanas (e-seia)	DIA	Empresa Eléctrica Ventanas S.A.	Aprobado	Puchuncaví	17-10-2007
DIA Construcción Etapa II TPI Bunkers (e-seia)	DIA	Compañía de Petróleos de Chile COPEC S.A.	Aprobado	Quintero	21-11-2007
Modificación del Muelle del Terminal Marítimo de Gas Natural Licuado (e-seia)	DIA	GNL Quintero S.A.	Aprobado	Quintero	23-05-2007

Fuente: e-SEIA.

Central Termoeléctrica Campiche

Titular: AES GENER S.A

Fecha Aprobación: 09-05-2008

Fecha estimada de inicio de operación: Segundo semestre 2011

El proyecto considera la instalación y operación de una nueva central termoeléctrica para ser despachada al SIC, equipada con tecnología de combustión de carbón pulverizado (PC) de última generación, de aproximadamente 270 MW de potencia bruta, que utilizará carbón bituminoso y subbituminoso como combustible.

Contará con una planta desulfuradora de gases (Flue Gas Desulphurization; SDA) para el abatimiento del dióxido de azufre (SO₂), filtros para retener el material particulado y un sistema de quemadores de baja producción de óxidos de nitrógeno (NO_x). Asimismo, el Proyecto contempla la implementación de un segundo desulfurizador en la Unidad 2 de la Central Ventanas existente, a objeto de compensar en un 110% sus emisiones de dióxido de azufre (SO₂).

Principales Fuentes de Emisión

Corresponde a la caldera de generación de la Central, la que será del tipo carbón pulverizado y utilizará carbón tipo bituminoso o mezcla de sub-bituminoso con bituminoso. Algunas de las características de la caldera se muestran a continuación:

Tabla 86. Características y Emisiones del Proyecto

PARAMETRO	UNIDAD	Central Termoeléctrica Campiche
Potencia nominal	MW	260
Ubicación (Batum Psad 56)	m	E:267673 N:6374211
Altura de Chimenea	m	95
Elevación de la base	m	5
Diámetro de la chimenea	m	4,8
Velocidad de salida de los gases	m/s	18,6
Temperatura de salida de los gases	K	354
Dióxido de Azufre (SO ₂)	g/s	117
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	g/s	133,4
Material Particulado	g/s	12,3

Fuente: AES GENER S.A.

La unidad contará con los siguientes sistemas de control de emisiones:

- Control de emisiones de NO_x con quemadores tangenciales.
- Control de emisiones de SO_x con desulfurizador del tipo semi seco (SDA: Spray Dryer Absorber).
- Control de emisiones de MP con filtro de manga "aguas abajo" del desulfurizador, cuya eficiencia será de 99%.

El caudal de salida de gases es de 936 Nm³/h.

En atención al despacho de las unidades, éste está dado por el costo marginal de cada unidad. Las unidades de Central Ventanas, así como Central Nueva Ventanas y Central Campiche, serán operadas de acuerdo al despacho o programación del CDEC-SIC.

El orden de despacho que efectuará el CDEC-SIC será el siguiente:

- Primer lugar en despacho: Central Campiche y Central Nueva Ventanas
- Segundo lugar en despacho: Unidad 2 de Central Ventanas
- Tercer lugar en despacho: Unidad 1 de Central Ventanas.

Existen otras fuentes de emisiones menores, como el manejo del material combustible, el aumento del material procesado por el molino de carbón, el aumento de las horas de operación y n° de maquinaria interna, así como el aumento de la operación portuaria por el aumento en la demanda de combustible. Estos antecedentes no han sido evaluados por el EIA.

Principales Emisiones del Proyecto.

Producto de la combustión del combustible sólido se emitirá a la atmósfera un flujo gaseoso caracterizado principalmente por la presencia de dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de carbono (CO₂), vapor de agua y material particulado (MP₁₀).

A su vez, se producirán residuos sólidos constituidos por yeso, cal no reaccionada y cenizas.

Las emisiones máximas estimadas considerando el uso de carbón o petróleo N° 5 se muestran a continuación:

Tabla 87. Emisiones Caldera Generación Utilizando Carbón

Parámetro	Emisión (Kg/hora)	Emisión (ton/día)
SO _x	421,2	10,11
NO _x	480,2	11,52
MP ₁₀	44,0	1,056

Fuente: e-SEIA.

Tabla 88. Emisiones Caldera Generación Utilizando Petróleo N° 5

Parámetro	Emisión (Kg/hora)	Emisión (ton/día)
SOx	363,0	8,71
NOx	226,0	5,42
MP ₁₀	37,8	0,91

Fuente: e-SEIA.

Los gases de escape serían descargados a la atmósfera mediante una chimenea. Para el control de emisiones de NOx se utilizarán quemadores tangenciales, ubicados en la esquinas del hogar. Éste tipo de quemadores produce un vórtice en la llama, que permite un mayor tiempo de residencia de las partículas de combustible en el hogar y con ello una combustión más lenta con menor producción de NOx. Con esta tecnología se logran emisiones de NOx del orden de 513 mg/m³, las que equivalen a 11,52 ton/día.

Para el control de las emisiones de anhídrido sulfuroso del Proyecto se instalará un desulfurizador del tipo semi seco (SDA: Spray Dryer Absorber) en la salida de gases de la caldera, con ello el Proyecto emitirá un máximo de 450 mg/m³N (421 kg/h). Este dispositivo es utilizado para el control de emisiones cuando se utilizan carbones de bajo azufre, inferior a 2%, que es el caso de los combustibles que usará el Proyecto.

Los gases provenientes de la caldera serán introducidos por la parte superior de la torre y descargados en su parte media.

Los residuos del proceso (yeso, CaSO₃, hidróxido de calcio y cenizas) serán dispuestos en el depósito de ceniza del Proyecto. Para captar el polvo y/o la ceniza volante, se dispondrán de un filtro de manga "aguas abajo" del desulfurizador, cuya eficiencia será de 99%.

La compensación de emisiones de SO₂ del Proyecto se llevará a cabo reduciendo el equivalente al 110% de sus emisiones, en la Unidad 2 existente. Vale decir, reduciendo la emisión de SO₂ de esta unidad en 463 (kg/h). Esta reducción será adicional a la ya estipulada como medida de compensación de la Central Nueva Ventanas proyectada. La compensación se realizará mediante la instalación de un segundo desulfurizador en esta unidad.

El desulfurizador será del tipo semi seco, similar al que se instalará para el Proyecto y se ubicará aguas abajo del filtro de partículas, en el segundo pantalón del ducto de descarga de gases de esta unidad.

Emisiones Fugitivas

Las emisiones fugitivas de particulado debido al uso del sistema de manejo de combustible son del orden de 0,478 ton/año.

Exigencias en RCA N° 499 del 9 de Mayo de 2008

Emisiones de SO₂

Compensación de emisiones por dos mecanismos:

- **Operación de un desulfurizador:** Compensación del 110% de las emisiones de dióxido de azufre de Central Campiche, a través de la instalación y operación de un segundo desulfurizador (70% eficiencia) en el segundo ramal de salida de gases de la caldera de la Unidad 2 de Central Ventanas. Esto significa que se abatirán 463 kg/h de SO₂ de la Unidad 2, adicionales a los ya abatidos como compensación del proyecto Nueva Ventanas.
- **Orden de despacho:** corresponderá al desplazamiento de la operación de la Unidad 2 de Central Ventanas por la Central Campiche, esto quiere decir que por su prioridad de despacho será esta última central la que opere en lugar de la Unidad 2. Bajo este contexto los siguientes serían los escenarios de emisiones de SO₂ considerando la operación de varias unidades en conjunto:

Tabla 89. Escenarios de Emisiones de SO₂

Requerimiento Energético	Sin Proyecto		Con Proyecto	
	Unidades Operando	Potencia Bruta (MW)	Unidades Operando	Potencia Bruta (MW)
Menor	Central Nueva Ventanas	270	Central Nueva Ventanas o Central Campiche	270
Normal	Central Nueva Ventanas + Unidad 2 + Unidad 1	610	Central Nva. Ventanas + Central Campiche	540

Mayor	Central Nva. Ventanas + Unidad 2 + Unidad 1	610	Central Nueva Ventanas + Central Campiche + Unidad 2 + Unidad 1	880
-------	---	-----	---	-----

Fuente: e-SEIA.

Finalmente las emisiones de SO₂ considerando los escenarios de despacho señalados son:

Tabla 90. Escenarios de Emisiones Según Despacho

Escenario		Emisiones máximas (Ton/año)*	
Sin proyecto	Con proyecto	Sin proyecto	Con proyecto
Central Nueva Ventanas	Central Nva. Ventanas o Central Campiche	3.688	3.688
Central Nva. Ventanas + Unidad 2	Central Nva. Ventanas + Central Campiche	10.659 ⁽¹⁾	7.376
Central Nva. Ventanas + Unidad 2 + Unidad 1	Central Nva. Ventanas + Central Campiche + Unidad 2	17.579 ⁽¹⁾	10.290 ⁽²⁾
	Central Nva. Ventanas + Central Campiche + Unidad 2 + Unidad 1	17.579 ⁽¹⁾	17.210 ⁽²⁾

* Considerando una operación de 365 días las 24 horas del día

⁽¹⁾ Se incluye la compensación de emisiones de SO₂ del 110% de Central Nueva Ventanas

⁽²⁾ Se incluye la compensación de emisiones de SO₂ del 110% de Central Nueva Ventanas y de Central Campiche

Emisiones de MP₁₀.

Compensación de emisiones: El proyecto debe compensar las emisiones de 1,056 ton/día de MP₁₀ en un 110%, a través de la pavimentación de un tramo de la ruta F-190 (camino Puchuncaví – Valle Alegre), en una longitud de 2 kilómetros, o su equivalente en una calle de la comuna de Puchuncaví, previo el inicio de operación de la Central. Instalación de Filtro Manga en la caldera con eficiencia mínima de 99%.

Instalación de una pantalla cortaviento en el borde norte y poniente de la cancha de acopio como compromiso de acuerdo a la Res. Ex. N° 1124/06 de la COREMA V

Región de Valparaíso. Esto permitirá reducir en un 97% las emisiones fugitivas de polvo de carbón. Además deberá complementarse con vegetación.

Medidas para el manejo de combustible:

- Compactación de la pilas durante descarga (pila activa)
- Humectación del carbón en la boca de descarga
- Compactación y humectación periódica de pilas de reclamo
- Limpieza de todos los equipos de descarga
- Aplicación de supresores de polvo, en pilas de acopio.

Humectación de caminos de tránsito con camión aljibe.

Emisiones de NOx.

La caldera de la Central contará con quemadores de baja emisión de NOx.

Plan de Ajuste Dinámico de Operación.

Considerará, entre otros, la definición de procedimientos operacionales de control de emisiones comprometidas y medidas operacionales para asegurar el cumplimiento de la normativa de calidad del aire.

Las medidas correctivas del Plan de Ajuste Dinámico de operación son las siguientes:

Tabla 91. Plan de Ajuste Dinámico de Operación

Evento	Medida	Forma de Cumplimiento
Se verifican emisiones cercanas al límite de los niveles comprometidos	Revisión y seguimiento de la operación de la central	Verificación técnica de los sistemas de abatimiento de la Central y Unidad 2 de la Central Ventanas
Se verifican fallas en los equipos de abatimiento de emisiones de la Central y en el desulfurizador de la Unidad 2 de Central Ventanas.	Reducción de emisiones de MP, NOx y SO ₂ .	Ajuste gradual del nivel de carga de la Central hasta su eventual paralización si fuese necesario, en coordinación con el CDEC-SIC.



Fuente: e-SEIA.

Central Termoeléctrica Quintero.

Titular: ENDESA

Fecha Aprobación: 08/08/2008

Fecha estimada de inicio de operación: Marzo 2009

El proyecto "Central Termoeléctrica Quintero" contempla una potencia bruta aproximada de 240 MW y estará compuesto por dos turbinas de 120 MW cada una. La central operará en ciclo abierto y utilizará gas natural licuado (GNL) como combustible principal y petróleo diésel como combustible de respaldo. El GNL será suministrado por la Planta de Regasificación de GNL, propiedad de la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP).

La energía que generará la Central Termoeléctrica Quintero será entregada al Sistema Interconectado Central (SIC) mediante una línea proyectada (no considerada en este EIA) denominada Línea de Transmisión Eléctrica Central Quintero – Subestación San Luis.

Esta central para su operación, estará sujeta al despacho del Centro de Despacho Económico de Carga del SIC (CDEC - SIC). Se estima una generación aproximada de 250 GWh por año, la cual será entregada al Sistema Interconectado Central.

La energía termoeléctrica es un respaldo en caso de emergencias ocasionadas por posibles sequías y la consecuente disminución de los caudales de los cuales depende el funcionamiento de las centrales hidroeléctricas. También permitirá enfrentar en mejor forma las sucesivas disminuciones de envío de gas natural desde Argentina, pues el GNL será provisto por la Planta regasificadora de ENAP.

En una primera etapa, la Central Termoeléctrica Quintero funcionará con petróleo diésel. Una vez que se disponga de GNL, la central operará con este combustible, quedando el petróleo diésel sólo como combustible de respaldo.

La zona de emplazamiento del proyecto "Central Termoeléctrica Quintero" se encuentra al norte de la localidad de Quintero, en el sector denominado El Monte, en un terreno adyacente al terminal de la refinería ENAP y terminal GNL.

La generación eléctrica de las dos turbinas que conformarán la Central Termoeléctrica Quintero se realizará bajo la modalidad de ciclo abierto.

En el proceso de ciclo abierto el combustible se quema en la cámara de combustión de las turbinas, generando gases de escape que salen por la chimenea a aproximadamente 818°K (545 °C). La energía generada es entregada a los álabes del rotor de la turbina, haciendo girar éste a 3.000 rpm. El rotor de la turbina impulsa a su vez al generador, produciendo energía eléctrica, cuyo voltaje se eleva de 15 kV a 220 kV, que es el voltaje de transmisión de la red transversal del SIC.

Cada una de las unidades turbogeneradores de gas será de aproximadamente 120 MW de potencia nominal y 3.000 rpm, y estará diseñada para operar dualmente con gas natural y petróleo diésel. Su consumo nominal será de 36.000 Nm³/h de gas y 37 m³/h de petróleo por turbina.

Características operacionales:

- Consumo específico de calor bruto: 2.545 kcal/kWh
- Temperatura de los gases de salida: 545°C
- Rendimiento bruto: 33,8%
- Disponibilidad: 82%

Los quemadores de las turbinas tendrán habilitado un sistema de abatimiento de los óxidos de nitrógeno (NOx) llamado Dry Low NOx que permitirá reducir significativamente la emisión.

Los gases de escape serán descargados a la atmósfera mediante sendas chimeneas con silenciador, ubicadas en cada turbina, cuyas dimensiones y características del flujo se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 92. Características del Flujo de Gases

Parámetro	Unidad	Valor
Altura	m	18
Diámetro interior de la chimenea	m	6,34
Caudal de gases de escape	Nm ³ /h	1.131.000
Temperatura de gases a la salida de la chimenea	°K	818
Densidad de los gases a 15 °C	Kg/m ³	1,311
Velocidad de gases en la chimenea	m/s	27,8

Fuente: e-SEIA.

Las emisiones de gases de la central serán medidas en forma continua durante toda la vida útil del proyecto. Cuando la central opere con gas natural se medirá en línea los siguientes parámetros: temperatura, caudal de gases, monóxido de carbono (CO), óxido de nitrógeno (NOx) y hidrocarburos totales (HCT). Adicionalmente, cuando la central opere con petróleo diésel se medirá material particulado y dióxido de azufre (SO₂).

El monitoreo y control de estos parámetros se ejecutará desde la sala de control. Cada chimenea de gases de escape tendrá la instrumentación necesaria para la medición continua de los parámetros antes mencionados.

Adicionalmente, la Central Quintero considera la utilización de un **Grupo Electrónico** de respaldo de 750 kVA, a base de petróleo diésel.

Principales Emisiones del Proyecto

El proyecto Central Quintero consiste en la operación de dos unidades generadoras de 120 MW que utilizan gas natural como combustible principal, y petróleo diésel como combustible de respaldo, y cuyas emisiones se descargan por dos chimeneas. Los parámetros de emisión, así como la localización de las fuentes se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 93. Parámetros de Emisión

Parámetro	Unidad	Chimenea 1	Chimenea 2
Coordenadas UTM E	m	267.198,62	267.160,46
Coordenadas UTM N	m	6.369.564,27	6.369.511,65
Altura de Chimenea	m	18	18
Diámetro de chimenea	m	6,34	6,34
Temperatura de gases	°K	818	818
Velocidad de gases	m/s	27,8	27,8

Fuente: e-SEIA.

Las siguientes tablas muestran las tasas de emisión al considerar la operación con gas natural y petróleo diésel al 100% de carga, respectivamente.

Para el CO operando con petróleo diésel, se ha considerado una tasa de emisión mayor, correspondiente a una potencia de 65 MW (alrededor de 54% de carga), a fin de evaluar el peor escenario.

Las emisiones totales (ambas unidades generadoras) anuales según tipo de combustible son las siguientes:

Tabla 94. Emisiones con Gas Natural

Parámetro	Unidad	Chimenea 1	Chimenea 2
Emisión PM ₁₀	T/día	0	0
Emisión SO ₂	T/día	0	0
Emisión NO ₂	T/día	0,84	0,84
Emisión CO	T/día	0,82	0,82
Emisión COV	T/día	0,28	0,28

Fuente: e-SEIA.

Tabla 95. Emisiones con Petróleo Diesel

Parámetro	Unidad	Chimenea 1	Chimenea 2
Emisión PM ₁₀	T/día	0,18	0,18
Emisión SO ₂	T/día	0,06	0,06
Emisión NO ₂	T/día	9,0	9,0
Emisión CO	T/día	4,56	4,56
Emisión COV	T/día	0,14	0,14

Fuente: e-SEIA.

Tabla 96. Emisión Anual (Ton/año) Según Combustible Consumido

Parámetro	Gas natural	Petróleo Diesel
Emisión PM ₁₀	0	131,4
Emisión SO ₂	0	43,8
Emisión NO ₂	613,2	6.570
Emisión CO	598,6	3.328,8
Emisión COV	204,4	102,2

Fuente: e-SEIA.

Exigencias en RCA N° 922 del 09 de Agosto de 2008-10-22

El Titular ha señalado que el factor de carga estimado probabilísticamente para los primeros años de operación comercial usando petróleo diesel en promedio será de 21%, vale decir 77 días anuales de generación (EIA; Cap.6, Tabla 6.3).

El gas natural proveniente de la planta regasificadora de GNL en Quintero será suministrado a través de un gasoducto que no forma parte del presente proyecto. Se estima un consumo de 1.728.000 Nm³/día de GNL para las 2 unidades; considerando la operación a carga máxima de ambas turbinas el consumo específico será de 54,1 ton/hr de GNL. En situaciones de emergencia (según lo señalado en el Considerando 12.4 de la presente Resolución), se utilizará petróleo diesel A1 como combustible de respaldo; el consumo estimado será de 1.584 m³ diarios (55,9 ton/hr) considerando ambas turbinas funcionando a máxima carga. En caso de no existir disponibilidad de petróleo grado A1, se utilizará el mejor combustible disponible en el mercado, lo cual será informado a la Autoridad Sanitaria y COREMA V Región.

Las exigencias del proyecto relacionadas con los impactos de las emisiones atmosféricas son:

Impacto por MP₁₀

Compensación al menos del 100 % de las emisiones de MP₁₀ mediante la pavimentación de 6,91 Km. de calles ubicadas tanto en la localidad de Loncura como en la localidad de La Greda (Adenda N° 3, Anexo A, Fig.1-3).

Según lo señalado en el Plan de Pavimentación (Adenda 3, Anexo A), el análisis indica que la compensación corresponderá al 191 % de las emisiones de PM₁₀ (0,69 ton/día).

Impacto por SO₂

Compensación del 100% del SO₂ emitido al operar en la condición más desfavorable, es decir, operando las dos unidades a plena carga, con petróleo diesel A1 los 365 días al año, a una tasa total de 0,12 ton/día.

Dicho Plan de Compensación consiste en subvencionar a la División Ventanas de CODELCO el reemplazo del Fuel Oil N° 6 por petróleo diesel Grado B, en una de sus tres calderas; actualmente, y ante la restricción de suministro de gas natural, CODELCO División Ventanas está utilizando Fuel Oil N°6 (máximo 5% m/m de azufre), combustible contemplado como de respaldo para su operación en situación de emergencia.



Como medida de compensación se reemplazará al menos durante 5,3 días consecutivos el Fuel Oil por petróleo diesel B (máximo 0,035 % m/m de azufre) en una de las tres calderas de calentamiento de electrolitos de la refinería de CODELCO, con un consumo mínimo de 300 lt/hr.

La RCA contempla un Procedimiento Operacional para ejecutar la compensación de SO₂, que consiste en la generación de una línea base de emisiones de SO₂ en las calderas de CODELCO operando con Fuel Oil Nº 6 a través del monitoreo en línea de las emisiones de este contaminante. Junto con, el titular solicitará a CODELCO muestras de los combustibles Fuel Oil 6 y Petróleo Diesel B.

Un mes antes de la entrada en operación de la Central, Codelco comenzará a utilizar Petróleo Diesel B, al menos en una de sus calderas, durante 9 días, con un consumo mínimo de 300 l/hr.

Al final de los primeros tres meses de operación de la Central Quintero utilizando petróleo diesel A1 como combustible, se comparará la línea base con las mediciones continuas en línea realizadas en la chimenea de la caldera asociada a la medida de compensación. Lo anterior, para ajustar los días de operación de ésta con petróleo diesel B, y asegurar así el cumplimiento de la medida de compensación comprometida.

Impacto por NOx

Las turbinas de la Central incluirán quemadores de baja producción de NOx (Dry Low NOx). Las emisiones generadas considerando tales quemadores corresponderán a 18 ton/día en la condición más desfavorable, es decir, operando las dos unidades a plena carga, con petróleo diesel A1 los 365 días al año.

El Titular se ha comprometido a elaborar el **Plan de Ajuste Dinámico** solicitado por la Autoridad, y presentarlo en un plazo máximo de 60 días antes de la entrada en operación de la Central Quintero.

Respecto del seguimiento de las emisiones y la calidad del aire:

Monitoreo de SO₂.

Se realizará para establecer una línea base de las emisiones de SO₂ de las calderas de CODELCO División Ventanas, para poder corroborar la medida de compensación propuesta por el Titular para la etapa de operación de la Central Quintero. Dichas



calderas deberán estar funcionando con Fuel Oil N° 6, este monitoreo se realizará por un período de tres meses, antes de la entrada en operación de la Central.

Monitoreo de Variables Meteorológicas.

Se realizará para complementar la información disponible del sector, que actualmente es monitoreada exclusivamente por la estación Principal. Se medirá velocidad y dirección del viento; temperatura ambiental y radiación solar. Las mediciones se realizarán en la Estación Meteorológica Central Quintero (nueva estación).

Monitoreo de emisiones en chimenea.

Se realizará para constatar que no se exceden los valores utilizados en las modelaciones adjuntas en la presente evaluación y que han permitido evaluar su impacto. Los parámetros a medir será caudal de gases; NO_x y CO cuando la operación sea con GNL; CO, NO_x, SO₂ y PM₁₀ cuando la operación sea con petróleo diesel. Se contempla medición en línea.

Monitoreo de calidad del aire.

Se realizará para constatar que no se exceden los valores utilizados en las modelaciones adjuntas en la presente evaluación y que han permitido evaluar su impacto. Los parámetros a medir serán NO₂, O₃ y CO, cuando la operación sea con GNL; y NO₂, O₃, CO, PM₁₀ y SO₂ cuando la operación sea con petróleo diesel.

Las mediciones se realizarán en la Estación de Monitoreo Quintero. El Titular presentó 3 alternativas de emplazamiento de dicha estación (Adenda 2, Anexo I); el Comité Técnico de Aire de la V Región (constituido por la Autoridad Sanitaria, el Servicio Agrícola y Ganadero y CONAMA V Región), definirá el emplazamiento específico de ésta previo al inicio de la etapa de operación del proyecto, informando de ello oportunamente al Titular.

Monitoreo de MP₁₀.

Se realizará para constatar la efectividad de la medida de compensación propuesta. Las mediciones se realizarán en el sector de Loncura, en un sitio contiguo a la calle Chimbote; las coordenadas UTM de la estación de monitoreo serán las siguientes: N 6.369.533 E 265.289.



Se realizará mediante un monitoreo continuo de 24 horas, según lo indicado en el Adenda 3, Anexo A, replicando la campaña realizada para establecer la línea base. Se contempla la ejecución de una campaña de monitoreo luego de implementada la medida de compensación (pavimentación de calles). La campaña tendrá una duración de 10 días seguidos, durante las 24 horas de éstos.

Ampliación de Capacidad de Almacenamiento Terminal Marítimo Quintero

Titular: OXIQUIM

Fecha Aprobación:

OXIQUIM S.A. ha proyectado la ampliación de su terminal marítimo en 7.000 [m³] con el fin de aumentar la capacidad de almacenamiento de productos químicos para lo que se construirán cuatro estanques de 500 [m³] y cinco estanques de 1000 [m³], en virtud del aumento de la demanda de productos químicos y aceites bases. El Terminal Marítimo aumentará en un 9,3% su capacidad de almacenamiento.

El proyecto no contempla la instalación y operación de fuentes de emisión. Sin embargo se ha estimado las emisiones producidas por los tubos de escape de los camiones.

Hay que considerar también que el aumento en la capacidad de almacenamiento lleva consigo un aumento en la frecuencia y número de camiones que cargan productos, lo que aumentaría las emisiones de particulado resuspendido. Adicionalmente, existiría un aumento de las operaciones portuarias, que no ha sido evaluado y que eventualmente podría aportar con emisiones de gases y material particulado a la zona de Ventanas.

Principales Emisiones del Proyecto

Las emisiones del proyecto durante su operación fueron estimadas en 0,006 Ton/año de MP₁₀. No hay exigencias relacionadas a emisiones atmosféricas en la etapa de operación del proyecto.

Ajuste de la Disposición General de las Instalaciones de la Central Nueva Ventanas

Titular: AES GENER S.A.

Fecha Aprobación: 17-10-2007

Este "Ajuste de la Disposición General de las Instalaciones de la Central Nueva Ventanas" tiene por objetivo optimizar el uso del terreno que ocupará la Central Termoeléctrica en función del levantamiento de las restricciones territoriales que afectaban el área contigua al proyecto original.

El proyecto se materializará en un terreno perteneciente a AES Gener S.A., quien lo ha arrendado a la Empresa Eléctrica Ventanas S.A. mediante escritura pública. Dicho terreno se encuentra contiguo a la Central Termoeléctrica Ventanas de AES Gener S.A., situada en la localidad de Ventanas, en el área de influencia de la Bahía de Quintero, ambos en la comuna de Puchuncaví, Región de Valparaíso, en la zona costera de Chile Central. La ubicación de la central en coordenadas UTM se muestra a continuación:

Tabla 97. Ubicación de la Central

Fuente	Ubicación		Características de la Chimenea		T° de Gases	Velocidad de Gases
	UTM N	UTM E	Diámetro	Altura	(°K)	(m/s)
Chimenea ubicación antigua	6.373.691	267.390	4,8	95	354	18,6
Chimenea nueva ubicación (*)	6.373.691	267.390	4,8	95	354	18,6

Fuente: Empresa Eléctrica Ventanas S.A.

(*) Las coordenadas han sido actualizadas a la grilla del plano presentado en anexo 1.

Las fuentes de emisión no han variado respecto del proyecto aprobado por R.E. N° 1632/2006.

Las emisiones no han variado respecto del proyecto aprobado por R.E. N° 1632/2006.

Se mantienen las exigencias aprobadas por R.E. N° 1632/2006.

Descripción de Proyectos Aprobados y en Calificación en el SEIA - 2008

A continuación se resumen los proyectos ingresados al SEIA durante 2008 y que fueron aprobados durante ese período, posterior a él o se encuentran en calificación, ubicados en la comuna de Quintero y Puchuncaví, que por su descripción podrían generar emisiones de gases o material particulado durante su período de operación.

Los proyectos identificados en las comunas señaladas anteriormente se muestran a continuación:

Tabla 98. Proyectos Ingresados al SEIA – Presentados 2008

Nombre	Tipo	Titular	Estado	Comuna	Fecha Aprobación
Estanque de Almacenamiento de Productos Limpios T-5024 Terminal Quintero (e-seia)	DIA	Enap Refinerías S.A.	En Calificación	Quintero	N/A
Subestación Eléctrica El Bato (e-seia)	DIA	ENAP REFINERIAS S.A	En Calificación	Quintero	N/A
Central Termoeléctrica Energía Minera		Energía Minera S.A.	En Calificación	Puchuncaví	N/A
Nuevas Instalaciones Alto Mantagua (e-seia)	DIA	INVERSIONES MONTECARLO S.A.	En Calificación	Quintero	N/A
Línea de Transmisión Subterránea de 110 KV entre GNL Quintero y AES Gener (e-seia)	DIA	GNL Quintero S.A.	Aprobado	Quintero	08-04-2008
Central Térmica RC Generación		Río Corriente S.A.	En Calificación	Puchuncaví	N/A

Fuente: e-SEIA.

Estanque de Almacenamiento de Productos Limpios T-5024 Terminal Quintero

Titular: ENAP

Fecha Aprobación: En Calificación

Fecha estimada de inicio de operación: Mayo de 2010

El proyecto consiste en la construcción, instalación y operación de un estanque para el almacenamiento de productos limpios, en particular de Diesel de 35.000 m³ de capacidad, el que estará emplazado al interior del Terminal Quintero de ENAP Refinerías Aconcagua, en la comuna de Quintero, Quinta Región de Valparaíso.

Las dimensiones del estanque serán de 55,80 m de diámetro y 15,75 m de altura, abarcando un área aproximada de 2.500 m².

Su estructura será de planchas de acero carbono, montada sobre una fundación de hormigón. La base del estanque, poseerá una membrana impermeable que impedirá cualquier infiltración al terreno, producto de una fuga desde el fondo.

A su vez el estanque contará con los instrumentos necesarios para su operación, como líneas de interconexión del estanque T-5024 con las instalaciones existentes, válvulas on-off motorizadas en líneas de entrada y salida del estanque, medidor de presión, transmisor de temperatura, medidores de nivel, conectadas al sistema de control distribuido existente en Terminal Quintero, válvulas de retención y de compuerta que reciben y extraen el líquido, techo flotante externo, sistema de protección contra incendio y agitadores. En Anexo 1, se muestra un plano general del estanque.

Las características del estanque se muestran a continuación:

Tabla 99. Características del Estanque.

Parámetro	Unidades	Valor de diseño
Número de estanques	Nº	1
Capacidad Nominal Estanques	m ³	35.000
Producto	Tipo	Limpios
Techo	Tipo	Flotante
Diámetro	M	55,8 m
Altura	M	15,75 m
Peso vacío	Ton	300

Fuente: e-SEIA.

Principales Emisiones del Proyecto

Durante la etapa de operación, no se generarán emisiones de material particulado o gases de combustión, sin embargo se generan emisiones de tipo evaporativas a la atmósfera. (Emisión de hidrocarburos).

La cantidad de emisiones evaporativas que se generarán durante esta etapa son insignificantes. Las emisiones fueron calculadas mediante el Software Tanks versión 4.0.9d, diseñado por American Petroleum Institute (API), sus resultados se presentan a continuación y se pueden expresar como emisiones de COV's:

Tabla 100. Características del Estanque

Parámetro	Gasolina (RVP 7,8) (kg/año)	Kerosene Avión (kg/año)	Diesel (kg/año)
Perdidas por borde del sello	6.976	25,24	19,94
Perdidas por vaciado y llenado	51,85	64,81	65,74
Perdidas por accesorios del techo flotante	2.957	10,7	8,45
Perdidas totales	9.984,85	100,75	94,13

Fuente: e-SEIA.

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA EL BATO

Titular: ENAP

Fecha Aprobación: En Calificación

Las instalaciones actuales de ERSA en el Terminal Quintero tienen una capacidad instalada de potencia eléctrica de 3 MW. De esta capacidad instalada, la demanda máxima utilizada es de 1,8 MW y hacia fines del año 2009 aumentará considerablemente con el cambio de la canasta de crudos que se esperan para el futuro, alcanzando los 12 MW estimados.

La nueva canasta de crudos será más pesada y se requerirá calefacción eléctrica para los estanques. Se consumirá también mayor potencia en los equipos de bombeo de los oleoductos, sistemas contra incendio y se incorporarán nuevas cargas como las de la planta de tratamiento de agua y de otras instalaciones. Por estas razones se requiere aumentar la infraestructura de suministro de eléctrico, lo que se busca conseguir por medio de la construcción de esta nueva subestación.

Para la etapa de operación sólo se considera como posible fuente la operación de un grupo electrógeno de emergencia.

No se tienen antecedentes de las emisiones del grupo electrógeno ya que sólo operará en caso de emergencias.

Central Termoeléctrica Energía Minera

Titular: Energía Minera S.A.

Fecha Aprobación: En Calificación



Fecha estimada de inicio de operación: Abril de 2012

El objetivo es desarrollar una central a carbón que aportará una capacidad de 1.050 MW al SIC, cuya demanda máxima es de 6.313 MW. Energía Minera S.A. espera destinar parte importante de la producción de CTEM a abastecer los consumos de Codelco en esa zona a contar del año 2012.

CTEM se localizará aproximadamente a 8,5 km al norte de la comuna de Quintero, por la ruta Rol F-30-E, en parte de los predios identificados como Lote 4^a y Lote 7.

- **Calderas de Generación a Carbón**

La CTEM contempla tres unidades de generación térmica de 350 MW. Estas unidades son del tipo monoblock consistente cada una en una caldera de tecnología carbón pulverizado ("*pulverizad Coal*", PC) y un turbogenerador a vapor de 175 bar y 541 °C. El sistema de carbón pulverizado, utiliza molinos y pulverizadores de carbón. La potencia del ciclo de vapor (350 MW) de cada unidad tienen un rendimiento de 35% (PCS). La CTEM operará con carbón como combustible principal, considerando petróleo pesado (HFO) como combustible alternativo de respaldo, sólo en caso de emergencias.

Los gases producto de la combustión saldrán del hogar, hacia los siguientes equipos de control de emisiones:

- **Desnitrificador de gases (SCR)**

Este sistema utiliza amoníaco como agente reductor y un catalizador apropiado. El sistema considera una estación de recepción y acondicionamiento para inyección de amoníaco.

- **Precipitador Electroestático**

Tendrá cuatro campos y una eficiencia del 99,8% de captura de MP.

- **Desulfurizadores de gases (FGD)**

La tecnología de abatimiento de SO₂ se hará por medio de agua de mar (*Flue Gas Desulphurization FGD-SW*), con una eficiencia del 95%. Este sistema consiste en utilizar la alcalinidad del agua de mar para absorber el SO₂ de los gases de combustión. Este equipo se instala aguas abajo del filtro de partículas, de tal modo de recibir gases limpios de MP de mayor tamaño.

Los gases limpios serán emitidos a la atmósfera mediante una chimenea de 165 metros de altura (s.n.m.).

Las características de las chimeneas de descarga para cada una de las unidades son las siguientes:

- ❖ Altura sobre la cota de terreno : 130 m (cota terreno: +35 m.s.n.m)
- ❖ Diámetro inferior de la chimenea : 5,8 m
- ❖ Diámetro superior de la chimenea: 5,8 m

Tabla 101. Características del Flujo de Descarga

Chimenea Común	Unidad	UNA UNIDAD	DOS UNIDADES	TRES UNIDADES
Flujo de gases	kg/s	483,7	967,3	1.451
Flujo gases salida chimenea	m ³ /s	448,5	897,0	1.345,5
Temperatura de gases a la salida de la chimenea	°C	82,2	82,2	82,2
Densidad de los gases a la salida de la chimenea	kg/m ³	1,078	1,078	1,078
Velocidad de gases a la salida de la chimenea	m/s	16,97	16,97	16,97

Fuente: e-SEIA.

El consumo de carbón por unidad es de aproximadamente 121,2 Ton/hr.

Tabla 102. Análisis Característico del Carbón Bituminoso

Parámetro	Unidad	Valor
Poder Calorífico Superior (H.H.V.)	kCal/kg	6.350
C	%	58,67
H ₂	%	6,65
O ₂	%	9,98
N ₂	%	1,70
H ₂ O	%	9,00
S	%	1,00
Cenizas	%	13,00
Total	%	100,00

Fuente: e-SEIA.

- **Sistema de Manejo de Combustibles Sólidos**

El combustible será provisto por terceros desde un terminal de desembarque cercano a la planta.

La cancha de carbón se localizará en los terrenos de la CTEM y considerará dos pilas de 15m de altura con una capacidad de almacenamiento total de 450.000 tonelada de carbón, para ambas pilas.

Se dispondrá de mallas Raschell de 16 mts. De altura en el perímetro de la cancha de acopio y la aplicación de un encostrante sobre la capa superior de las pilas de carbón.

- **Clasificación y Molienda de Combustibles Sólidos**

El sistema de manejo utilizará torres de transferencia de carbón hacia los silos de las unidades de la CTEM. En ellas habrá harneros clasificadores y molinos trituradores para dejar al carbón a un tamaño máximo de 2".

- **Depósito de Cenizas**

Tendrá una capacidad de 11.250.000 t en una superficie estimada de 75,5 há, con una vida útil de 30 años aproximadamente. La tasa de generación de cenizas proyectada es de 375.000 Ton/año.

Durante el proceso de carguío de cenizas sobre camiones éstas serán humectadas en la CTEM, para lograr una mayor compactación y logrando un sello superficial lo que evitará cualquier emisión fugitiva de las cenizas durante su traslado, descarga y posterior manejo.

Para la operación del depósito de cenizas el movimiento de camiones será de 44 camiones/días (88 viajes ida-vuelta), cómo máximo para el total de unidades de generación.

Principales Emisiones del Proyecto

Calderas de Generación:

Producto de la combustión de carbón se emitirá a la atmósfera Dióxido de Azufre (SO₂), Óxidos de Nitrógeno (NO_x), Dióxido de Carbono (CO₂), Vapor de Agua y Material Particulado.

Los sistemas de abatimiento para algunos de estos contaminantes son los siguientes:

Material Particulado: Para cada unidad se dispondrá de un Precipitador Electroestático de 4 campos, con una eficiencia del 99,8%. Se espera una concentración no superior a 18 mg/Nm³ en la emisión de PTS.

NO_x: Se contempla la instalación de un desnitrificador de gases SCR, cuyo principal insumo es el amoníaco.

SO₂: Se contempla un sistema de abatimiento por medio de equipos de desulfurización (FGD) en base a agua de mar, para cada unidad.

Las características del flujo de gases considerando la operación de las tres chimeneas en forma simultáneas se muestran a continuación. Las emisiones másicas para cada unidad son las siguientes:

Tabla 103. Emisiones Másicas (Ton/Día)

Combustible	SO ₂	NO _x	MP ₁₀
100% carbón	2,9	4,0	0,32

Fuente: e-SEIA.

Para el caso de la peor condición de emisiones, esto es operando a plena carga, las emisiones para las tres unidades serían las siguientes:

Tabla 104. Máximas Emisiones Tres Unidades - Carbón

TABLA DE EMISIONES			
Carbón	100%	Seco	Húmedo
Caudal Másico	(T/h)	4.852	5.223
Caudal Volumétrico	(Nm ³ /hr)	3.561.504	3.722.911
	(m ³ /hr)	4.702.838	4.843.632
Tº Salida Gases	(ºC)	82,2	82,2
Densidad	Kg/Nm ³	1,36	1,40
Máximo SO ₂	(mg/Nm ³)	102	98
	(Ton/día)	8,7	8,7
Máximo NO _x	(mg/Nm ³)	140	134
	(Ton/día)	12,0	12,0
Máximo PTS	(mg/Nm ³)	18	17
	(Ton/día)	1,2	1,2
Máximo MP ₁₀	(Ton/día)	0,96	0,96
Máximo CO	(mg/Nm ³)	26	24
	(Ton/día)	2,2	2,2
Máximo HCNM	(mg/Nm ³)	2,55	2,44
	(Ton/día)	0,22	0,22
Altura Chimenea	m	130	130
Velocidad salida gases	m/s	16,97	16,97
Nota: mg/Nm ³ a 0ºC y 6% de O ₂			

Fuente: e-SEIA.

Adicionalmente, CTEM considera la operación de las unidades con FO N° 6 (HFO) en caso de no existir disponibilidad de carbón. Este combustible tiene un valor máximo de 1% de azufre.

En este escenario las emisiones serán las siguientes:

Tabla 105. Máximas Emisiones Tres Unidades – FO 6

TABLA DE EMISIONES			
HFO	100%	Seco	Húmedo
Caudal Másico	(T/h)	4.850	4.910
Caudal Volumétrico	(Nm ³ /hr)	3.373.938	3.495.225
	(m ³ /hr)	4.360.163	4.512.164
T° Salida Gases	(°C)	79	79
Densidad	Kg/Nm ³	1,36	1,40
Máximo SO ₂	(mg/Nm ³)	67	64
	(Ton/día)	5,4	5,4
Máximo NO _x	(mg/Nm ³)	140	135
	(Ton/día)	11,4	11,4
Máximo PTS	(mg/Nm ³)	0,1	0,08
	(Ton/día)	0,01	0,01
Máximo MP ₁₀	(Ton/día)	0,008	0,008
Máximo CO	(mg/Nm ³)	17	16
	(Ton/día)	1,4	1,4
Máximo HCNM	(mg/Nm ³)	1,67	1,61
	(Ton/día)	0,14	0,14
Altura Chimenea	m	130	130
Velocidad salida gases	m/s	15,81	15,81
Nota: mg/Nm ³ a 0°C y 6% de O ₂			

Fuente: e-SEIA.

Emisiones de Polvo Fugitivo

Canchas de Acopio de Carbón: Considera emisiones debido a la carga, descarga, chancado y transporte a cada unidad. Las medidas de control de emisiones para estas actividades son las siguientes:

- Torres de transferencias cerradas y techadas con sistemas colectores de polvo y mitigadores.
- Uso de correas tubulares.
- Uso de agua spray en las descargas.
- Uso aglomerante en pilas de acopio.
- Malla perimetral filtrante.
- Nebulizadores de cancha en torres perimetrales.

Depósito de Cenizas: considera la humectación con agua de servicio en las zonas de tránsito. Las cenizas serán humectadas previamente en el CTEM.

Tránsito de Camiones y Maquinaria Entre CTEM y Depósito de Cenizas: se considera el mejoramiento del tramo existente entre la CTEM y el depósito de cenizas por la ruta F-180, mediante la pavimentación de 1 km. Con doble tratamiento asfáltico.

Un resumen de las emisiones desde fuentes fijas y móviles en la etapa de operación del proyecto se muestra a continuación:

Tabla 106. Resumen Emisiones

Actividad		Emisión (kg/año)				
		CO	NO _x	MP ₁₀	SO _x	HC/COV
FUENTES FIJAS	Compactación	-	-	1.032,0	-	-
	Transferencia de Material	-	-	136,2	-	-
	Erosión	-	-	3.955,8	-	-
	Resuspensión de MP en caminos pavimentados. (V. livianos)	-	-	622,0	-	-
	Resuspensión de MP en caminos pavimentados (Camiones al Dep. Cenizas)	-	-	3.388,8	-	-
	Generación Eléctrica (Chimeneas)	803.000	4.380.000	350.400	3.175.500	80.300

Actividad		Emisión (kg/año)				
		CO	NO _x	MP ₁₀	SO _x	HC/COV
FUENTES MÓVILES	Tránsito de camiones, buses y camionetas por caminos pavimentados	66,8	291,7	19,2	Sin Info.	30,2
TOTAL Fuentes Fijas (kg/año)		803.000	4.380.000	359.544	3.175.500	80.300
TOTAL Fuentes Móviles (kg/año)		66,8	291,7	19,2	Sin Info.	30,2
TOTAL Emisión (t/año)		803	4.380	360	3.176	80

Fuente: e-SEIA.

Compensación de emisiones

El proyecto CTEM, adicionalmente a las medidas de control de emisiones descritas en los puntos anteriores, considera la compensación de emisiones para material particulado (MP₁₀) y dióxido de azufre (SO₂).

Compensación de MP₁₀.

Se compensarán emisiones mediante la reducción de emisiones de MP-10 generadas por la División Ventanas y pavimentación de caminos.

Reducción de emisiones en la División Ventanas:

Los proyectos de reducción de emisiones de MP₁₀ se detallan a continuación:

Tabla 107. Proyectos de Reducción de Emisiones

Fuente Emisora	Proyecto de Reducción	Reducción (Ton/año)
Hornos CT y CPS	Captación de gases fugitivos	150
Planta de Metales Nobles	Captación de emisiones PMN	
Hornos Retención y Basculante	Captación de humos negros	
Recepción y manejo de concentrados	Pavimentación y cierres	70
Área de manejo de materiales	Pavimentación de áreas	
Calles, accesos y zonas eriazas	Pavimentación y jardines	
TOTAL		220

Fuente: e-SEIA.

La reducción de emisiones de MP₁₀ será de 220 Ton/año.

Reducción de emisiones por Pavimentación de Caminos.

Contempla la pavimentación de 5 kms. De vías no pavimentadas dentro de la zona saturada, tales como calle La Greda, Loncura, tramos de la ruta F-190 u otras. El flujo vehicular es de la menos 30 veh/h y un contenido de finos de al menos 5%. La pavimentación propuesta generará una reducción de 159.770 kg/año de MP₁₀.

Adicionalmente se compensarán emisiones en la etapa de construcción, lo que implica pavimentar 1,8 km, considerando un flujo de 15 veh/hr y un contenido de finos de al menos 5%. El total de reducción de emisiones de MP₁₀ para la etapa de construcción es de 22.855,4 kg/año, equivalente al 112% de las emisiones.

Resumen Compensación:

Al considerar la reducción cedida por la División Ventanas, el aporte en reducción por la compensación en la etapa de construcción y la reducción por la pavimentación de 5 kms., el total de reducción de MP₁₀ es de 402.626,3 kg/año, equivalente al 112% de las emisiones de MP₁₀ generadas durante la operación de CTEM.

Tabla 108. Compensación de Emisiones

Actividad		Emisión (kg/año)				
		CO	NO _x	MP ₁₀	SO _x	HC/COV
FUENTES FIJAS	Compactación	-	-	1.032,0	-	-
	Transf. de Material	-	-	136,2	-	-
	Erosión	-	-	3.955,8	-	-
	Resusp. MP en caminos pav. (V. livianos)	-	-	622,0	-	-
	Resusp. MP en caminos pav. (Camiones al Dep. Cenizas)	-	-	3.388,8	-	-
	Generación Eléctrica (Chimeneas)	803.000	4.380.000	350.400	3.175.500	80.300
FUENTES MÓVILES	Tránsito de camiones, buses y camionetas por caminos pavimentados	66,8	291,7	19,2	Sin Info.	30,2
TOTAL Fuentes Fijas (kg/año)		803.000	4.380.000	359.534	3.175.500	80.300
TOTAL Fuentes Móviles (kg/año)		66,8	291,7	19,2	Sin Info.	30,2
TOTAL Emisión (kg/año)		803.067	4.380.292	359.554	3.175.500	80.330
Compensación	Resusp. MP en caminos no pavimentados	-	-	210.663,7	-	-
	Resusp. MP en caminos pavimentados	-	-	28.037,4	-	-
	Reducción emisiones División Ventanas	-	-	220.000	3.500.000	-
TOTAL Emisión Considerando Compensación		803.067	4.380.292	-43.072	324.500	80.330

Fuente: e-SEIA.



Compensación de SO₂.

Las emisiones a compensar son 3.500 Ton/año de SO₂ correspondientes a 1.750 ton., de azufre por año, lo que equivale al 110% de las emisiones de la CTEM. Esta compensación se realizará a través del aumento de la capacidad de tratamiento de gases de Codelco División Ventanas, provenientes de las campanas del CT y CPS.

Para lograr estas metas de reducción se deberá aumentar la capacidad de tratamiento de gases en la planta de ácido desde 125.000 Nm³/h hasta 140.000 Nm³/h, aumentando la producción de ácido en 10.000 Ton/año y reduciendo la emisión de azufre de la fundición en aproximadamente 2.000 Ton/año.

Para lograr la reducción requerida se debe aumentar la captación de gases mediante la eliminación de restricciones al flujo de gases; esto último se puede lograr a través del rediseño de los rellenos de las torres de absorción, secado y refrigeración de gases, la instalación de dos precipitadores electrostáticos adicionales y la eliminación de los Venturi-Ciclones destinado al lavado de gases.

Según el programa de ejecución de las actividades en la fundición, la compensación de emisiones podría lograrse a partir del año 2010.

Finalmente el proyecto permite una reducción de emisiones en cerca de 2.000 ton de azufre al año, lo que corresponde a un total de 4.000 Ton/año menos de SO₂. De éstas, 1.750 ton/año de azufre serán cedidas al proyecto CTEM.

Nuevas Instalaciones Alto Mantagua

Titular: Inversiones Montecarlo S.A.

Fecha Aprobación: En Calificación

Fecha estimada de inicio de operación: 20^o mes de aprobado.

El proyecto turístico, Nuevas Instalaciones Alto Mantagua, corresponde al desarrollo de nuevas instalaciones e infraestructura que permitan aumentar la capacidad de uso de este complejo turístico, considerando para ello, la construcción de nuevas físicas, que serán parte de la presente Declaración de Impacto Ambiental.

El proyecto Inmobiliario turístico, se ubica en la Ruta F – 30, camino que une Quintero con Con – Con, a 7,5 Kilómetros de Rotonda de Con-Con, frente a playa de Ritoque, comuna de Quintero, Región de Valparaíso.



El proyecto considera la instalación la operación de una caldera de recirculación de agua caliente Modelo GT, con una potencia de fogón de 3.600.000 kcal/hr, la cual utilizará como combustible astilla verde con un 60% de humedad.

Según lo indica la DIA, el proyecto durante su operación no generará emisiones, a excepción de las derivadas del tránsito vehicular de clientes. No considera las emisiones desde la caldera de calefacción.

CENTRAL TÉRMICA RC GENERACIÓN

Titular: Río Corriente S.A.

Fecha Aprobación: En Calificación

Fecha estimada de inicio de operación: Primer trimestre de 2012

Río Corriente S.A. proyecta la construcción de una nueva central de generación termoeléctrica denominada "Central Térmica RC Generación", con el propósito de contribuir en el mediano y largo plazo con un suministro de electricidad económica y confiable.

La Central comprende la construcción de dos unidades de generación termoeléctrica de 350 MW cada una. La Central tendrá una potencia bruta estimada de 700 MW para ser entregada al SIC.

Asimismo el Proyecto compensará el 110% de sus emisiones de Dióxido de Azufre (SO₂) y el 110% de sus emisiones de material particulado respirable (PM₁₀). Lo anterior significa que la disminución diaria neta de emisión de SO₂ será de 0,4 T y para el PM₁₀ será de 0,16 T, una vez que se encuentre en plena operación la Central Térmica RC Generación.

La Central Térmica consiste en el funcionamiento de dos unidades de generación termoeléctrica tipo monoblock diseñadas para consumir combustible sólido (carbón) por medio de un generador de vapor o caldera, de tecnología carbón pulverizado (PC).

El vapor generado a 175 bar y 541 °C será expandido en turbinas de vapor del tipo condensación. En estas condiciones la potencia bruta total de cada unidad generadora alcanzará 350 MW.

La tecnología a emplear corresponde a la de una caldera de Carbón Pulverizado PC (Pulverizad Coal), que utilizará carbón bituminoso como combustible, el cual será importado y descargado a través del Puerto Ventanas, contiguo al Complejo Termoeléctrico.

La Central estará equipada con quemadores de baja formación de Óxidos de Nitrógeno (NOx), con un Denitrificador (Selective Catalytic Reduction – SCR) o se subirá la altura de la chimenea hasta cumplir con los niveles de calidad del aire para NOx, con una Planta Desulfurizadora de Gases, que usa agua de mar (Seawater Flue Gas Desulfurisation SWFGD) para el abatimiento de Dióxido de Azufre (SO2) y con un Filtro de Material Particulado del tipo Precipitador Electrostático (ESP).

La potencia total del ciclo de vapor de las unidades generadoras (700 MW) quemando 100% carbón bituminoso tendrá un rendimiento del orden de 36,8%, vale decir, de la energía del combustible, un 36,8% será transformada en energía eléctrica.

Ambas unidades están conectadas a una chimenea común de 95 m de alto, 10,3 m de diámetro en la base y 7,7 m de diámetro en la salida.

Las características técnicas de una caldera PC son las siguientes:

Tabla 109. Características de la Caldera

Parámetro	Cantidad
Combustible	100 % Carbón Bituminoso
Potencia bruta turbina a vapor	350 MW
Consumos propios	31,5 MW
Potencia neta en sitio	318,5 MW
Consumo específico de calor neto	9.773 Kj/kWh ³
Eficiencia neta	36,8% (poder calorífico superior)

Fuente: e-SEIA.

Las características de la chimenea de la central son las siguientes:

Tabla 110. Características de la Chimenea

Chimenea	Unidades	Valor
Altura	m	95
Diámetro inferior de la chimenea	m	10,3
Diámetro superior de la chimenea	m	7,7
Flujo de los gases	Kg/s	946
Flujo de los gases a la salida de chimenea	m ³ /s	808
Temperatura de los gases a la salida de chimenea	°C	50
Densidad de los gases a la salida de chimenea	Kg/m ³	1,171
Velocidad de los gases a la salida de chimenea	m/s	17,35

Fuente: e-SEIA.

El Sistema de Control de Emisiones está compuesto de:

Filtros de ceniza volante o material particulado: Se dispondrá, en paralelo, un filtro electrostático. El filtro tendrá una eficiencia de captura superior a 99,8 %.

Planta de desulfurización de gases con agua del mar (Seawater Flue Gas Desulfurisation – SWFGD): La desulfurización con agua de mar tiene como principio de usar la alcalinidad del agua del mar para absorber SO₂ y luego se oxida en piscinas de aeración para formar sulfato (SO₄⁴⁻), uno de los principales constituyentes del mar, antes de descargar al mar. El proceso no utiliza químicos y no se forman sólidos en el proceso.

Planta de desnitrificación de gases (Selective Catalytic Reduction – SCR), usando amoníaco como agente reductor: se instalará un denitrificador de gases que utilizará amoníaco como agente reductor. Este denitrificador tendrá una eficiencia de captura de un 80 % o se subirá la altura de la chimenea hasta cumplir con los niveles de calidad del aire para NOx.

Quemadores de bajo NOx: Los quemadores de baja producción de NOx corresponden a dispositivos concéntricos ubicados tangencialmente y con ángulo variable en sentido vertical, localizados en cada una de las cuatro esquinas del hogar de la caldera, de sección cuadrada. Éstos permiten una combustión a una temperatura relativamente baja en la boca del quemador, lo cual favorece la menor producción de NOx.

Adicionalmente, el proyecto cuenta con un **Sistema de Manejo de Combustible**, el cual cuenta con:

- ❖ Dispositivos para la recepción, acopio en cancha y transporte de combustibles sólidos
- ❖ Elementos de medición, monitoreo, supervisión y clasificación del combustible sólido.
- ❖ Sistema de secado y pulverización de carbón en molinos de rodillo y cubeta.
- ❖ Silos de combustibles sólidos adosados a la caldera y sus correspondientes alimentadores al hogar de la caldera.

Producto de la combustión del combustible sólido se emitirá a la atmósfera un flujo gaseoso caracterizado principalmente por la presencia de vapor de agua, Dióxido de Azufre (SO_2), Óxidos de Nitrógeno (NO_x) y Material Particulado:

Emisiones de SO_2 : Las emisiones esperadas de SO_2 a la atmósfera son de 4,0 T/día, lo que se obtiene por medio de una planta FGDSW, que utiliza agua de mar para absorber el SO_2 de los gases de combustión provenientes de los precipitadores electrostáticos.

Emisiones de NO_x : Las emisiones de NO_x estarán controladas mediante la instalación de quemadores DLN de última generación. Bajo estas condiciones se podrán alcanzar hasta 27,4 T/día de NO_x operando en forma continua. Adicionalmente se podrá utilizar un desnitrificador con una eficiencia de 80% para el abatimiento de los NO_x , lo que significa que las emisiones finales serán de 5,5 T/día de NO_x , o bien se podrá tomar la opción de levantar la altura de la chimenea utilizando 27,4 T/día, con una altura que permita cumplir con los niveles de calidad del aire para este parámetro.

Emisiones de MP: Las emisiones de material particulado y de sus constituyentes estarán controladas por un precipitador electrostático que asegure una eficiencia mínima del 99,8%.

Con este sistema de control la emisión máxima de partículas totales por chimenea será de 2,0 T/día (máx. PTS) operando en forma continua, en el caso del MP_{10} , las emisiones máximas totales serán de 1,607 Ton/día.

Emisiones HCNM: Las emisiones máximas de HCNM serán de 0,14 Ton/día.

En el caso de emergencia y de no poder utilizar combustibles sólidos, la caldera utilizará petróleo N° 5 como combustible de respaldo. Las emisiones asociadas al uso de este combustible son las siguientes:

Tabla 111. Emisiones

Descripción	Unidad	Valor Seco	Valor Húmedo
Caudal Másico	T/h	2.760	2.958
Caudal Volumétrico	Nm ³ /h	2.028.536	2.100.036
	m ³ /h	2.333.188	2.415.426
Temperatura salida gases	°C	41	41
Densidad	Kg/m ³	1,361	1,408
Máximo SO ₂	mg/Nm ³	82	79
	T/día	2	2
Máximo NO _x	mg/Nm ³	100	96,6
	T/día	4,9	4,9
Máximo PTS	mg/Nm ³	20	19
	T/día	1	1
Máximo PM ₁₀	%	80	80
	mg/Nm ³	14,2	13,73
	T/día	0,795	0,795
Máximo CO	mg/Nm ³	18	17
	T/día	0,8	0,8
Máximo HCNM	mg/Nm ³	2	2
	T/día	0,08	0,08

Nota: mg/Nm³ a 0 °C y 5% O₂

Fuente: e-SEIA.

Compensación de Emisiones

El proyecto considera la compensación de las emisiones de MP₁₀ y SO₂ a través de las siguientes medidas:

Compensación MP₁₀: Compensar el 110 % de las emisiones de PM₁₀, es decir compensar en total 1,76 T/d de PM₁₀, esta compensación se materializará mediante alguna de las siguientes medidas alternativas:

a) Compensar con un tercero y/o,

- b) Desarrollar un programa de pavimentación de calles sin pavimentar en el área de influencia del Proyecto y al interior de los límites de la zona saturada y/o,
- c) Desarrollar un programa de arborización en el área de influencia del Proyecto y al interior de los límites de la zona saturada y/o,
- d) Detener las actividades de la Central Térmica en aquellos episodios que se superan las normas de calidad por PM₁₀ en la zona saturada.

Compensación SO₂: Compensar el 110% de las emisiones de SO₂, es decir, compensar en total 4,4 T/d de SO₂. Esta operación que se llevará a cabo con terceros.

Tecnologías y Medidas de Abatimiento y Control de Emisiones Atmosféricas

Las tecnologías y medidas de abatimiento y control de emisiones de gases y material particulado difieren según el tipo de fuente de emisiones que se quiere tratar (estacionaria o móvil), el tipo de emisiones (por chimeneas, difusas, fugitivas), la tecnología y características específicas de la unidad emisora, el tipo de combustible y el tipo de contaminante a controlar.

A continuación se detallan las actividades emisoras ingresadas al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental a partir del año 2005, que actualmente se encuentran en operación o que entrarán en operación en un futuro próximo, señalando las fuentes de emisión, los contaminantes emitidos y la tecnología de abatimiento de emisiones comprometidas por los titulares para dar cumplimiento a las normas de calidad ambiental vigente.

3.3. NORMATIVA ACTUAL VIGENTE

DECRETO SUPREMO N° 252

El Plan de Descontaminación del complejo industrial Las Ventanas, propuesto conjuntamente por la Empresa Nacional de Minería ENAMI, Fundición y Refinería las Ventanas (Actualmente CODELCO división Ventanas) y la Planta Termoeléctrica CHILGENER S.A. (Actualmente AES Gener), establece para ambas empresas la obligación de cumplir con las normas de Calidad del Aire vigentes para los contaminantes Material Particulado Respirable (MP₁₀) y Anhídrido Sulfuroso (SO₂) a más tardar el 1° de Enero de 1995 para MP₁₀ y 30 de Junio de 1999 para SO₂. Estableciendo además metas de reducción de emisiones para azufre y MP₁₀.

Estas metas de reducción de emisiones se presentan en las Tablas N° 1 y N° 2

Tabla 112. Exigencias de Emisión de Azufre

Año	ENAMI VENTANAS Azufre		CHILGENER Anhídrido Sulfuroso
	Ton/año	Ton/día	
1993	62.000	170	Se deberá cumplir con la norma de emisión de: 1,13 Kg de SO ₂ por millón de BTU
1994	62.000	170	
1995	62.000	170	
1996	62.000	170	
1997	62.000	170	
1998	45.000	123	

Fuente: DS 252.

Tabla 113. Exigencias de Emisión de Material Particulado

Año	ENAMI VENTANAS Material Particulado		CHILGENER Material Particulado	
	Ton/año	Ton/día	Ton/año	Ton/día
1993	3.400	9,3	26.000	71,3
1994	3.400	9,3	26.000	71,3
1995	3.400	9,3	3.000	8,2
1996	3.400	9,3	3.000	8,2
1997	3.400	9,3	3.000	8,2
1998	2.000	5,5	3.000	8,2
1999	1.000	2,7	3.000	8,2

Fuente: DS 252.

DECRETO SUPREMO N° 185/91

El DS 185/1991 aplica a los establecimientos que emiten más de 3 Ton/día de SO₂ ó 1 Ton/día de MP. Es aplicable a toda fuente emisora de SO₂ o MP localizada en una zona saturada o latente. Este decreto fue modificado por el DS 59/1998 restringiendo las normas de calidad de aire sólo a SO₂ (derogando las normas de calidad primaria de MP establecidas en el DS 185/1991).

Considerando que en la zona de Ventanas existen establecimientos con emisiones mayores a lo indicado en este Decreto, éstos presentaron un Plan de Descontaminación para reducir sus emisiones de SO₂ hasta lograr el cumplimiento de la norma primaria establecida en 80 ug/m³N, como concentración media aritmética anual, y 365 ug/m³N, como concentración media aritmética diaria; éste Plan fue aprobado por el D.S. N° 252/1992, del Ministerio de Minería suscrito por los Ministerios de Hacienda, Salud, Agricultura y Economía. Por otro lado los establecimientos de la zona de Ventanas, al encontrarse en una zona saturada, cuentan con un Plan de Acción Operacional para ser aplicado en caso de registrarse episodios críticos.

EXIGENCIAS EN EL MARCO DEL SEIA

Emisiones Comprometidas y Compensación de Emisiones

Las fuentes o proyectos que se han sometido al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, deben cumplir una serie de exigencias de emisiones, establecidas por Resolución de Calificación Ambiental. Estas exigencias están orientadas a dos líneas de acción: por una parte, a restringir las emisiones de Material Particulado y Dióxido de Azufre a niveles técnica y económicamente viables y por otra, a implementar medidas de compensación de emisiones, a fin de no sobrepasar los niveles globales de emisión de material particulado y dióxido de azufre en la zona saturada.

Las medidas de compensación de material particulado, buscan como objetivo primordial evitar el aumento de las emisiones globales en la zona saturada de Ventanas, a través de la implementación de medidas de gestión, tecnológicas u otras, que permitan reducir las emisiones de aquellos contaminantes que, a través de las nuevas actividades a instalarse en la zona, puedan verse aumentados.



Esto se logra reduciendo las emisiones de fuente existentes, más de lo que emitirían las fuentes nuevas, compensando las emisiones en más de un 100%.

Sin embargo, si bien el objetivo central de este instrumento se cumple, muchas veces las medidas compensatorias no tienen relación con las características de las emisiones a compensar, reduciendo emisiones de características tóxicas y granulométricas de menor importancia o relevancia en la salud, en comparación con aquellas emisiones que ingresan a la zona saturada, lo que eventualmente podría significar un empeoramiento de la calidad del aire y de los efectos en la salud de la población.

Emisiones Máximas Comprometidas

Los valores agregados de emisiones máximas comprometidas por los proyectos evaluados (y aprobados) y aquellos actualmente en calificación, en unidades de (Ton/Año) y si corresponde en concentración (mg/Nm^3), la que es indicada con un valor entre paréntesis bajo las emisiones máximas indicadas, para cada fuente identificada.

Las emisiones máximas que se muestran a continuación no consideran las medidas de compensación de emisiones comprometidas por el titular, las que serán detalladas más adelante, describiendo sus condiciones e indicando los montos a compensar.

Emisiones Proyectos Ingresados al SEIA durante 2005⁷

⁷ Durante este año ingresó el proyecto Central Nueva Ventanas de AES Gener, el que consideraba la instalación y operación de una caldera con tecnología de Lecho Fluidizado Circulante, sin embargo, en 2006, el proyecto fue modificado, cambiando los combustibles a utilizar en la generación eléctrica y la tecnología de la caldera, a una caldera de carbón pulverizado, por lo tanto es este último proyecto sobre el cual se hace referencia.

Tabla 114. Emisiones Proyectos 2005

Nombre	Titular	Fuentes	EMISIONES (TON/AÑO)					
			MP	MP ₁₀	NOx	SO ₂	CO	COV
Estanques de Almacenamiento de Crudo T-5101 y T-5107, Terminal Quintero (e-seia)	ENAP	Estanque 1	-	-	-	-	-	0,01
		Estanque 2	-	-	-	-	-	0,01
Traslado Planta de Molienda y Mezcla de Sustancias Granulares (E-Seia)	OXIQUIM S.A.	Chancador Mandíbula	-	-	-	-	-	-
		Molino	-	-	-	-	-	-
		Clasificador	-	-	-	-	-	-
		Polvo Resuspendido	-	-	-	-	-	-
Terminal de Gas Natural Licuado (GNL) en Quintero	ENAP	Antorcha	-	-	0,36	0,07	1,9	-
		Estanques Diesel	-	-	-	-	-	0,00
		Fugitivas	-	-	-	-	-	2,15
		Venteos Estanques	-	-	-	-	-	5,13
		Generadores Emergencia	-	0,10	1,41	0,09	0,3	0,12
Ampliación Capacidad Terminal Puerto Ventanas (e-seia)	PANIMEX	No se identifican fuentes	-	-	-	-	-	-
Terminal de Productos Importados (e-seia)	COPEC	Estanque 1	-	-	-	-	-	1,7
		Estanque 2	-	-	-	-	-	1,7
		Estanque 3	-	-	-	-	-	1,7
		Estanque 4	-	-	-	-	-	1,4
		Estanque 5 (Diesel)	-	-	-	-	-	0,006
Descarga Almacenamiento y Regasificación de Gas Natural Licuado (GNL)	OXIQUIM S.A.	Totales Etapa 1	0,99	0,99	11,30	0,14	35,3	0,46
		Totales Etapa 2	1,26	1,26	24,55	0,20	38,7	0,55
Proyecto Cuarto Estanque de LPG (e-seia)	Gasmar S.A.	Polvo Resuspendido	6,70	-	-	-	-	-
Planta Piloto Tratamiento de Polvos de Electrofiltros Fundición (e-seia)	CODELCO División Ventanas	No se identifican fuentes	-	-	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia.

Emisiones Proyectos Ingresados al SEIA Durante 2006

Tabla 115. Emisiones Proyectos 2006

Nombre	Titular	Fuentes	EMISIONES (TON/AÑO)					
			MP	MP ₁₀	NOx	SO ₂	NO ₂	CO
Quinto Horno Deselenización Planta Metales Nobles Ventanas	CODELCO DIVISION VENTANAS	5º Horno de Deselinización	-	0,34	-	-	-	-
		Horno Trof	-	1,39	-	-	-	-
Esterilización y Disposición de Residuos Orgánicos Sólidos Nacionales E Internacionales	SUPPLY MARITIME SERVICES LTDA.	Caldera ⁸	0,04 (25)	-	-	4,94	0,75	307,53
Planta Industrial de Molienda de Cemento, Ventanas, V Región	EMPRESAS MELON S.A.	Secador	19,60 (20)	-	-	-	-	-
		Molino	4,20 (20)	-	-	3,00	-	-
		Polvo Resuspendido	-	-	-	-	-	-
		Generador	-	-	-	-	-	-
		Silos Almacenamiento Material Primas	-	-	-	-	-	-
		Almacenamiento de Cemento	-	-	-	-	-	-
		Despacho a graneros en camiones	-	-	-	-	-	-
		Envasado en bolsas	-	-	-	-	-	-
Cambio de Combustible de la Central Termoeléctrica Nueva Ventanas ⁹	AES GENER S.A	Caldera Carbón Pulverizado	-	349,80 (47)	3.801,60 (513)	3.333,00 (450)	-	-
Acopio Ventanas	EMPRESAS MELON S.A.	Tránsito por vías no pavimentadas	-	2,22	-	-	-	-
		Tránsito por vías pavimentadas	-	2,94	-	-	-	-
		Manejo de combustible a granel	-	0,02	-	-	-	-
		Planta de selección y chancado	-	0,11	-	-	-	-
		Tránsito interno	-	0,37	-	-	-	-

⁸ Para el cálculo de las emisiones de este proyecto se consideró la máxima exigencia de la planta (Anexo II de la DIA), esto es una operación continua de 10 hrs. de lunes a viernes durante 6 meses (Noviembre – Abril).

⁹ Las emisiones no consideran la compensación de emisiones. Se consideró una operación continua de 330 días/año.

Fuente: elaboración propia.

Emisiones Proyectos Ingresados al SEIA Durante 2007

Tabla 116. Emisiones Proyectos 2007

Nombre	Titular	Fuentes	EMISIONES (TON/AÑO)						
			MP ₁₀	SO _x	NO _x	SO ₂	NO ₂	CO	COV
Central Termoeléctrica Campiche ¹⁰	AES GENER S.A	Caldera Carbón	348,48	3.336,3 (450)	3.801,0 (513)	-	-	-	-
		Fugitivas	0,48	-	-	-	-	-	-
Central Termoeléctrica Quintero ¹¹	ENDESA	Turbina 1	65,7	-	-	21,90	3.285	1.664,4	51,1
		Turbina 2	65,7	-	-	21,90	3.285	1.664,4	51,1
Ampliación de Capacidad de Almacenamiento Terminal Marítimo Quintero	OXIQUIM S.A.	Combustión de Camiones	0,01	-	-	-	-	-	-
Ajuste de la Disposición General de las Instalaciones de la Central Nueva Ventanas	AES GENER S.A	Caldera Carbón Pulverizado	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia.

Emisiones Proyectos Ingresados al SEIA Durante 2008

Tabla 117. Emisiones Proyectos 2008

Nombre	Titular	Fuentes	EMISIONES (TON/AÑO)						
			MP	MP ₁₀	SO _x	NO _x	SO ₂	CO	COV
Estanque de Almacenamiento de Productos Limpios T-5024 Terminal Quintero	Enap Refinerías S.A.	Estanque Combustibles	-	-	-	-	-	-	0,09

¹⁰ No considera la compensación de emisiones. Para el cálculo se consideró el uso permanente de 100% carbón y una operación anual de 330 días.

¹¹ No considera la compensación de emisiones. Los valores de las emisiones consideran el escenario más desfavorable, esto es la operación continua de los turbogeneradores con petróleo Diesel A1 como combustible principal, los 365 días del año, según lo señalado en la DIA y su RCA.

Nombre	Titular	Fuentes	EMISIONES (TON/AÑO)						
			MP	MP ₁₀	SO _x	NO _x	SO ₂	CO	COV
Subestación Eléctrica El Bato	Enap Refinerías S.A	Grupo Electrógeno Emergencia	-	-	-	-	-	-	-
Central Termoeléctrica Energía Minera ¹²	Energía Minera S.A.	Compactación	-	1,03	-	-	-	-	-
		Transferencia de Material	-	0,14	-	-	-	-	-
		Erosión	-	3,96	-	-	-	-	-
		Polvo Resuspendido cam. Pav.	-	0,62	-	-	-	-	-
		Polvo Resuspendido cam. Pav.	-	3,39	-	-	-	-	-
		Generación Eléctrica ¹³	-	350,40 (18)	-	4.380,00 (140)	3.175,50 (102)	803,00 (26)	80,30 (1,67)
		Fuentes Móviles	-	0,02	-	0,29	-	0,07	0,03
Nuevas Instalaciones Alto Mantagua	Inversiones Montecarlo S.A.	Caldera Calefacción	-	-	-	-	-	-	
Central Térmica RC Generación ¹⁴	Río Corriente S.A.	Generación Eléctrica	660,00 (37,5)	530,31 (24,7)	-	1.815,00 ¹⁵ (100)	1.320,00 (73)	462 (25)	46,2 (2,55)

Fuente: elaboración propia.

Compensación de Emisiones

La presente sección muestra el listado de proyectos aprobados y en calificación que deberán compensar sus emisiones de material particulado y/o gases, el monto de emisiones originales (sin compensación), el monto de emisiones compensadas y las emisiones finales de cada contaminante, con la descripción del proyecto de compensación comprometido o exigido mediante RCA.

¹² No considera la compensación de emisiones.

¹³ Considera las emisiones de las tres unidades generadoras. Los valores entre paréntesis corresponden a las emisiones máximas en concentración para cada unidad generadora. Nota: mg a 0 °C y 6% de O₂.

¹⁴ No considera la compensación de emisiones. Para el cálculo de las emisiones totales se consideró una operación anual de 330 días. Los valores entre paréntesis corresponden a las máximas emisiones en concentración, a 0 °C y 5% O₂.

¹⁵ Las emisiones de NO_x sin desnitrificado son de 9.042,00 (Ton/Año), considerando una operación de 330 días, lo que equivale a una concentración de 500 (mg/Nm³).

Tabla 118. Emisiones Compensadas

Proyecto	Titular	Fuente	Contaminante	Emisiones Proyecto (Ton/Año)	Compensación (Ton/Año)	Emisiones Finales (Ton/Año) ¹⁶	Proyecto de Compensación	%
Terminal de Gas Natural Licuado (GNL) - Quintero	ENAP	Antorcha ¹⁷	NOx	2,72	2,72	0,00	Será presentado a la Corema V región previo a la puesta en marcha del proyecto.	100%
			CO	14,80	14,80	0,00		100%
			SO ₂	0,88	0,88	0,00		100%
Planta Industrial de Molienda de Cemento, Ventanas, V Región.	Empresas Melón S.A.	Secador - Molino	MP	23,8 ¹⁸	11,88	(+) 11,92 ¹⁹	Arborización de 1,32 há. Con una densidad de 400 árboles/há. ²⁰	50%
			SO ₂	3	---	---	Usar Petróleo Diesel con menos contenido de azufre disponible en el mercado nacional	---
Cambio de Combustible de la Central Termoeléctrica Nueva Ventanas	AES Gener S.A.	Caldera de Carbón Pulverizado	SO ₂	3.333	3.663	(-) 330	Instalación de Desulfurizador Semiseco en la Unidad 2 de Central Ventanas	110%
			NOx	3.801,6	996,6	(+) 2.805	Instalación de Quemadores Low NOx en Unidad 2 de Central Ventanas	120% ²¹
Central Termoeléctrica Campiche.	Aes Gener S.A.	Caldera de Carbón Pulverizado	SO ₂	3.336,30	3.666,96 ²²	(-) 330,66	Instalación de Desulfurizador Semiseco en la Unidad 2 de Central Ventanas	110%
			MP10	348,48	383,33	(-) 34,85	Pavimentación de un tramo de la ruta F-190 (camino Puchuncaví - Valle Alegre), en una longitud de 2 kilómetros, o su equivalente en una calle de la comuna de Puchuncaví, previo el inicio de operación de la Central.	110%
Central Termoeléctrica Quintero	Endesa S.A.	Turbinas (Operando con P. Diesel)	MP10	131,4	227,7	(-) 96,3	Pavimentación de 6,91 Km. de calles ubicadas tanto en la localidad de Loncura como en la localidad de La Greda	191% ²³
			SO ₂	43,8	43,8	0,0	Subvencionar a la División Ventanas de CODELCO el reemplazo del Fuel Oil N° 6 por petróleo diesel Grado B, en una de sus tres calderas.	100%
Central	Energía	Calderas	MP10	359,55	402,62	(-) 43,07	1.- Reducción de Emisiones de MP10 en	112%

¹⁶ Se muestra si corresponde a un aumento de las emisiones globales de los contaminantes compensados o una reducción. En el caso del aumento, éste se expresa como (+) y de reducción como (-).

¹⁷ Emisiones consideran sólo 8 días de operación con una tasa de emisiones de 1,85 ton/día para CO, 0,34 ton/día para NOx y 0,11 ton/día para SO₂.

¹⁸ Considera la suma de las emisiones de MP10 desde el Secador y Molino, basados en una concentración de 20 mg/Nm³.

¹⁹ Según los antecedentes entregados por el titular, las emisiones de material particulado, usando Filtros Manga como equipo de abatimiento para cada unidad, deberían estar en el orden de 10 mg/Nm³, lo que daría como resultado una emisión conjunta de 11,9 Ton/Año de material particulado, resultando las emisiones totales, considerando la compensación, de 0,02, Ton/año de MP. Sin embargo se para efectos del presente estudio se consideraron las emisiones calculadas por el titular para cada unidad de emisión con una concentración de 20 mg/Nm³, como peor condición.

²⁰ En el estudio: Dwyer et al, 1992. Assessing The Benefits and costs of the Urban Forest. En: Journal of Agriculture, vol.18. N°5 de septiembre de 1992. Páginas 227-234. Johnsons and Newton, 1990 Building Green. London ecology Unit. Londres, Inglaterra, se señala que la plantación de un árbol tiene la capacidad de captación de 22,5 kg/año de material particulado.

²¹ El 120% se aplica sobre la diferencia de emisiones de NOx entre la modificación del proyecto (Caldera PC o Caldera Carbón Pulverizado) y el proyecto original (Caldera LFC). Las emisiones del proyecto modificado son de 11,52 (Ton/día) y la del proyecto original de 9 (Ton/día), resultando en una diferencia de 2,52 (Ton/día) de emisiones adicionales de NOx.

²² Calculado en base a un abatimiento de 463 kg/h (considera una operación continua de 24 hrs. durante 330 días).

²³ Compensación calculada respecto de las emisiones diarias. Las emisiones anuales se calcularon considerando una operación de 330 días.

Proyecto	Titular	Fuente	Contaminante	Emisiones Proyecto (Ton/Año)	Compensación (Ton/Año)	Emisiones Finales (Ton/Año) ¹⁶	Proyecto de Compensación	%
Termoeléctrica Energía Minera	Minera S.A.	(3) de Carbón Pulverizado					Fundición Ventanas, y 2.- Pavimentación de caminos.	
			SO ₂	3.175,5	3.500	(-) 324,5	Aumento de la capacidad de tratamiento de gases de Codelco División Ventanas, provenientes de las campanas del CT y CPS.	110%
Central Térmica RC	Río Corriente S.A.	Calderas (2) de Carbón Pulverizado	MP10	530,31	580,8 ²⁴	(-) 50,49	Existen cuatro alternativas: 1.- Compensar con un tercero, 2.- Pavimentación, 3.- Arborización, o 4.- Detener actividades en episodios críticos.	110%
			SO ₂	1.320	1.452 ²⁵	(-) 132	Se llevará a cabo con terceros.	110%
BALANCE FINAL			MP₁₀	1.394	1.606,33	(-) 212,79		
			SO₂	11.212	12.326,64	(-) 457,16		
			NOx	3.804	999,32	2.805,00		
			CO	14,80	14,80	0,00		

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, como se puede observar, el balance final de las emisiones compensadas y las originales de los proyectos, da como resultado una reducción significativa de emisiones de MP₁₀ y SO₂ en la zona de Ventanas, a diferencia de las emisiones de NOx, que se ven aumentadas significativamente por el proyecto de la Central Nueva Ventanas. Cabe señalar, que esté balance se realizó sólo con aquellas fuentes que consideraron compensaciones de emisiones en sus proyectos originales o a las que se les exigió mediante RCA, por lo tanto resta determinar cuál es el real aporte de la totalidad de las fuentes de emisión nuevas en las comunas de Puchuncaví y Quintero, incluyendo aquellas no consideradas en la compensación de emisiones.

Uno de los aspectos discutibles de las medidas de compensación de emisiones de material particulado, ya sea en la zona de Ventanas, como en otras regiones del país, tiene que ver con las características granulométricas y químicas del material particulado.

El daño a la salud ocasionado por el material particulado depende de su tamaño y de los elementos químicos que contenga (Préndez, *et al.*).

²⁴ Calculado considerando la compensación de 1,76 ton/día de MP₁₀ por 330 días de operación.

²⁵ Calculado considerando la compensación de 4,4 ton/día de SO₂ por 330 días de operación. Cabe señalar que el titular considera además la reducción de 1 ton/día de SO₂ a través de la mejora de la eficiencia de captura de azufre en la Planta de Ácido de Codelco – División Ventanas, actividad que no es considerada como parte de la Compensación de emisiones, sino que como medida de mitigación. Si se considera esta actividad como parte de la compensación de emisiones de dióxido de azufre, el proyecto reduciría 1.782 ton/año de este contaminante, es decir cerca del 135% de las emisiones por la operación de ambas calderas de generación.



Según estudios realizados en la Región Metropolitana, se verificó que la aplicación del sistema actual de compensación de emisiones no es apropiada como herramienta ambiental para el mejoramiento de la calidad del aire de la ciudad.

El sistema de compensaciones se basa en las emisiones másicas totales, por lo que no se hace distinción por tamaño de partícula o composición química del material particulado. Los resultados de este estudio muestran que diferentes tipos de fuentes emiten diferentes elementos químicos en concentraciones que les son propias.²⁶

Es posible, que estrategias de control de este tipo den como resultado un aumento de la toxicidad del aire contaminado. Es por ello que se plantea la necesidad de reevaluar la aplicabilidad de la compensación de emisiones de material particulado, en orden a considerar aspectos químicos como granulométricos de las emisiones de MP que participan en la compensación.

3.4. CUMPLIMIENTO DEL PLAN

METAS DE EMISIÓN

Las metas de reducción de emisiones de azufre, y por lo tanto de SO₂, fijadas por el D.S. N° 252/92 a la Fundición y Refinería de Ventanas (FRV) han sido cumplidas siguiendo el cronograma de reducción establecido D.S. N°252/92 que establecía metas de emisión a cumplir hasta el año 1999.

El límite de emisión de SO₂ fijado por el D.S. N° 252/92 a AES GENER S.A., de 1,13 Kg de SO₂ por millones de BTU, se cumple a partir del segundo semestre del año 1999.

Las metas de reducción de emisiones de Material Particulado fijadas por el D.S. N° 252/92 tanto a la Fundición y Refinería de Ventanas como a AES GENER S.A. han sido cumplidas por ambas empresas.

NORMA PRIMARIA DE CALIDAD DEL AIRE

Del análisis de los monitoreos de la Red Ventanas en el período comprendido entre el año 1993 al 2006 se concluye lo siguiente:

²⁶ PRENDEZ, Margarita, CORVALAN, Roberto M y CISTERNAS, Michael. Estudio Preliminar del Material Particulado de Fuentes Estacionarias: Aplicación al Sistema de Compensación de Emisiones en la Región Metropolitana, Chile. Inf. tecnol., 2007, vol.18, no.2, p.93-103. ISSN 0718-0764.

- Norma de SO₂ anual y diaria, D.S.Nº113/02, se cumple y las concentraciones registradas están bajo el nivel de saturación y latencia.
- Norma de MP₁₀ diaria, D.S.Nº59/98, se cumple y las concentraciones registradas están bajo el nivel de saturación y latencia.
- Norma de MP₁₀ Anual, D.S.Nº45/01 registran niveles bajo saturación, pero sobre latencia.

En particular con respecto a cada norma primaria se puede concluir lo siguiente.

Norma de Primaria de MP₁₀

Con respecto a la norma diaria de MP₁₀, todas las estaciones están bajo el nivel de saturación a partir del año 2000 y bajo el nivel de latencia a partir del año 2003. Sin embargo, la Estación La Greda presentó latencia a la Norma Diaria en el año 2006.

Con respecto a la norma anual de MP₁₀, todas las estaciones están bajo el nivel de saturación a partir del año 2002. Sin embargo, la estación La Greda registra concentraciones sobre el nivel de latencia desde el año 1993 hasta el año 2006, no obstante se observa una tendencia decreciente de las concentraciones anuales en dicha estación a partir del año 1998, incrementándose levemente el año 2006, respecto del año anterior.

Norma de Primaria de SO₂

A partir del análisis de los datos de la Red Ventanas se puede concluir que las concentraciones medidas en todas las estaciones estarían bajo los niveles de saturación y latencia establecidos por la normativa vigente, D.S. Nº113/02.

En particular se concluye lo siguiente:

La norma de SO₂ comenzó a ser aplicable a partir del 06 de Marzo del 2006. A partir del análisis de los datos disponible es posible concluir lo siguiente.

En lo que respecta al límite de concentración anual de SO₂, a partir del año 2000 la Red Ventanas registra valores bajo el nivel de saturación, y a partir del año 2002 bajo el nivel de latencia.



En lo que respecta al límite de concentración diaria de SO_2 , a partir del año 2003 la Red Ventanas registra valores bajo el nivel de saturación, y a partir del año 2004 bajo el nivel de latencia.

Se observó una tendencia decreciente de los niveles de la norma a partir del año 2001, sin embargo, el año 2006 se registraron leves alzas respecto del año 2005. No obstante ello, el año 2006 la red Ventanas cumplió con la normativa establecida por el D.S.N°113.

EPISODIOS CRÍTICOS

A partir de los datos evaluados, años 1997 a 2006, se observa una disminución de los episodios críticos a partir de 1997 a la fecha. La mayoría de los episodios críticos corresponden a alertas y advertencias.

El año 2002 y 2003 no se produjeron episodios críticos, sin embargo los años 2004 y 2005 hubo 2 y 1 episodios críticos, respectivamente, correspondientes a 2 emergencias y 1 advertencia. El año 2006 no se registraron episodios críticos de calidad del aire.

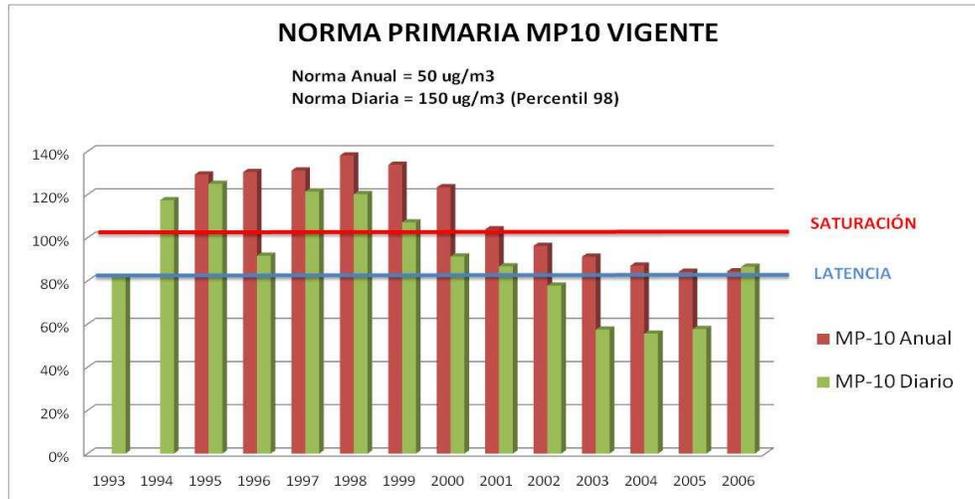
NORMA SECUNDARIA DE CALIDAD DEL AIRE

Respecto a la norma de calidad secundaria, se observa un incumplimiento de la norma horaria de SO_2 desde el año 1993 al 2006, Las concentraciones registradas se encuentran sobre el nivel de saturación.

Existe una disminución de la concentración máxima horaria registrada en la Red Ventanas en el período 1996 a 2006. Sin embargo, en todo el período de monitoreo se han registrado concentraciones sobre la norma horaria en al menos una estación de la Red Ventanas.

Se constata una reducción en el número de excedencias desde el año 1996 (1766 excedencia) al 2006 (16 excedencias). Sin embargo, ese año el nivel de excedencias se elevó respecto de los 3 años anteriores.

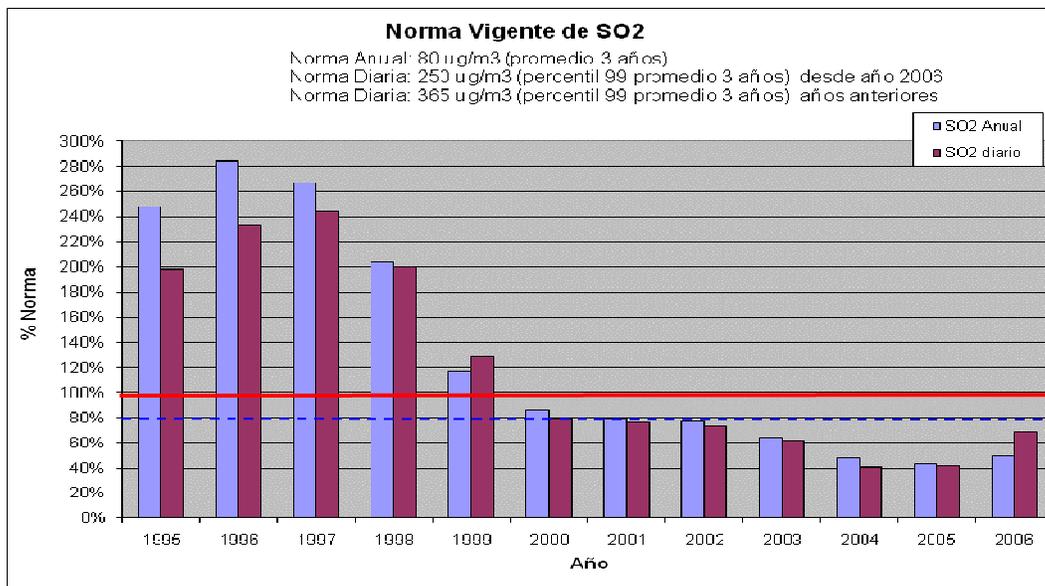
Figura 5. Cumplimiento Normativa MP Red Codelco Ventana y AES Gener



Fuente: Inventario DICTUC. 2007.

La figura anterior se realizó estimando el promedio anual y el percentil 98 de los promedios diarios para todas las estaciones de la Red CDV y AES Gener, por cada año se muestra el valor de la estación que presentó el máximo nivel.

Figura 6. Cumplimiento Normativa SO₂ Red Codelco Ventana y AES Gener



Fuente: Inventario DICTUC. 2007.

No esta disponible una caracterización del impacto por material particulado secundario en el área de estudio, sin embargo, la modelación realizado por DICTUC S.A. indica que el aporte relativo de material particulado primario es mayoritario. Por lo cual no se proponen medidas de control de emisiones de NO_x y SO_x fundamentados en su aporte al material particulado fino secundario.

Tabla 119. Porcentaje Relativo de Componentes Material Particulado en Receptores

Receptor	MP ₁₀ Primario (%)	NO ₃ (%)	SO ₄ (%)	MP ₁₀ total
Principal	99.30%	0.10%	0.60%	100%
Los Maitenes	88.80%	0.74%	10.45%	100%
La Greda	98.77%	0.21%	1.02%	100%

Fuente: Inventario DICTUC. 2007.

No están disponibles evaluaciones del impacto de las emisiones en la calidad del aire por ozono en la zona de estudio, por lo cual no es factible proponer medidas de control de sus precursores, dado la magnitud de las emisiones existentes y futuras en la zona en estudio, se estima que es necesario a futuro el desarrollo de estudios que permitan evaluar el impacto en la región por la generación de contaminantes secundarios.

Corresponde por ley a las instituciones del estado definir límites permitidos, y a las instituciones privadas evaluar la forma de cumplir la normativa establecida, por lo cual el enfoque de medidas es distinto en cada caso.

Los límites establecidos en el SEIA, están enfocados en controlar las emisiones totales anuales, lo que no impide la superación de las normas medidas en concentraciones diarias y horarias, las que son susceptibles de aumentar en condiciones meteorológicas y de emisiones negativas. Para la superación de la norma primaria anual se requieren solo de 7 días de superación del límite de 150 promedio de 24 horas. Por lo cual se propone el establecimiento de límites de emisiones en concentración, en forma similar a los establecidos en la Región Metropolitana.

Las responsabilidades por tipos de fuentes en el área de estudio, fue desarrollada por DICTUC S.A, para crear las distribuciones de los aportes de los distintos grupos de emisión, realizaron siete simulaciones con CALPUF, la tabla siguiente muestra la

descripción de los grupos de fuentes de emisiones utilizados en la simulación de responsabilidades desarrollada.

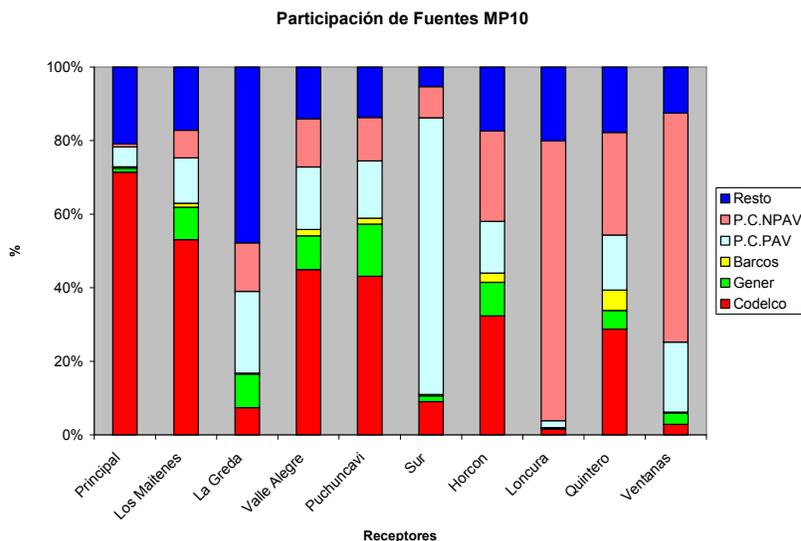
Tabla 120. Descripción de los Grupos de Fuentes

CODELCO	Corresponde a las emisiones provenientes de los procesos de la División Ventanas
GENER	Corresponde a las emisiones provenientes de los procesos de la Termoeléctrica
BARCOS	Corresponde a las emisiones que se producen por la actividad portuaria en la Bahía
P.C. PAV	Corresponde a las emisiones provenientes del flujo vehicular en calles pavimentadas
P.C. NPAV	Corresponde a las emisiones provenientes del flujo vehicular en calles no pavimentadas
RESTO	Corresponden a las emisiones provenientes a las quemas agrícolas, incendios y otras emisiones no clasificadas
MÓVILES	Corresponden a las emisiones provenientes desde el tubo de escape de fuentes móviles

Fuente: Inventario DICTUC. 2007.

La figura siguiente muestra la participación simulada en el impacto en la calidad del aire, para el año 2006, separados por grupos de fuentes, para el MP₁₀.

Figura 7. Participación de las Fuentes de MP-10 Estimadas con CALMET/CALPUFF



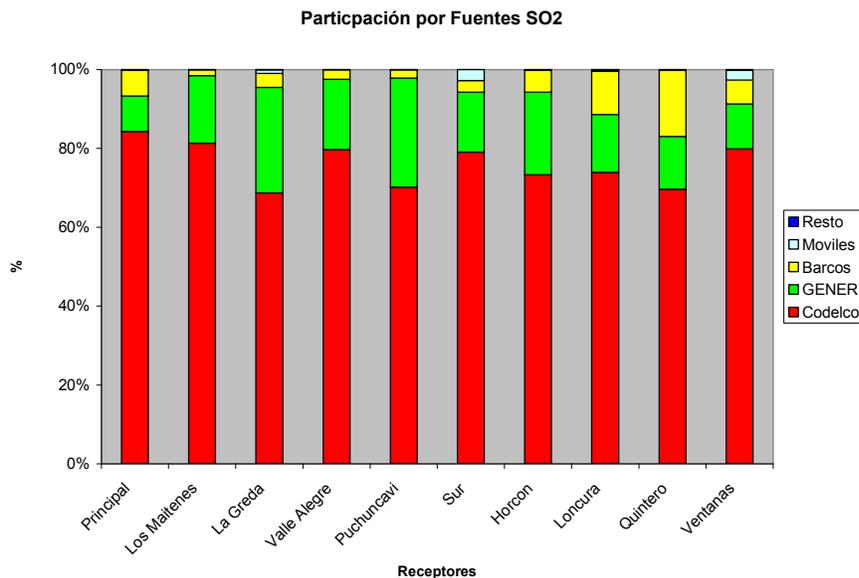
Fuente: Inventario DICTUC. 2007.

Se puede ver que predomina el polvo resuspendido de calles no pavimentadas y en segundo lugar el polvo resuspendido de calles pavimentadas en muchos de los receptores.

En receptores alejados de las fuentes principales, tales como Maitenes, Villa Alegre y Puchuncavi, destacan los aportes de GENER y CODELCO.

La figura siguiente muestra la participación simulada en el impacto en la calidad del aire, para el año 2006, separados por grupos de fuentes, para el SO₂.

Figura 8. Participación de las Fuentes de SO₂ Estimadas con CALMET/CALPUFF



Fuente: Inventario DICTUC. 2007.

4. PROPUESTA PRELIMINAR DE MEDIDAS DE CONTROL

Las medidas de control de emisiones propuestas están orientadas al control de las emisiones de MP_{10} , SO_2 y NO_x en la zona en estudio, dado que son los problemas de calidad del aire identificados en el plan vigente y lo que muestra el monitoreo de calidad del aire disponible.

4.1. FUENTES INDUSTRIALES

Las normas propuestas son en unidades de concentración en un caudal de gases medido (mg/m^3N), debido a:

- Método de medición; existe en el país experiencia en la implementación y fiscalización de monitoreos de emisiones puntuales y continuos en esta unidad, con buenos resultados en la Región Metropolitana, donde la SEREMI de salud fiscaliza a los laboratorios privados autorizados.
- Consistencia con las normas de emisión existentes (RM, incineración, TRS); en el país existe ya una experiencia en la aplicación y control en normas del tipo de concentración, en la Región Metropolitana especialmente, donde están radicados la mayor parte de los laboratorios privados que tienen la capacidad de realizar muestreos de emisiones de material particulado y gases.
- Experiencia en fiscalización; la SEREMI de Salud de la Región Metropolitana tiene una larga experiencia en la fiscalización del cumplimiento de la normativa de emisiones del tipo concentración, disponiéndose de las metodologías de referencia, laboratorios de muestreo y análisis e infraestructura en las empresas para su realización.
- Otros tipos de normas tales como las de concentración por unidad de energía consumida, implican la medición de poder calorífico, que implica una toma de muestra representativa del combustible empleado en la medición y un posterior análisis de ella, lo que dificulta y encarece los resultados de la medición y fiscalización del cumplimiento de la normativa, una norma en concentración por unidad de energía producida, implica la medición de la producción de energía durante la medición, lo que puede ser factible sólo en fuentes que cuenten con equipos para tal efecto, en la realidad nacional sólo las calderas de generación lo tienen, las calderas de vapor industriales y residenciales no, por lo que no es factible técnicamente su implementación.



4.1.1 AES GENER S.A. – Central Ventanas

La Central Ventanas de la empresa AES GENER, ha sido parte del plan de descontaminación, dando cumplimiento desde el año 1999 al límite de emisiones de 3.000 ton anuales de MP establecidas.

En la actualidad está establecida una norma de SO₂ de 1,13 Kg de SO₂ por millón de BTU.

Sin embargo el estudio de DICTUC establece que las emisiones actuales de la central son responsables de una parte del impacto en la calidad del aire en las estaciones de La greda, Puchuncaví y Los Maitenes, por lo cual se requiere estudiar medidas de reducción de emisiones.

Propuesta preliminar de Normativa para Fuentes Fijas

Para el caso de las unidades 1 y 2 de la Central Ventanas, la normativa de emisiones que se sigue es el establecimiento de un límite de emisiones de:

- Para PTS: 100 mg/m³N, corregidas al 7% de oxígeno, medición continua, verificada una vez al año mediante monitoreo CH-5.
- Para SO₂: 500 mg/m³N. Medidas mediante monitoreo continuo verificado una vez al año con método CH-6.
- Para NO₂: 500 mg/m³N. Medidas mediante monitoreo continuo verificado una vez al año con método CH-7E.

Las unidades 1 y 2 no tienen problemas para el cumplimiento del límite de MP, dado que en promedio emiten en concentraciones menores y cuentan con monitoreo continuo de emisiones, sin embargo el cumplimiento se deberá evaluar en el desempeño mensual como promedio horario, donde se debe estar bajo el límite en el 95% de los valores.

El cumplimiento de los límites propuestos implica el control de emisiones de SO₂ y NO_x solo en la unidad 1, dado que la implementación de los proyectos nuevos incluyen la implementación de reducción de emisiones en la unidad 2, en niveles de 450 mg/m³N de SO₂ y de 513 mg/m³N de NO_x.

Para el caso de las nuevas unidades de la Central Nueva Ventanas y Campiche, la normativa de emisiones sugerida es el establecimiento de un límite de emisiones de:

- Para PTS: 50 mg/m³N, corregidas al 7% de oxígeno, medición continua, verificada una vez al año mediante monitoreo CH-5.
- Para SO₂: 200 mg/m³N. Medidas mediante monitoreo continuo verificado una vez al año con método CH-6.
- Para NO₂: 500 mg/m³N. Medidas mediante monitoreo continuo verificado una vez al año con método CH-7E.
- Hg: 0,2 mg/m³N, Medidas mediante monitoreo una vez al año con método CH-29 y posterior análisis con Espectroscopia atómica de absorción (AA) o emisión (ICP), Técnica de vapor frío.

Para el caso del MP, los proyectos Nueva Ventanas y Campiche, se comprometen a una emisión menor de 47 mg/m³N, y a monitoreo continuo de emisiones, por lo cual no tendrían problemas para cumplir la norma propuesta.

Se considera como año base de emisiones el 2009, donde no estarán en operación los proyectos de las centrales Nueva Ventanas y Campiche, por lo cual podrían ser consideradas como fuentes nuevas. Los proyectos de ambas centrales se comprometen a emitir SO₂ en concentraciones de 450 mg/m³N y NO_x en concentraciones de 513 mg/m³N.

Para el cumplimiento de la norma de SO₂ propuesta ambos proyectos deberían implementar una modificación de sus sistemas de control de emisiones proyectados.

Para el cumplimiento de la norma de NO_x tendrían posibilidades de cumplir sin tener que modificar su proyecto, pero realizando un control exigente de las emisiones.

La implementación de los proyectos nueva ventanas y central Campiche implican un aumento potencial de 4.464 ton diarias en el consumo de carbón, lo que implica un aumento en las emisiones del sistema de almacenamiento y administración de combustible, específicamente en la descarga de carbón a cancha de alimentación y uso de maquinaria.

La RCA del proyecto Campiche establece medidas de control de emisiones de polvo fugitivo desde el almacenamiento mediante una barrera corta viento y humectación del camino de acceso.

La implementación de proyectos de reducción de emisiones de esta magnitud, implica el desarrollo de estudios de factibilidad técnica y operativa, tales como los de mecánica de suelos, caracterización de las emisiones, estudios de alternativas, cotización y aceptación

de ofertas. Posteriormente y una vez definida la alternativa técnica adecuada, se requiere de un tiempo de espera considerable para la fabricación de las unidades de control de emisiones, su despacho y recepción en terreno, su montaje y puesta en marcha, y el desarrollo de los ensayos de verificación de las emisiones resultantes, que permitan evaluar el cumplimiento real de la normativa propuesta.

Se estima que para completar el ciclo completo, se requiere a lo menos de tres años de plazo para la implementación de un sistema de control de emisiones en una fuente antigua. Por el contrario, en una fuente nueva, la normativa puede ser obligatoria al iniciarse su operación.

Propuesta de Normativa para Fuentes Móviles Fuera de Ruta

Se sugiere el establecimiento de control de emisiones en la maquinaria de la cancha, mediante la obligación de realizar revisiones técnicas a la maquinaria dos veces al año. Se deberá implementar un registro de la maquinaria que opera en la empresa, que incluya las características de las fuentes y la periodicidad y resultados de las mantenciones.

Se sugiere también el uso de combustible diesel de bajo contenido de azufre, similar al utilizado en la Región Metropolitana, el cual está disponible comercialmente.

El tiempo requerido para la implementación de estas medidas es reducido, estimándose en seis meses suficiente para su cumplimiento.

4.1.2 CODELCO – División Ventanas

La fundición Ventanas de la empresa CODELCO CHILE, ha sido parte del plan de descontaminación, dando cumplimiento desde el año 1999 al límite de emisiones de 45.000 ton anuales de azufre y 1.000 ton anuales de MP establecido.

Sin embargo el estudio de DICTUC establece que las emisiones actuales de la fundición son responsables de una parte del impacto en la calidad del aire en las estaciones de La greda, Puchuncaví y Los Maitenes, por lo cual se requiere estudiar medidas de reducción de emisiones.

Algunas de las medidas posibles separadas por tipo de fuente son las siguientes:

Propuesta preliminar de Normativa para Fuentes Fijas

Para la Planta de Secado, Horno Basculante, Horno Reverbero RAF, Horno Tostador de Selenio – Planta de Metales Nobles, Horno Eléctrico, Horno Troff y Calderas:

- Norma de emisión para PTS: 50 mg/m³N, corregidas al 7% de oxígeno, medición continua en planta de secado, verificada una vez al año mediante monitoreo CH-5, medición puntual una vez al año en el resto de las fuentes fijas.

Las mediciones isocinéticas deben ser realizadas por un laboratorio certificado por la SEREMI de Salud respectiva. El cumplimiento de esta propuesta de normativa implica en todas las fuentes la optimización de los equipos de control disponibles o la implementación de nuevos sistemas.

Para la planta de ácido y chimenea de convertidores.

- Para SO₂: 650²⁷ ppm. Medidas mediante monitoreo continuo verificado una vez al año con método CH-6.

Se debe monitorear las emisiones generadas desde la planta de ácido y desde la descarga directa a chimenea de la nave de convertidores, se deben estimar las emisiones fugitivas mediante el balance de masa de emisiones, considerando los resultados de las mediciones reales en las fuentes de emisión.

El cumplimiento de esta propuesta de normativa implica la optimización del sistema de captación de las emisiones fugitivas, las que son de una gran magnitud en la actualidad.

De forma similar a las medidas de control de emisiones en la central de generación de energía, se estima que para completar el ciclo completo, se requiere a lo menos de tres años de plazo para la implementación de un sistema de control de emisiones en una fuente antigua.

Propuesta de Normativa para Emisiones Fugitivas

Para Polvo Resuspendido generado por el tránsito en caminos pavimentados

²⁷ Normativa EPA, CFR-40, part 60 Standart of perfomance for primary copper smelter.

Implementación de plan de mantención y mejoras en la carpeta de las vías de tránsito de camiones en los ingresos y egresos.

Implementación de un programa de aspirado del polvo arrastrado por el viento a la carpeta de rodados, mediante la aspiración eficiente, en especial del material particulado fino presente. Implementación de un programa de seguimiento de la eficiencia de aspirado, mediante la medición periódica de los contenidos de fino de la carpeta de rodado (medición del Silt antes y después del aspirado).

Para Polvo Resuspendido generado por el tránsito en caminos sin pavimentar

Pavimentación o mejoramiento de carpeta.

Se estima que para la implementación de las medidas propuestas, se requiere de un plazo de un año.

Maquinaria Interna

Se sugiere el establecimiento de control de emisiones en la maquinaria de la cancha, mediante la obligación de realizar revisiones técnicas a la maquinaria dos veces al año.

Se deberá implementar un registro de la maquinaria que opera en la empresa, que incluya las características de las fuentes y la periodicidad y resultados de las mantenciones.

Se sugiere también el uso de combustible diesel de bajo contenido de azufre, similar al utilizado en la Región Metropolitana.

El tiempo requerido para la implementación de estas medidas es reducido, estimándose en seis meses suficiente para su cumplimiento.

Generadores eléctricos.

Control de emisiones, medición.

Patio de intermedios.

Encapsulamiento de molienda, harneado y transporte de productos intermedios.

Patio de residuos peligrosos.

Mejoramiento de coberturas.

Se estima que para la implementación de las medidas propuestas, se requiere de un plazo de un año.

4.1.3 COMERCIAL CATAMUTÚN

En el caso de esta empresa, que importa y comercializa carbón, la mayor fuente de emisión de acuerdo a DICTUC, es el harneado de carbón para su selección por tamaños, dado que en general el carbón se maneja húmedo, para evitar su calentamiento.

Propuesta de Normativa para Fuentes Fijas

Para el Harneado y Chancado de Carbón, se sugiere el encapsulamiento de las operaciones de harneado y molienda, así como de las correas transportadoras intermedias.

Se estima que para la implementación de las medidas propuestas, se requiere de un plazo de un año.

Propuesta de Normativa para Fuentes Móviles Fuera de Ruta

Se sugiere el establecimiento de control de emisiones en la maquinaria de la cancha, mediante la obligación de realizar revisiones técnicas a la maquinaria dos veces al año.

Se deberá implementar un registro de la maquinaria que opera en la empresa, que incluya las características de las fuentes y la periodicidad y resultados de las mantenciones.

Se sugiere también el uso de combustible diesel de bajo contenido de azufre, similar al utilizado en la Región Metropolitana, el cual está disponible comercialmente y no implica un costo extra.

El tiempo requerido para la implementación de estas medidas es reducido, estimándose en seis meses suficiente para su cumplimiento.

Propuesta de Normativa para Emisiones Fugitivas

Carga y descarga de carbón, Polvo Resuspendido de calles pavimentadas y sin pavimentar y el almacenamiento en pilas del carbón:

Implementación de plan de mantención y mejoras en la carpetas de las vías de tránsito de camiones en los ingresos y egresos.

Implementación de barreras de viento en el límite norte de las instalaciones, que puede ser complementado con forestación e implementación de un plan permanente de humectación de las zonas de almacenamiento y caminos interiores.

Se estima que para la implementación de las medidas propuestas, se requiere de un plazo de un año.

4.1.4 ENAP S.A.

Para la caldera de la Planta de Quintero de ENAP:

- Norma de emisión para PTS: 50 mg/m³N, corregidas al 7% de oxígeno, con medición puntual una vez al año.

Las mediciones isocinéticas deben ser realizadas por un laboratorio certificado por la SEREMI de Salud respectiva.

Se estima que para la implementación de las medidas propuestas, se requiere de un plazo de un año, dado que se requiere evaluar la necesidad de implementar un cambio de combustible.

4.1.5 COPEC S.A.

Para horno de calentamiento de la Planta de lubricantes:

- Norma de emisión para PTS: 50 mg/m³N, corregidas al 7% de oxígeno, con medición puntual una vez al año.

Las mediciones isocinéticas deben ser realizadas por un laboratorio certificado por la SEREMI de Salud respectiva.

Se estima que para la implementación de las medidas propuestas, se requiere de un plazo de un año, dado que se requiere evaluar la necesidad de implementar un cambio de combustible.

4.1.6 EMPRESAS MELON S.A.

Para las fuentes fijas principales de emisión existentes en las instalaciones actuales, se sugiere la mejora de los sistemas de carga y descarga de clinker a camiones y tren, este objetivo puede ser logrado mediante la implementación de mangas retráctiles con control de emisiones o el encapsulamiento de la zona de carga.

La empresa tiene aprobado un proyecto de planta de molienda y envasado de cemento en la zona, para la cual se han estimado solo las emisiones de la molienda y secado, se requiere incluir en las estimaciones las emisiones que se generan en los sistemas de carga, en el transporte interno de materiales, en los silos de almacenamiento, maquinarias, polvo resuspendido por tránsito y demanda de buques en la bahía.

Se propone una norma de 20 mg/m³N para las emisiones de las fuentes de la nueva planta, el secador de materias primas y el molino de cemento, medidas mediante monitoreo puntual anual.

Dado que el proyecto aprobado implica la instalación de equipos de control de emisiones de alta eficiencia, se estima que la medida propuesta puede ser exigida con la entrada en operación de la planta.

4.1.7 GASMAR S.A.

Las fuentes fijas existentes en la planta de GASMAR, no son grandes emisoras de MP o SO₂, solo las emisiones provenientes de las embarcaciones marinas utilizadas en el transporte de sus materias primas son relevantes.

Se sugiere el uso de petróleo diesel de bajo contenido de azufre en los generadores y motores en operación en la planta.

La implementación de la medida no requiere de un plazo para su ejecución.

4.1.8 OXIQUIM S.A.

Las fuentes fijas existentes en la planta de OXIQUIM, no son grandes emisoras de MP o SO₂, son emisoras de VOCs, solo las emisiones provenientes de las embarcaciones marinas utilizadas en el transporte de sus materias primas son relevantes.

Se sugiere el uso de petróleo diesel de bajo contenido de azufre en los generadores y motores en operación en la planta.

La implementación de la medida no requiere de un plazo para su ejecución.

4.1.9 PUERTO VENTANAS S.A.

En esta empresa son relevantes las emisiones de MP generadas por la descarga de granos desde barcos en correas y luego desde el almacenamiento a camiones y tren. En toda la cadena de transporte se generan emisiones fugitivas, incluido el almacenamiento en bodegas, estas emisiones se deben al polvo que traen los granos desde su origen.

Destacan la emisiones generadas por una barredora de polvo en los caminos de acceso de la empresa, las que no fueron estimadas en el estudio de DICTUC, la cual recolecta el particulado grueso depositado, sin embargo en su operación levanta y proyecta el material particulado fino, se requiere modificar la tecnología de aspirado, por un sistema que permita la recuperación del material particulado fino.

Toda la cadena de transporte y almacenamiento es inadecuada para su manejo, se requiere rediseñar y modificar los equipamientos disponibles para el manejo de granos, implementando sistema de descarga neumático, almacenamiento confinado en silos, transporte, carga y descarga con sistemas herméticos.

El manejo de concentrados es inadecuado, especialmente por su almacenamiento y carga y descarga en sitios expuestos al viento, se requiere de la inversión en sistemas de almacenamiento y manejo de concentrados confinados.

Las emisiones generadas por las embarcaciones marinas utilizadas en el transporte de las materias primas son relevantes también.

Se estima que para la implementación de las medidas propuestas se requiere de un plazo de dos años, dado que se requiere el desarrollo de un proyecto de ingeniería completo, que permita definir una alternativa de control de emisiones.

4.2. FUENTES MOVILES EN RUTA

Las emisiones estimadas de fuentes móviles en ruta para MP y SO₂ por tubos de escape son generadas por fuentes que operan con petróleo diesel como combustible, siendo las de emisiones relevantes los camiones pesados y buses rurales y particulares que operan en la zona de estudio.

Los niveles de actividad de fuentes móviles se pueden clasificar también en transporte público y transporte privado.

En el transporte público se encuentran los recorridos de buses rurales que prestan servicios en la zona, los cuales pueden ser regulados mediante licitaciones de recorridos por el Ministerio de transportes, siendo la medida de mayor efectividad, la limitación en la antigüedad de la flota. La mantención de los buses puede ser optimizada aumentando la periodicidad de las revisiones en plantas de revisión técnica a dos veces al año.

La definición de las condiciones de la licitación puede requerir del desarrollo de estudios previos de frecuencia, alternativas tecnológicas y condiciones de mercado, por lo cual se estima que se requiere de a lo menos dos años para la implementación por parte del Ministerio de transportes.

El transporte privado es variable en la zona, especialmente en la temporada veraniega, sin embargo en el caso de camiones y buses de transporte de personal, su actividad está ligada a las empresas que operan en la zona. Las condiciones técnicas de los vehículos que operan realizando servicios o son parte de la flota de ellas, pueden ser establecidos mediante los contratos de servicios, por lo cual se pueden establecer de común acuerdo, la limitación de la antigüedad máxima, así como el uso de un combustible de bajo contenido en azufre, son eficientes en el control de emisiones.

La definición de las condiciones de licitación, así como la duración de los contratos actuales, puede condicionar la implementación de estas medidas, por lo cual su implementación debe ser evaluada caso a caso, mediante un plan de implementación.

4.3. FUENTES MOVILES FUERA DE RUTA.

Maquinaria Industrial

Para la maquinaria industrial se sugiere el establecimiento de control de emisiones por tubo de escape, mediante la obligación de realizar revisiones técnicas dos veces al año. Esta medida podría ser implementada mediante una planta de revisión técnica portátil, que debería ser contratada por los industriales de la zona, para la verificación de las emisiones de la maquinaria dos veces al año.

Se deberá implementar un registro de la maquinaria que opera en cada empresa, que incluya las características de las fuentes y la periodicidad y resultados de las mantenciones.

En la actualidad la maquinaria industrial no esta sujeta a ninguna regulación de emisiones, aunque en teoría el Ministerio de Transportes tiene la capacidad de exigir se le realicen revisiones técnicas, en la practica es solo a aquellas maquinarias que se desplazan por vías publicas, cuando la maquinaria opera en terrenos privados no están sometidos a la exigencia. Tampoco se han determinado valores de cumplimiento para la maquinaria que realiza las revisiones técnicas, aplicándosele los valores establecidos para camiones pesados.

Para el establecimiento de un sistema de control de emisiones en maquinaria industrial, se requiere de un equipo móvil de medición y el establecimiento de un listado de niveles permisibles de emisión, según el tamaño de la fuente. Este sistema puede ser implementado mediante un convenio entre las empresas sujetas al control, con un organismo técnico capacitado (Universidad o instituto profesional), que tenga las capacidades para realizar los muestreos periódicamente o con una de las plantas de revisión técnica autorizadas en la actualidad.

Se sugiere también el uso de combustible diesel de bajo contenido de azufre, similar al utilizado en la Región Metropolitana, el cual esta disponible comercialmente y no implica un costo extra, en el caso de la maquinaria esta medida implica el desarrollo de la capacidad de almacenamiento local de diesel de bajo azufre.

El tiempo requerido para la implementación de estas medidas es reducido, estimándose en seis meses suficiente para su cumplimiento.

Embarcaciones Marinas

Las emisiones de las embarcaciones marinas dependen del tamaño y función que desempeñan pudiendo separarse en embarcaciones internacionales, cabotaje nacional, pesquería, y apoyo en bahía.

Las embarcaciones marinas internacionales mayores a 400 Toneladas de carga bruta, utilizan petróleo pesado (tipo bunker, o IFO 180), para sus desplazamientos en alta mar, debido a su bajo costo, sin embargo cuando se aproximan a realizar operaciones en puertos, cambian de combustible a diesel marino, con el fin de asegurar la respuesta de los motores a las operaciones de cambios de velocidad. El suministro de los combustibles en este tipo de embarcaciones depende de sus rutas y destinos, por lo cual no es factible influir sobre su calidad.

En la actualidad DIRECTEMAR a ratificado ante la Organización Marítima Internacional, la validez en Chile del convenio para prevenir la contaminación por buques (MARPOL), Anexo VI Contaminación del aire, donde se establece la obligación a este tipo de embarcaciones a certificar sus maquinarias y ha cumplir con un límite de concentración de azufre en su combustible de 4,5 % masa/masa. Este convenio establece también la definición de las zonas de control de las emisiones de SO_x, donde el límite se reduce a 1,5 % masa/masa de azufre.

En la actualidad DIRECTEMAR no ha solicitado la declaración de zona bajo control de emisiones de SO_x para la zona de Ventanas.

Esta medida es común en otros países, por lo cual su aplicación práctica no tiene inconveniente en la actualidad, solo se requiere que DIRECTEMAR realice los tramites requeridos para establecer a la zona de Ventanas como bajo control de emisiones de SO₂, e implementar mediante el Servicio de Inspecciones Marítimas, dependiente del Estado Rector del Puerto, la fiscalización respectiva.

Para la definición de los límites geográficos de la zona bajo control, se requiere de un estudio que identifique las rutas de aproximación de las naves y la definición de la distancia a la cual tendrían de realizar el cambio de combustible, para evitar el impacto de las emisiones de SO_x en la zona bajo control.

La medida dependerá del tiempo necesario para la tramitación internacional de la declaración de zona bajo control de SO₂.

Una preocupación diferente son las embarcaciones que operan en forma habitual en la bahía de Ventanas, tales como remolcadores y pesqueros, los cuales usan habitualmente



diesel marino como combustible, la medida mas factible de implementar es el uso de diesel de bajo contenido de azufre, lo que es factible de implementar sin dificultad.

4.4. FUENTES AREALES

Como fuentes areales en la zona en estudio, aparecen como relevantes para las emisiones de MP, la combustión residencial de leña, las operaciones de construcción de infraestructura y las provenientes de calles pavimentadas y sin pavimentar.

Una fuente que no fue considerada en el inventario disponible es la quema abierta de residuos domiciliarios, incluidos los residuos de podas, hojas y matorrales de pequeño tamaño, para los cuales no existe un registro en ningún organismo, este tipo de actividades debe ser prohibido, fiscalizado y sancionado por la municipalidad respectiva en toda la zona de estudio.

En la combustión residencial de leña se considera que dada las características de la zona, se requiere inicialmente realizar un catastro detallado de los equipos de combustión residencial de leña que se encuentran operando en la zona, el organismo encargado podría ser la municipalidad, como segundo paso se sugiere la evaluación de un programa de recambio de calefactores por tecnologías de menor emisión, educación en el correcto uso de los calefactores, mejoramiento en la calidad de la leña y apoyo en la mejora del aislamiento térmico de las viviendas.

La emisión de polvo en calles pavimentadas depende del contenido de polvo fino en la carpeta de rodado, del tráfico y del estado general de mantención de las calles. La figura siguiente muestra en términos generales los procesos de depositación de partículas en las calles y de remoción.

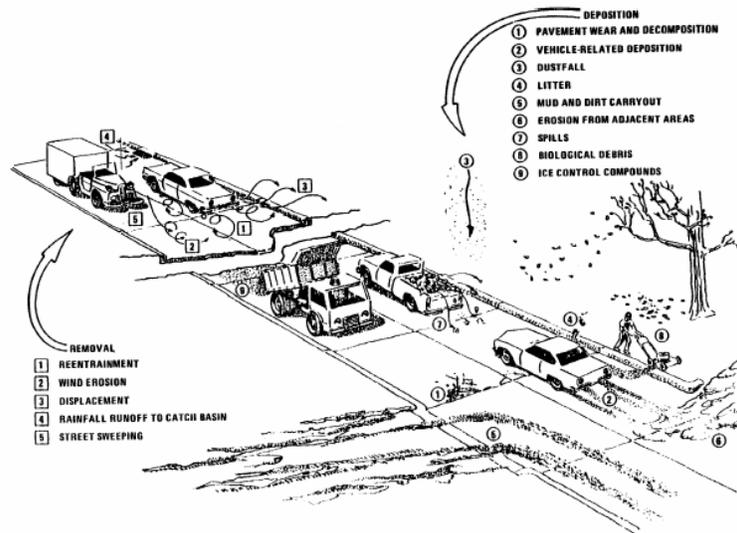


Figure 13.2.1-1. Deposition and removal processes.

Fuente: AP-42, USEPA.

Figura 9. Deposición de Partículas en las Vías

Las estrategias de control deben apuntar a evitar que el polvo llegue a las calles pavimentadas. Para esto se deben implementar diversas exigencias, con énfasis en las zonas urbanas con alto tráfico:

- Transporte de áridos en camiones debidamente cubiertos.
- Lavados de ruedas en actividades de construcción.
- Control de emisiones de polvo en actividades de construcción.
- Estabilización de veredas y bandejones.
- Intersecciones de calles pavimentadas con calles sin pavimentar
- Manejo de aguas lluvias (evitando que arrastren tierra hacia las calles)
- Construcción y mantención de áreas verdes en zonas carentes de cobertura vegetal.

Las calles sin pavimentar pueden ser relevantes de considerar en la medida que estén sometidas a altos niveles de tráfico o se encuentren en zonas urbanas. Se requiere generar un catastro de calles sin pavimentar (longitud, coordenadas, tráfico, etc.) y generar un plan maestro de pavimentación de forma tal de priorizar aquellas calles de mayor tráfico.

Para lograr reducir el impacto de los nuevos proyectos que se instalen en la región, se recomienda establecer exigencias a aquellos que sean sometidos al Sistema de Evolución de Impacto Ambiental. Pueden usarse como base las medidas de mitigación que se exige a los proyectos que ingresan al SEIA en la Región Metropolitana.

Control de Emisiones Atmosféricas de Polvo en el SEIA

Se deberán implementar las siguientes medidas en la etapa de construcción del proyecto para prevenir y/o mitigar las emisiones atmosféricas de material particulado y de gases:

- Realizar actividades de capacitación a los trabajadores en temas ambientales e instalar señalética alusiva al control de las emisiones atmosféricas, como por ejemplo: Tratamiento de materiales que puedan desprender polvo, la limpieza de la obra, la reducción de velocidad de vehículos, vías de tránsito, entre otros.
- Realizar el transporte de materiales en camiones cubiertos mediante carpa de lona hermética, impermeable y sujeta a la carrocería, antes de salir del sitio del proyecto. Esto, evitando la caída de materiales y el desprendimiento de polvo en el trayecto del vehículo.
- Vigilar los límites máximos de carga; es decir, debe mantener un nivel de 10 cm. por debajo del máximo de la tolva, además de implementar un plan de seguimiento para esta medida con prohibición del uso de carpas que no cumplan con las características mencionadas; por ejemplo, el uso de malla tipo "rachel", dado que este tipo de malla no cumple con las características señaladas.
- Ejecutar diariamente la limpieza y el lavado de las calles o superficies pavimentadas, interiores y exteriores del predio del proyecto, para evitar la re-suspensión de polvo. Esto, considerando a lo menos una cuadra de distancia desde la salida del recinto, pudiendo ser una distancia mayor si se observa el arrastre de materiales hacia otras vías de circulación.
- Realizar la compactación y estabilización de la zona de tránsito de maquinarias y vehículos. Además, humectar en forma permanente las áreas de circulación vehicular no pavimentadas, de tal manera que se impida el levantamiento de polvo. Al respecto, el titular podrá utilizar una solución con aditivos biodegradables para evitar la evaporación, y deberá considerar que los accesos a las faenas deben contar con pavimentos estables.
- Limitar la velocidad de circulación de los vehículos a 30 Km./h en las vías interiores del recinto.
- Mantener los acopios de tierra y materiales áridos cubiertos con lonas herméticas o humedecidas para evitar el levantamiento de polvo.

- El recinto del proyecto debe contar con una barrera perimetral del tipo malla "rachel" u otra que impida la dispersión de polvo fugitivo. Ésta debe instalarse en todo el perímetro del recinto y no sólo en el frente de trabajo.
- Implementar una zona para realizar el lavado de carrocería y ruedas de camiones y vehículos que transiten al interior del recinto, asegurando que no se arrastren materiales y/o tierra hacia el exterior del recinto; es decir, veredas, platabandas, calles aledañas, etc. Al respecto, se debe evitar que las aguas de lavado escurran hacia bienes de uso público.
- Realizar mantenciones periódicas a las maquinarias, equipos y camiones, controlando las emisiones atmosféricas de gases contaminantes. Al respecto, el titular debe mantener un registro y respaldo de la documentación en la obra, para facilitar la fiscalización de los organismos competentes.
- Humectar los materiales en procesos de mezcla, molienda o en caso de realizar cortes y/o el procesamiento de materiales que pudieran generar polvo. Al respecto, el titular debe utilizar, de preferencia, recintos cerrados para ejecutar estas actividades. Reforzar las medidas de mitigación y evitar la realización de actividades que generen emisiones de material particulado y gases durante los episodios críticos de contaminación atmosférica.

4.5. MEDIDAS DE GESTION PUBLICA

Las medidas de gestión pública recomendadas son las siguientes:

- Calificación y/o autorización de la Autoridad Sanitaria a los laboratorios de medición y análisis de material particulado y gases, siguiendo los protocolos vigentes actualmente en la Región Metropolitana, en base a las metodologías chilenas aprobadas por el MINSAL (CH-A; CH-3; CH-5; CH-6; CH-7; CH-25). Implementar al interior de la Autoridad Sanitaria el sistema de registro del aviso de mediciones (que debe ser enviado por los laboratorios autorizados con al menos 48 hrs. de anticipación), de manera que permita la realización de auditorías de fiscalización a las mediciones programadas.
- Implementar una base de datos para el registro de los resultados obtenidos de las mediciones realizadas por las distintas fuentes fijas existentes y nuevas en la zona de Ventanas.
- Implementación de un programa anual de mediciones de fiscalización, de material particulado y gases, en las principales fuentes que operan en Ventanas. Estas mediciones se realizarán como parte de las actividades de fiscalización de la

Autoridad Sanitaria, sin previo aviso, y pueden ser ejecutadas por un Laboratorio Autorizado.

- Mantener actualizado anualmente el inventario de emisiones de Ventanas.
- Implementar medidas de control de emisiones de polvo generadas por las actividades de construcción tales como:
 - ❖ Construcción de edificios: Exigir a las empresas constructoras: la instalación de mallas, piscinas para el lavado de neumáticos de los camiones a la salida de la obra, cobertura de los camiones que transportan material a granel.
 - ❖ Construcción de obras viales: Exigir a las empresas constructoras: la limpieza diaria de las calles de acceso a la obra.
- Realizar estudio con modelación de emisiones secundarias que permita evaluar el aporte de las emisiones de SO₂ y NO_x a la contaminación de la zona de Ventanas y sus alrededores, especialmente en la formación de Ozono. Implementar la operación del sistema AIRVIRO, con la base de emisiones de fuentes catastradas y los monitoreos continuos exigidos mediante RCA's, la meteorología y calidad del aire disponible en las redes actuales.
- Realizar un catastro de sitios eriazos dentro de la zona de Ventanas, y exigir y fiscalizar (a través de las Municipalidades), el cierre perimetral de sitios eriazos para evitar que se conviertan en basurales.
- Prohibición de quema de basura a nivel residencial y en vertedero o botaderos.
- Implementar un sistema de registro de denuncias y de comunicación a la comunidad que permita recepcionar información relacionada con la generación de emisiones, ya sea por fuentes fijas, móviles o quemas abiertas.

5. INVENTARIO DE EMISIONES PROYECTADO

El inventario de emisiones atmosféricas de la Zona Industrial de Ventanas ha sido proyectado considerando diversos antecedentes disponibles respecto de las fuentes existentes y las nuevas fuentes que entraron o entrarán en operación posterior al año 2006.

A fin de conocer cómo los nuevos proyectos, así como el crecimiento de las actuales actividades industriales (Base 2006) considerando el crecimiento económico proyectado al 2020, impactan en el nivel basal de emisiones atmosféricas, es que se han proyectado 2 escenarios de emisiones de gases y material particulado:

- Proyección de Emisiones de Material Particulado y Gases como **Escenario Base** (sin considerar medidas de abatimiento adicionales a las identificadas en el Estudio DICTUC y el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental); considera a su vez 3 sub-escenarios:
 - a) Proyección Escenario Base 2006
 - ❖ Fuentes Fijas Industriales a excepción de CODELCO – Ventanas y Gener Ventanas basado en el PIB proyectado.²⁸
 - ❖ Fuentes móviles y polvo resuspendido basado en el PIB proyectado
 - ❖ Embarcaciones, considerando el crecimiento del PIB anual en la región.
 - b) Proyección Proyectos ingresados al SEIA entre los años 2005 y 2008, con RCA favorable o en calificación.
 - ❖ Compensación de Emisiones de cada proyecto evaluado
 - c) Proyección del aumento de las emisiones debido al crecimiento del movimiento portuario en la bahía de Quintero debido a la operación de distintos proyectos en la Zona Industrial de Ventanas.
- Proyección de Emisiones de Gases y Material Particulado con control: Este escenario considera medidas de control (propuestas por el consultor) de emisiones para MP, NO_x y SO₂, en función del cumplimiento de las normas de emisión propuestas anteriormente.

5.1. PROYECCION DE CRECIMIENTO REGIONAL

Los datos de crecimiento económico regional son entregados por el Banco Central. Durante el período 2004 – 2006, el crecimiento medio del PIB en la V Región fue de un 5,62% por lo tanto la proyección del crecimiento de las emisiones se basa en esta tasa de crecimiento, asignando un factor de aumento de emisiones según el año que se proyecta:

²⁸ En este caso, las emisiones de Codelco División Ventanas se considerarán constantes debido a que no se prevé un aumento de su producción anual. Solamente en el caso de establecer medidas de control para Material Particulado se variarán las emisiones de esta empresa. En el caso de Gener, Central Ventanas, no se considerará un aumento de las emisiones debido a que todas las variaciones en emisiones de SO_x y NO_x estarán supeditadas a los proyectos de compensación de emisiones de la Central Nueva Ventanas y Central Campiche; por lo tanto las emisiones se considerarán constantes y variarán en función de lo anteriormente expuesto.

Tabla 121. Factores de Crecimiento Anual en Base al Crecimiento Promedio del PIB para la Región de Valparaíso

2.007	2.008	2.009	2.010	2.011	2.012	2.013	2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020
1,06	1,12	1,18	1,24	1,31	1,39	1,46	1,55	1,63	1,72	1,82	1,92	2,03	2,14

Fuente: elaboración propia.

Para aquellos proyectos que inician sus operaciones en después de 2006, la proyección de sus emisiones posterior al año de inicio de sus operaciones (año base del proyecto en cuestión) se hará considerando el crecimiento anual promedio del PIB regional de un 5,6%, quedando la tasa de crecimiento, según el año base de operación (para este caso el inicio de las operaciones de los proyectos SEIA) señalado en la siguiente tabla:

Tabla 122. Factores de Crecimiento Anual Según Año Base de Operación de Proyectos SEIA

TASA CRECIMIENTO PIB REGIONAL – ACUMULADO															
AÑO	2.006	2.007	2.008	2.009	2.010	2.011	2.012	2.013	2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020
BASE 2006	1,00	1,06	1,12	1,18	1,24	1,31	1,39	1,46	1,55	1,63	1,72	1,82	1,92	2,03	2,14
BASE 2007		1,00	1,06	1,12	1,18	1,24	1,31	1,39	1,46	1,55	1,63	1,72	1,82	1,92	2,03
BASE 2008			1,00	1,06	1,12	1,18	1,24	1,31	1,39	1,46	1,55	1,63	1,72	1,82	1,92
BASE 2009				1,00	1,06	1,12	1,18	1,24	1,31	1,39	1,46	1,55	1,63	1,72	1,82
BASE 2010					1,00	1,06	1,12	1,18	1,24	1,31	1,39	1,46	1,55	1,63	1,72
BASE 2011						1,00	1,06	1,12	1,18	1,24	1,31	1,39	1,46	1,55	1,63
BASE 2012							1,00	1,06	1,12	1,18	1,24	1,31	1,39	1,46	1,55

Fuente: elaboración propia.

5.2. PROYECCION ESCENARIO BASE 2006

La proyección de este escenario se realizó con el fin de poder comparar diferentes escenarios respecto de uno ya conocido, tomando como base las emisiones 2006 de la zona industrial de Ventanas. Todos los supuestos planteados se verán modificados una vez que efectivamente se evalúe el escenario de emisiones considerando las modificaciones de proyectos, proyectos nuevos ingresados (aprobados y en calificación) al SEIA, entre otros.

Proyección Emisiones Fuentes Fijas Industriales

En este caso, las emisiones proyectadas al 2020 corresponden a las fuentes de Comercial CATAMUTUM, GASMAR S.A., Empresas Melón S.A., Puerto Ventanas S.A., y OXIQUIM.

Las Emisiones Base 2006 de estas empresas fueron obtenidas del Estudio de DICTUC S.A. (2007) y corresponden a las siguientes:

Tabla 123. Emisiones Base 2006 – Fuentes Fijas Industriales Ventanas

RAZON	PTS	MP ₁₀	MP _{2,5}	NO _x	CO	SO _x
COMERCIAL CATUMUTUN S.A.	69,68	12,42	0,29	6,72	1,81	0,01
EMPRESAS MELON S.A.	2,65	0,96	0,05			
GASMAR S.A.	0,70	0,27	0,06	6,46	3,24	0,40
OXIQUIM	108,62	33,52	3,56	24,10	8,11	0,78
PUERTO VENTANAS S.A.	53,95	18,62	2,82	2,81	1,30	0,01
TOTAL GENERAL	235,61	65,79	6,78	40,09	14,46	1,20

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Finalmente las emisiones proyectadas para cada año quedan como sigue:

Tabla 124. Emisiones Proyectadas 2007 – 2020 Fuentes Fijas Industriales Ventanas

2007						
RAZON	PTS	MP₁₀	MP_{2,5}	NOx	CO	SO_x
COMERCIAL CATUMUTUN S.A.	73,51	13,08	0,31	6,72	1,81	0,01
EMPRESAS MELON S.A.	2,80	1,02	0,02			
GASMAR S.A.	0,73	0,28	0,06	6,80	3,31	0,42
OXIQUIM	114,71	35,40	3,76	25,45	8,57	0,83
PUERTO VENTANAS S.A.	58,94	20,36	3,22	2,81	1,31	0,01
TOTAL GENERAL	250,69	70,14	7,36	41,78	14,99	1,26

2014						
RAZON	PTS	MP₁₀	MP_{2,5}	NOx	CO	SO_x
COMERCIAL CATUMUTUN S.A.	107,04	18,85	0,44	6,72	1,81	0,01
EMPRESAS MELON S.A.	4,10	1,49	0,03			
GASMAR S.A.	1,08	0,41	0,09	9,79	3,96	0,62
OXIQUIM	167,97	51,84	5,50	37,27	12,55	1,21
PUERTO VENTANAS S.A.	85,17	29,40	4,58	2,81	1,31	0,01
TOTAL GENERAL	365,35	101,99	10,64	56,59	19,62	1,85

2008						
RAZON	PTS	MP₁₀	MP_{2,5}	NOx	CO	SO_x
COMERCIAL CATUMUTUN S.A.	77,55	13,78	1,42	6,72	1,81	0,01
EMPRESAS MELON S.A.	2,96	1,08	0,02			
GASMAR S.A.	0,78	0,30	0,07	7,16	3,39	0,45
OXIQUIM	121,13	37,38	3,97	26,88	9,05	0,87
PUERTO VENTANAS S.A.	62,11	21,45	3,38	2,81	1,31	0,01
TOTAL GENERAL	264,52	73,98	8,86	43,56	15,55	1,33

2015						
RAZON	PTS	MP₁₀	MP_{2,5}	NOx	CO	SO_x
COMERCIAL CATUMUTUN S.A.	112,96	19,87	0,47	6,72	1,81	0,01
EMPRESAS MELON S.A.	4,33	1,58	0,03			
GASMAR S.A.	1,14	0,43	0,10	10,32	4,07	0,66
OXIQUIM	177,38	54,74	5,81	39,36	13,25	1,28
PUERTO VENTANAS S.A.	89,80	30,99	4,82	2,81	1,31	0,01
TOTAL GENERAL	385,60	107,62	11,21	59,21	20,44	1,95

2009						
RAZON	PTS	MP₁₀	MP_{2,5}	NOx	CO	SO_x
COMERCIAL CATUMUTUN S.A.	81,82	14,51	0,34	6,72	1,81	0,01
EMPRESAS MELON S.A.	3,13	1,14	0,02			
GASMAR S.A.	0,82	0,31	0,07	7,54	3,47	0,47
OXIQUIM	127,91	39,48	4,19	28,38	9,56	0,92
PUERTO VENTANAS S.A.	65,45	22,60	3,56	2,81	1,31	0,01
TOTAL GENERAL	279,12	78,04	8,17	45,45	16,14	1,41

2016						
RAZON	PTS	MP₁₀	MP_{2,5}	NOx	CO	SO_x
COMERCIAL CATUMUTUN S.A.	118,78	20,95	0,49	6,72	1,81	0,01
EMPRESAS MELON S.A.	4,58	1,66	0,03			
GASMAR S.A.	1,20	0,46	0,10	10,88	4,19	0,69
OXIQUIM	187,31	57,81	6,13	41,56	13,99	1,35
PUERTO VENTANAS S.A.	94,69	32,68	5,07	2,81	1,31	0,01
TOTAL GENERAL	406,56	113,56	11,82	61,97	21,30	2,06

2010

RAZON	PTS	MP ₁₀	MP _{2,5}	NO _x	CO	SO _x
COMERCIAL CATUMUTUN S.A.	86,33	15,29	0,36	6,72	1,81	0,01
EMPRESAS MELON S.A.	3,30	1,20	0,02			
GASMAR S.A.	0,86	0,33	0,07	7,94	3,56	0,50
OXIQUIM	135,08	41,69	4,42	29,97	10,09	0,98
PUERTO VENTANAS S.A.	65,18	21,71	3,38	2,81	1,31	0,01
TOTAL GENERAL	290,75	80,21	8,25	47,44	16,76	1,49

2017

RAZON	PTS	MP ₁₀	MP _{2,5}	NO _x	CO	SO _x
COMERCIAL CATUMUTUN S.A.	125,81	22,09	0,52	6,72	1,81	0,01
EMPRESAS MELON S.A.	4,83	1,76	0,03			
GASMAR S.A.	1,27	0,48	0,11	11,47	4,32	0,73
OXIQUIM	197,80	61,05	6,48	43,89	14,78	1,43
PUERTO VENTANAS S.A.	99,86	34,46	5,34	2,81	1,31	0,01
TOTAL GENERAL	429,57	119,83	12,47	64,89	22,21	2,17

2011

RAZON	PTS	MP ₁₀	MP _{2,5}	NO _x	CO	SO _x
COMERCIAL CATUMUTUN S.A.	91,09	16,11	0,38	6,72	1,81	0,01
EMPRESAS MELON S.A.	3,48	1,27	0,02			
GASMAR S.A.	0,91	0,35	0,08	8,37	3,65	0,53
OXIQUIM	142,64	44,02	4,67	31,65	10,66	1,03
PUERTO VENTANAS S.A.	72,70	25,10	3,93	2,81	1,31	0,01
TOTAL GENERAL	310,82	86,85	9,08	49,55	17,42	1,57

2018

RAZON	PTS	MP ₁₀	MP _{2,5}	NO _x	CO	SO _x
COMERCIAL CATUMUTUN S.A.	132,78	23,29	0,55	6,72	1,81	0,01
EMPRESAS MELON S.A.	5,10	1,85	0,03			
GASMAR S.A.	1,34	0,51	0,11	12,09	4,46	0,77
OXIQUIM	208,88	64,46	6,84	46,35	15,60	1,51
PUERTO VENTANAS S.A.	104,89	36,34	5,62	2,81	1,31	0,01
TOTAL GENERAL	452,99	126,45	13,15	67,97	23,17	2,29

2012

RAZON	PTS	MP ₁₀	MP _{2,5}	NO _x	CO	SO _x
COMERCIAL CATUMUTUN S.A.	96,12	16,97	0,40	6,72	1,81	0,01
EMPRESAS MELON S.A.	3,68	1,34	0,02			
GASMAR S.A.	0,96	0,37	0,08	8,82	3,75	0,56
OXIQUIM	150,63	46,49	4,93	33,42	11,25	1,09
PUERTO VENTANAS S.A.	76,63	26,46	4,14	2,81	1,31	0,01
TOTAL GENERAL	328,02	91,62	9,57	51,77	18,11	1,66

2019

RAZON	PTS	MP ₁₀	MP _{2,5}	NO _x	CO	SO _x
COMERCIAL CATUMUTUN S.A.	140,15	24,55	0,58	6,72	1,81	0,01
EMPRESAS MELON S.A.	5,39	1,96	0,03			
GASMAR S.A.	1,42	0,54	0,12	12,87	4,63	0,82
OXIQUIM	220,57	68,07	7,22	48,94	16,48	1,59
PUERTO VENTANAS S.A.	109,96	38,08	5,91	2,81	1,31	0,01
TOTAL GENERAL	477,49	133,21	13,86	71,35	24,21	2,43

2013						
RAZON	PTS	MP₁₀	MP_{2,5}	NOx	CO	SOx
COMERCIAL CATUMUTUN S.A.	101,43	17,89	0,42	6,72	1,81	0,01
EMPRESAS MELON S.A.	3,89	1,41	0,02			
GASMAR S.A.	1,02	0,39	0,09	9,29	3,85	0,59
OXIQUM	159,06	49,09	5,21	35,29	11,88	1,15
PUERTO VENTANAS S.A.	80,78	27,89	4,35	2,81	1,31	0,01
TOTAL GENERAL	346,18	96,67	10,09	54,11	18,84	1,75

Fuente: elaboración propia.

2020						
RAZON	PTS	MP₁₀	MP_{2,5}	NOx	CO	SOx
COMERCIAL CATUMUTUN S.A.	147,92	25,89	0,61	6,72	1,81	0,01
EMPRESAS MELON S.A.	5,69	2,07	0,04			
GASMAR S.A.	1,49	0,57	0,13	13,45	4,75	0,86
OXIQUM	232,93	71,89	7,63	51,68	17,40	1,68
PUERTO VENTANAS S.A.	117,15	40,42	6,23	2,81	1,31	0,01
TOTAL GENERAL	505,18	140,83	14,63	74,66	25,26	2,56

La proyección de emisiones se realizó para todas aquellas fuentes de proceso y combustión de cada empresa señalada en la tabla anterior, aplicándole, según el año que corresponde el factor de crecimiento anual señalado anteriormente. Para el caso del polvo resuspendido dentro de recintos industriales, las emisiones fueron directamente proyectadas según los factores antes indicados y sus emisiones están incluidas en las emisiones totales de cada empresa.

Fuentes Móviles y Polvo Resuspendido

Al igual que en el caso anterior, las emisiones de estas fuentes han sido proyectadas hasta el año 2020, considerando el aumento promedio anual del PIB Regional para las emisiones de fuentes móviles en ruta y de polvo resuspendido debido a estas mismas fuentes.

Las emisiones base 2006 de estas fuentes se muestran a continuación:

Tabla 125. Emisiones Base 2006 – Fuentes Móviles y Polvo Resuspendido

Emisiones Base 2006	MP ₁₀	MP _{2,5}	SO _x	NO _x	CO	COV's	NH ₃
Emisiones Móviles Base 2006	6,92	5,76	-	121,91	235,23	29,00	1,65
Emisiones Polvo Resuspendido S/Pavimento 2006	414,92	41,25	-	-	-	-	-
Emisiones Polvo Resuspendido C/Pavimento 2006	225,99	32,42	-	-	-	-	-

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

La proyección de las emisiones al año 2020 se calculó asumiendo un crecimiento similar al que podría experimentar el PIB si se mantiene un crecimiento positivo de un 5,62% de los últimos 3 años.

Tabla 126. Proyección Emisiones Fuentes Móviles y Polvo Resuspendido 2007 – 2020

PROYECCION EMISIONES FUENTES MÓVILES															
Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MP ₁₀	6,92	7,31	7,72	8,15	8,61	9,09	9,60	10,13	10,70	11,30	11,93	12,60	13,31	14,05	14,84
MP _{2,5}	5,76	6,08	6,42	6,78	7,16	7,56	7,99	8,43	8,91	9,41	9,93	10,49	11,08	11,70	12,35
NO _x	121,91	128,74	135,95	143,56	151,60	160,09	169,05	178,52	188,52	199,07	210,22	221,99	234,43	247,55	261,42
CO	235,23	248,40	262,31	277,00	292,52	308,90	326,19	344,46	363,75	384,12	405,63	428,35	452,33	477,67	504,41

PROYECCION EMISIONES POLVO SIN PAVIMENTO															
Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MP ₁₀	414,92	438,16	462,69	488,60	515,96	544,86	575,37	607,59	641,62	677,55	715,49	755,56	797,87	842,55	889,73
MP _{2,5}	41,25	43,56	46,00	48,58	51,30	54,17	57,20	60,40	63,79	67,36	71,13	75,12	79,32	83,76	88,45

PROYECCION EMISIONES POLVO CON PAVIMENTO															
Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MP ₁₀	225,99	238,65	252,01	266,12	281,02	296,76	313,38	330,93	349,46	369,03	389,70	411,52	434,57	458,90	484,60
MP _{2,5}	32,42	34,24	36,15	38,18	40,32	42,57	44,96	47,47	50,13	52,94	55,91	59,04	62,34	65,83	69,52

Fuente: elaboración propia.

Las proyecciones de las emisiones de polvo corresponden a las generadas por el tránsito vehicular sobre vías pavimentadas y no pavimentadas.

Proyección Emisiones Embarcaciones

El escenario de emisiones base (2006) fue tomado del estudio DICTUC (2007) y corresponde al siguiente:

Tabla 127. Escenario de Emisiones Base (2006) por Embarcaciones en Bahía

ESCENARIO EMISIONES EMBARCACIONES - BASE 2006 (Ton/Año)						
	MP ₁₀	MP _{2,5}	NOx	CO	CO ₂	SOx
TOTAL	24,24	13,58	1.105,26	476,79	142.646,15	3.834,47

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Las emisiones proyectadas, considerando un crecimiento sólo debido al incremento promedio anual del PIB regional, son las siguientes:

Tabla 128. Proyección de Emisiones Base al 2020 por Embarcaciones en Bahía

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MP ₁₀	24,24	25,60	27,03	28,54	30,14	31,83	33,61	35,50	37,48	39,58	41,80	44,14	46,61	49,22	51,98
MP _{2,5}	13,58	14,34	15,14	15,99	16,89	17,83	18,83	19,89	21,00	22,18	23,42	24,73	26,11	27,58	29,12
NOx	1.105,26	1.167,15	1.232,52	1.301,54	1.374,42	1.451,39	1.532,67	1.618,50	1.709,13	1.804,84	1.905,92	2.012,65	2.125,35	2.244,37	2.370,06
SOx	3.834,47	4.049,20	4.275,96	4.515,41	4.768,27	5.035,30	5.317,27	5.615,04	5.929,48	6.261,53	6.612,18	6.982,46	7.373,48	7.786,39	8.222,43

Fuente: elaboración propia.

Esta proyección considera sólo el escenario base 2006 de emisiones en bahía, la proyección debido al aumento de las operaciones en puerto respecto de los distintos proyectos ingresados al SEIA se verá más adelante.

Proyección Emisiones Codelco Ventanas y Central Ventanas (AES Gener)

Las emisiones de Codelco División Ventanas y las correspondientes a Central Ventanas de Gener no fueron proyectadas al 2020 tal como se hizo con las otras fuentes, debido a que, en el caso de la Fundición y Refinería Ventanas, no se cuenta con antecedentes de que ésta aumente su capacidad de producción, por lo que se estimarían emisiones constantes, iguales al escenario 2006, hasta el 2020.²⁹

En el caso de Central Ventanas, las emisiones debido a la operación de las dos unidades de generación eléctrica no se modificaron debido a que se supone una condición operacional similar a la existente en 2006 y que se verá modificada en cuanto a emisiones se refiere por la compensación de emisiones prevista por los proyectos de Nueva Ventanas y Campiche.

Así las emisiones de estas dos empresas se mantendrán constantes en el tiempo:

Tabla 129. Emisiones 2006 CODELCO – División Ventanas y Central Ventanas (Gener)

EMISIONES CODELCO DIVISION VENTANAS 2006 (TON/AÑO)		EMISIONES AES GENER VENTANAS 2006 (TON/AÑO)	
MP ₁₀	390,04	MP ₁₀	234,99
MP _{2.5}	112,75	MP _{2.5}	91,62
CO	44,09	CO	182,09
NO _x	71,66	NO _x	2.546,27
SO _x	27.479,78	SO _x	8.039,39

Fuente: Inventario DICTUC 2007.

Proyección Final Emisiones Fuentes Fijas Industriales Caso Base 2006

Finalmente, la proyección de emisiones, por contaminante para el período 2007 – 2020 queda como sigue:

²⁹ Esto considerando que no hay proyectos que la modifiquen ni reducciones de emisiones asociadas, es decir manteniendo un escenario base sin variación.

Tabla 130. Proyección Escenario Base 2006 – SO2

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Escenario Base 2006 - Fuentes Industriales	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6
Escenario Base 2006 - Emisiones En Bahía (Embarcaciones)	3.834,5	4.049,2	4.276,0	4.515,4	4.768,3	5.035,3	5.317,3	5.615,0	5.929,5	6.261,5	6.612,2	6.982,5	7.373,5	7.786,4	8.222,4
Escenario Base 2006 - Codeico Y Gener	35.519,2	35.519,2	35.519,2	35.519,2	35.519,2	35.519,2	35.519,2	35.519,2	35.519,2	35.519,2	35.519,2	35.519,2	35.519,2	35.519,2	35.519,2
Escenario Base 2006 - Fuentes Móviles															
Subtotal Emisiones Base 2006 Proyectado	39.354,8	39.569,6	39.796,5	40.036,0	40.288,9	40.556,0	40.838,1	41.136,0	41.450,5	41.782,7	42.133,4	42.503,8	42.894,9	43.308,0	43.744,2

Fuente: elaboración propia.

Tabla 131. Proyección Escenario Base 2006 – MP₁₀

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Escenario Base 2006 - Fuentes Industriales	65,79	70,14	73,98	78,04	80,21	86,85	91,62	96,67	101,99	107,62	113,56	119,83	126,45	133,21	140,83
Escenario Base 2006 - Emisiones En Bahía (Embarcaciones)	24,24	25,60	27,03	28,54	30,14	31,83	33,61	35,50	37,48	39,58	41,80	44,14	46,61	49,22	51,98
Escenario Base 2006 - Codeico Y Gener	625,03	625,03	625,03	625,03	625,03	625,03	625,03	625,03	625,03	625,03	625,03	625,03	625,03	625,03	625,03
Escenario Base 2006 - Fuentes Móviles	6,92	7,31	7,72	8,15	8,61	9,09	9,60	10,13	10,70	11,30	11,93	12,60	13,31	14,05	14,84
Escenario Base 2006 - Polvo Resuspendido S/Pav	414,92	438,16	462,69	488,60	515,96	544,86	575,37	607,59	641,62	677,55	715,49	755,56	797,87	842,55	889,73
Escenario Base 2006 - Polvo Resuspendido Pav	225,99	238,65	252,01	266,12	281,02	296,76	313,38	330,93	349,46	369,03	389,70	411,52	434,57	458,90	484,60
Subtotal Emisiones Base 2006 Proyectado	1.362,9	1.404,9	1.448,5	1.494,5	1.541,0	1.594,4	1.648,6	1.705,8	1.766,3	1.830,1	1.897,5	1.968,7	2.043,8	2.123,0	2.207,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla 132. Proyección Escenario Base 2006 – MP_{2,5}

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Escenario Base 2006 - Fuentes Industriales	6,78	7,36	8,86	8,17	8,25	9,08	9,57	10,09	10,64	11,21	11,82	12,47	13,15	13,86	14,63
Escenario Base 2006 - Emisiones En Bahía (Embarcaciones)	13,58	14,34	15,14	15,99	16,89	17,83	18,83	19,89	21,00	22,18	23,42	24,73	26,11	27,58	29,12
Escenario Base 2006 - Codelco Y Gener	204,37	204,37	204,37	204,37	204,37	204,37	204,37	204,37	204,37	204,37	204,37	204,37	204,37	204,37	204,37
Escenario Base 2006 - Fuentes Móviles	5,76	6,08	6,42	6,78	7,16	7,56	7,99	8,43	8,91	9,41	9,93	10,49	11,08	11,70	12,35
Escenario Base 2006 - Polvo Resuspendido S/Pav	41,25	43,56	46,00	48,58	51,30	54,17	57,20	60,40	63,79	67,36	71,13	75,12	79,32	83,76	88,45
Escenario Base 2006 - Polvo Resuspendido con Pavimento	32,42	34,24	36,15	38,18	40,32	42,57	44,96	47,47	50,13	52,94	55,91	59,04	62,34	65,83	69,52
Subtotal Emisiones Base 2006 Proyectado	304,2	310,0	316,9	322,1	328,3	335,6	342,9	350,7	358,8	367,5	376,6	386,2	396,4	407,1	418,4

Fuente: elaboración propia.

Tabla 133. Proyección Escenario Base 2006 – NO_x

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Escenario Base 2006 - Fuentes Industriales	40,09	41,78	43,56	45,45	47,44	49,55	51,77	54,11	56,59	59,21	61,97	64,89	67,97	71,35	74,66
Escenario Base 2006 - Emisiones en Bahía (Embarcaciones)	1.105,26	1.167,15	1.232,52	1.301,54	1.374,42	1.451,39	1.532,67	1.618,50	1.709,13	1.804,84	1.905,92	2.012,65	2.125,35	2.244,37	2.370,06
Escenario Base 2006 - Codelco Y Gener	2.617,93	2.617,93	2.617,93	2.617,93	2.617,93	2.617,93	2.617,93	2.617,93	2.617,93	2.617,93	2.617,93	2.617,93	2.617,93	2.617,93	2.617,93
Escenario Base 2006 - Fuentes Móviles	121,91	128,74	135,95	143,56	151,60	160,09	169,05	178,52	188,52	199,07	210,22	221,99	234,43	247,55	261,42
Subtotal Emisiones Base 2006 Proyectado	3.885,2	3.955,6	4.030,0	4.108,5	4.191,4	4.279,0	4.371,4	4.469,1	4.572,2	4.681,1	4.796,0	4.917,5	5.045,7	5.181,2	5.324,1

Fuente: elaboración propia.

5.3. PROYECCION DE PROYECTOS DEL SEIA

Esta proyección considera, por una parte, la proyección del nivel basal de emisiones 2006, todos los proyectos que han sido aprobados por el SEIA y los que están en calificación, contados desde su ingreso el 2005 al sistema, así como las compensaciones de emisiones propuestas y la estimación de emisiones debido a operaciones de embarcaciones en puerto.

Para cada proyecto, además de considerar las emisiones estimadas en cada DIA o EIA se consideró las emisiones correspondientes al aumento de las operaciones portuarias en la bahía de Quintero. La proyección posterior al año de inicio de las operaciones de cada proyecto se realizó en base al crecimiento anual promedio estimado del PIB regional, considerando el "año base de operación".

5.3.1. Proyección Emisiones Debido al Aumento de la Operación Portuaria de Proyectos Ingresados al SEIA

Dentro del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), se evalúan los potenciales impactos ambientales que generarán las obras de construcción y la operación de los proyectos. Sin embargo, a través de este estudio se ha visto que la evaluación que se ha hecho de los proyectos se limita sólo a los impactos originados por la operación del proyecto y no por las actividades anexas a él que deben desarrollarse, ya sea en la zona de estudio o en otras zonas de la región. Una de estas variables no evaluadas corresponde al impacto ambiental que podría generarse debido al aumento de la operación portuaria en la bahía de Quintero.

Debido a esto resulta difícil poder estimar con certeza cuál será realmente el crecimiento de las emisiones atmosféricas por las operaciones de embarcaciones de gran calado en la zona en los puertos de Ventanas.

a. Proyectos Con Operaciones Portuarias Asociadas

Dentro de los proyectos que fueron evaluados favorablemente o que a la fecha aún están en calificación y que su explotación requiere necesariamente el ingreso de embarcaciones de gran calado a la bahía o el aumento de la frecuencia y número de embarcaciones de transporte de graneles, se encuentran lo siguientes:

- Centrales Termoeléctricas:
 - ❖ Nueva Ventanas (GENER S.A.)
 - ❖ Campiche (GENER S.A.)
 - ❖ Energía Minera (ENERGIA MINERA S.A.)
 - ❖ RC Generación (RIO CORRIENTE S.A.)
- Estanques de Almacenamiento de Crudo T-5101 y T-5107, Terminal Quintero (ENAP)
- Acopio Ventanas (MELON S.A.)
- Terminal GNL Quintero (ENAP)
- Planta de Molienda de Cemento Melón (MELON S.A.)
- 4º Estanque (GASMAR S.A.)
- Ampliación Capacidad de Almacenamiento (OXIQUIM S.A.)
- TPI I – II (COPEC)

b. Estimación de las Operaciones Portuarias Según Proyecto

Centrales Termoeléctricas

Para estimar el número de embarcaciones que deberían entrar y operar en bahía por los diferentes proyectos termoeléctricos se tomó como base las estadísticas entregadas por Puerto Ventanas S.A. respecto del movimiento de carbón, entre otros graneles, durante 2006, para luego establecer un aumento proporcional del número de embarcaciones debido a la demanda de carbón asociada a los nuevos proyectos.

El año 2006, Puerto Ventanas S.A. desembarcó 970.934 toneladas de carbón, con un arribo de 22 embarcaciones.

Tabla 134. Arribo de Naves 2006

CENTRAL	CONSUMO CARBON (TONS/AÑO) PROYECTADO	Nº EMBARCACIONES/AÑO ESTIMADAS
CENTRAL NUEVA VENTANAS	1.188.000	27
CENTRAL CAMPICHE	871.200	20
CENTRAL ENERGIA MINERA	2.879.712	65
CENTRAL RC GENERACION	3.706.560	84

Fuente: elaboración propia.

El número de horas por modo de operación correspondió al usado en el estudio DICTUC para este tipo de embarcaciones.

Estanques de Almacenamiento de Crudo T-5101, T-5107 y T-5024, Terminal Quintero (ENAP).

En este caso, no se contaba con los antecedentes base (Estudio DICTUC) que nos pudiera proporcionar una alternativa de proyección del aumento de operación por el almacenamiento proyectado, ya que las estimaciones realizadas en el estudio DICTUC para ENAP consideraban también a COPEC.

Según los antecedentes entregados por ENAP, durante 2006 se almacenó un total de 6.218.000 m³ de crudo y se espera llegar a los 10.000.000 m³ al 2012.

Con estos antecedentes se supuso que el tipo de embarcación que ingresaban a bahía para descargar el crudo eran del tipo Panamax (tampoco se contaba con detalles del tipo de embarcación que transportaba el crudo), el que cuenta con una capacidad de transporte de 400.000 barriles.

Como la capacidad de cada barril de crudo es de 0,16 m³, el total de combustible transportado por un solo barco de este tipo se supuso que sería de 63.594,92 m³. Finalmente se calculó que el número de embarcaciones que arribaron a bahía para descargar crudo sólo a ENAP sería de 98, lo que equivale al 61% del movimiento portuario concentrado en ENAP y COPEC en 2006 (que correspondió a 160 embarcaciones).



Sin embargo, si bien existe un aumento del almacenamiento proyectado al 2012, el tipo de embarcaciones que llegarían a puerto es del tipo VLCC (Very Large Crude Carrier), los que tienen una capacidad de transporte de crudo mucho mayor a los Panamax, de aproximadamente 2.000.000 de barriles, por tanto, se estimó que el número de embarcaciones totales que ingresarían a puerto a partir del año 2012 sería de 32.

El número de horas por modo de operación correspondió al usado en el estudio DICTUC para este tipo de embarcaciones.

Acopio Ventanas (Melón)

La DIA presentada por la empresa explicitaba el número estimado de embarcaciones por año, que no superaba las 2.

El número de horas por modo de operación correspondió al usado en el estudio DICTUC para este tipo de embarcaciones.

Terminal GNL Quintero (ENAP)

Según el EIA del proyecto, se estima que arribará 1 buque cada 7 días, lo que da como resultado un total de 52 buques al año.

Se estima un período de estadía de al menos 20 hrs por embarcación en bahía.

Planta de Molienda de Cemento Melón (MELON S.A.)

Se espera que a través de Puerto Ventanas S.A. desembarquen anualmente cerca de 384.000 toneladas de clínker al año y 75.000 toneladas de escoria siderúrgica.

En 2006 se desembarcaron 203.630 toneladas de clínker y 21.250 toneladas de escoria, con un arribo de 3 y barco, respectivamente para cada producto.

Finalmente, se estima, que con los nuevos volúmenes a descargar, el número de embarcaciones entrantes sea de 6 para transportar clínker y 4 para escoria siderúrgica.

El número de horas por modo de operación correspondió al usado en el estudio DICTUC para este tipo de embarcaciones.

Respecto de los proyectos "4° Estanque" de GASMAR, "Aumento en la capacidad de almacenamiento" de OXIQUIM y "Terminal de Productos Importados I y II" de COPEC, no se obtuvieron antecedentes que sirvieran para estimar el movimiento portuario en bahía Quintero.

c. Cálculo de Emisiones

El cálculo de emisiones de gases y material particulado debido al movimiento portuario en Quintero se realizó utilizando la metodología empleada en el Estudio DICTUC, considerando la metodología incluida en el documento "*Analysis of Commercial Marine Vessels Emissions and Fuel Consumption Data. EPA. February 2000.*".

Para el caso del cálculo de las emisiones de SO₂ se supuso que las naves operan en bahía con petróleo diesel de uso marino (MDO, Marine Diesel Oil) con un contenido de azufre máximo de 1,5 % (m/m), mismo valor que es actualmente autorizado en las zonas SECAS o Zonas de Control de Emisiones de Óxidos de Azufre, en sus siglas en inglés, definidas por el Anexo VI de la MARPOL.

El Anexo VI de MARPOL entró en vigor el 19 de mayo del 2005 y establece límites máximos permitidos para las emisiones de los anhídridos sulfurosos (SOx) y anhídrido de nitrógeno (NOx) de las emisiones de los gases de las descargas de los motores de la nave y prohíbe emisiones deliberadas de sustancias que agoten la capa de ozono.

El Anexo establece un límite global de 4.5 por ciento del contenido masa/masa (% por m/m) del azufre existente en el petróleo utilizado como combustible de la nave. El volumen del azufre contenido en el petróleo utilizado como combustible de la nave operando en una Zona Marítima Especialmente Sensible (ZMES) no debe exceder 1.5% m/m o alternativamente, las naves deben instalar un sistema de limpieza de la descarga de los gases de los motores o usar otros métodos para limitar las emisiones de SOx.³⁰

Resultados

Los siguientes son los resultados de la estimación de emisiones por los proyectos ingresados al SEIA (aprobados y en calificación) y su proyección en el tiempo al 2020, usando para ello los factores de crecimiento medio anual del PIB.

³⁰ SÍNTESIS COMITÉ DE PROTECCIÓN DEL MEDIO MARINO (CPMM-MEPC), SESIÓN N° 53 DEL 18 AL 22 DE JULIO DEL 2005, DIRECTEMAR.

Tabla 135. Proyección Emisiones SO₂ por Movimiento Portuario de Proyectos SEIA

PROYECTO	PROYECCION TEMPORAL DE EMISIONES DE SO ₂ OPERACIÓN BARCOS														
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CENTRAL NUEVA VENTANAS	-	-	-	-	40,30	42,56	44,94	47,46	50,12	52,93	55,89	59,02	62,32	65,81	69,50
CENTRAL CAMPICHE	-	-	-	-	-	-	29,56	31,21	32,96	34,80	36,75	38,81	40,99	43,28	45,70
CENTRAL ENERGIA MINERA	-	-	-	-	-	-	97,70	103,17	108,95	115,05	121,49	128,29	135,48	143,06	151,07
CENTRAL RC GENERACION	-	-	-	-	-	-	125,75	132,79	140,23	148,08	156,37	165,13	174,38	184,14	194,45
ACOPIO VENTANAS	-	5,99	6,32	6,68	7,05	7,45	7,86	8,31	8,77	9,26	9,78	10,33	10,91	11,52	12,16
Estaque Crudo T-5101, T-5107, T-5024 Terminal Quintero	-	-	-	-	-	-	510,27	538,84	569,02	600,88	634,53	670,06	707,59	747,21	789,06
TERMINAL GNL QUINTERO - ENAP	-	-	-	21,72	22,94	24,22	25,58	27,01	28,52	30,12	31,80	33,59	35,47	37,45	39,55
MOLIENDA CEMENTO MELON	-	-	-	3,86	4,07	4,30	4,54	4,80	5,07	5,35	5,65	5,97	6,30	6,65	7,03
4° ESTANQUE	-	-	-	64,35	67,95	71,76	75,78	80,02	84,50	89,24	94,23	99,51	105,08	110,97	117,18
TPI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AMPLACION CAPACIDAD ALMACENAMIENTO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUBTOTAL EMBARCACIONES SEIA	-	5,99	6,32	96,61	142,32	150,29	445,58	470,54	496,89	524,71	554,10	585,13	617,89	652,49	689,03

Fuente: elaboración propia.

Tabla 136. Proyección Emisiones MP₁₀ por Movimiento Portuario de Proyectos SEIA

PROYECTO	PROYECCION TEMPORAL DE EMISIONES DE MP ₁₀ OPERACIÓN BARCOS														
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CENTRAL NUEVA VENTANAS	-	-	-	-	0,91	0,96	1,02	1,07	1,13	1,20	1,26	1,33	1,41	1,49	1,57
CENTRAL CAMPICHE	-	-	-	-	-	-	0,67	0,71	0,75	0,79	0,83	0,88	0,93	0,98	1,03
CENTRAL ENERGIA MINERA	-	-	-	-	-	-	2,21	2,33	2,46	2,60	2,75	2,90	3,06	3,24	3,42
CENTRAL RC GENERACION	-	-	-	-	-	-	2,84	3,00	3,17	3,35	3,54	3,73	3,94	4,16	4,40
ACOPIO VENTANAS	-	0,14	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,25	0,26	0,28
Estanques Crudo T-5101, T-5107, T-5024 Terminal Quintero	-	-	-	-	-	-	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
TERMINAL GNL QUINTERO - ENAP	-	-	-	0,58	0,62	0,65	0,69	0,72	0,77	0,81	0,85	0,90	0,95	1,01	1,06
MOLIENDA CEMENTO MELON	-	-	-	0,12	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21
4° ESTANQUE	-	-	-	1,68	1,78	1,88	1,98	2,09	2,21	2,33	2,46	2,60	2,75	2,90	3,06
TPI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AMPLACION CAPACIDAD ALMACENAMIENTO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUBTOTAL EMBARCACIONES SEIA	-	0,14	0,14	2,53	3,59	3,79	10,51	11,05	11,63	12,24	12,88	13,55	14,27	15,02	15,82

Fuente: elaboración propia.

Tabla 137. Proyección Emisiones MP_{2,5} por Movimiento Portuario de Proyectos SEIA

PROYECTO	PROYECCION TEMPORAL DE EMISIONES DE MP2.5 OPERACIÓN BARCOS														
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CENTRAL NUEVA VENTANAS		-	-	-	0,51	0,54	0,57	0,60	0,63	0,67	0,71	0,75	0,79	0,83	0,88
CENTRAL CAMPICHE		-	-	-	-	-	0,37	0,40	0,42	0,44	0,47	0,49	0,52	0,55	0,58
CENTRAL ENERGIA MINERA		-	-	-	-	-	1,24	1,31	1,38	1,46	1,54	1,62	1,72	1,81	1,91
CENTRAL RC GENERACION		-	-	-	-	-	1,59	1,68	1,78	1,88	1,98	2,09	2,21	2,33	2,46
ACOPIO VENTANAS		0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,15
Estanques Crudo T-5101, T-5107, T-5024 Terminal Quintero		-	-	-	-	-	0,44	0,47	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,65	0,68
TERMINAL GNL QUINTERO - ENAP		-	-	0,33	0,34	0,36	0,38	0,41	0,43	0,45	0,48	0,50	0,53	0,56	0,59
MOLIENDA CEMENTO MELON		-	-	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12
4° ESTANQUE TPI		-	-	0,94	0,99	1,05	1,11	1,17	1,24	1,31	1,38	1,46	1,54	1,62	1,72
AMPLACION CAPACIDAD ALMACENAMIENTO		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUBTOTAL EMBARCACIONES SEIA	-	0,08	0,08	1,42	2,01	2,12	5,89	6,22	6,56	6,93	7,32	7,73	8,16	8,62	9,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla 138. Proyección Emisiones NO_x por Movimiento Portuario de Proyectos SEIA

PROYECTO	PROYECCION TEMPORAL DE EMISIONES DE NO _x OPERACIÓN BARCOS														
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CENTRAL NUEVA VENTANAS		-	-	-	36,37	38,40	40,55	42,83	45,22	47,76	50,43	53,26	56,24	59,39	62,71
CENTRAL CAMPICHE		-	-	-	-	-	26,67	28,16	29,74	31,41	33,16	35,02	36,98	39,05	41,24
CENTRAL ENERGIA MINERA		-	-	-	-	-	88,16	93,09	98,31	103,81	109,62	115,76	122,25	129,09	136,32
CENTRAL RC GENERACION		-	-	-	-	-	113,47	119,82	126,53	133,62	141,10	149,00	157,35	166,16	175,46
ACOPIO VENTANAS		5,40	5,71	6,03	6,36	6,72	7,10	7,49	7,91	8,36	8,82	9,32	9,84	10,39	10,97
Estanques Crudo T-5101, T-5107, T-5024 Terminal Quintero		-	-	-	-	-	30,43	32,14	33,94	35,84	37,84	39,96	42,20	44,56	47,06
TERMINAL GNL QUINTERO - ENAP		-	-	22,93	24,21	25,57	27,00	28,51	30,11	31,80	33,58	35,46	37,44	39,54	41,75
MOLIENDA CEMENTO MELON		-	-	4,64	4,90	5,18	5,47	5,77	6,10	6,44	6,80	7,18	7,58	8,01	8,45
4º ESTANQUE		-	-	65,92	69,61	73,51	77,62	81,97	86,56	91,41	96,53	101,93	107,64	113,67	120,03
TPI		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AMPLACION CAPACIDAD ALMACENAMIENTO		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUBTOTAL EMBARCACIONES SEIA		5,40	5,71	99,51	141,46	149,38	416,47	439,79	464,42	490,42	517,89	546,89	577,51	609,86	644,01

Fuente: elaboración propia.



5.3.2. Proyección de Emisiones de Proyectos Aprobados dentro del SEIA entre 2005 y 2008

Los siguientes puntos corresponden a la proyección de emisiones de los distintos proyectos descritos anteriormente para el período 2007 – 2020.

Las proyecciones de emisiones de cada proyecto, así como de cada contaminante, ha considerado los alcances descritos en la sección de “Exigencias en el Marco del SEIA” e incluye las consideraciones allí establecidas para la compensación de emisiones.

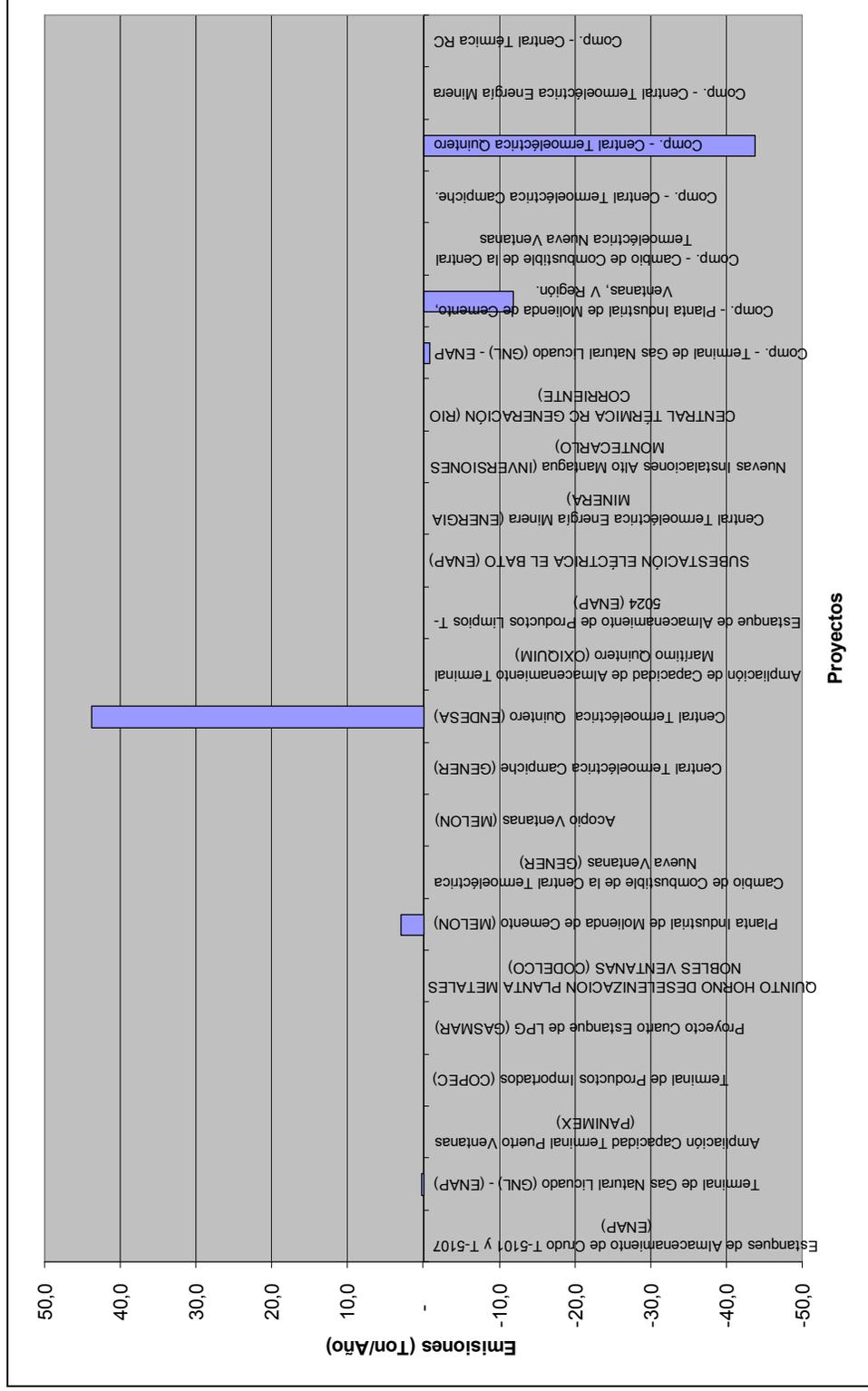
Como se observa en el caso del SO_2 , el balance final de emisiones producto de la operación de los proyectos con RCA favorable entre los años 2005 y 2008 y la compensación de emisiones entrega un resultado final de emisiones negativo, lo que indica que no existiría un aumento de las emisiones de dióxido de azufre y que el sistema de compensaciones, en este caso, estaría funcionando de acuerdo a los objetivos que le rigen.

En el caso de las emisiones de MP_{10} , se observa que si bien existe compensación, las emisiones finales serán positivas, esto nos indica que efectivamente existirá un aumento de las emisiones de material particulado respirable, aunque se compensen las emisiones. Junto con ello se debe considerar que en algunos casos no existen propuestas concretas de compensación de emisiones y en otros se intenta compensar grandes cantidades de material particulado con fuentes que en magnitud y características granulométricas y tóxicas no tienen comparación, como es la pavimentación de caminos y arborización.

El caso de las emisiones de NO_x es particularmente especial, ya que se observa que debido a la entrada de una serie de proyectos con altas emisiones de óxidos de nitrógeno, a pesar de las compensaciones, comparativamente menores, de dos proyectos, las emisiones finales de este gas son altas.

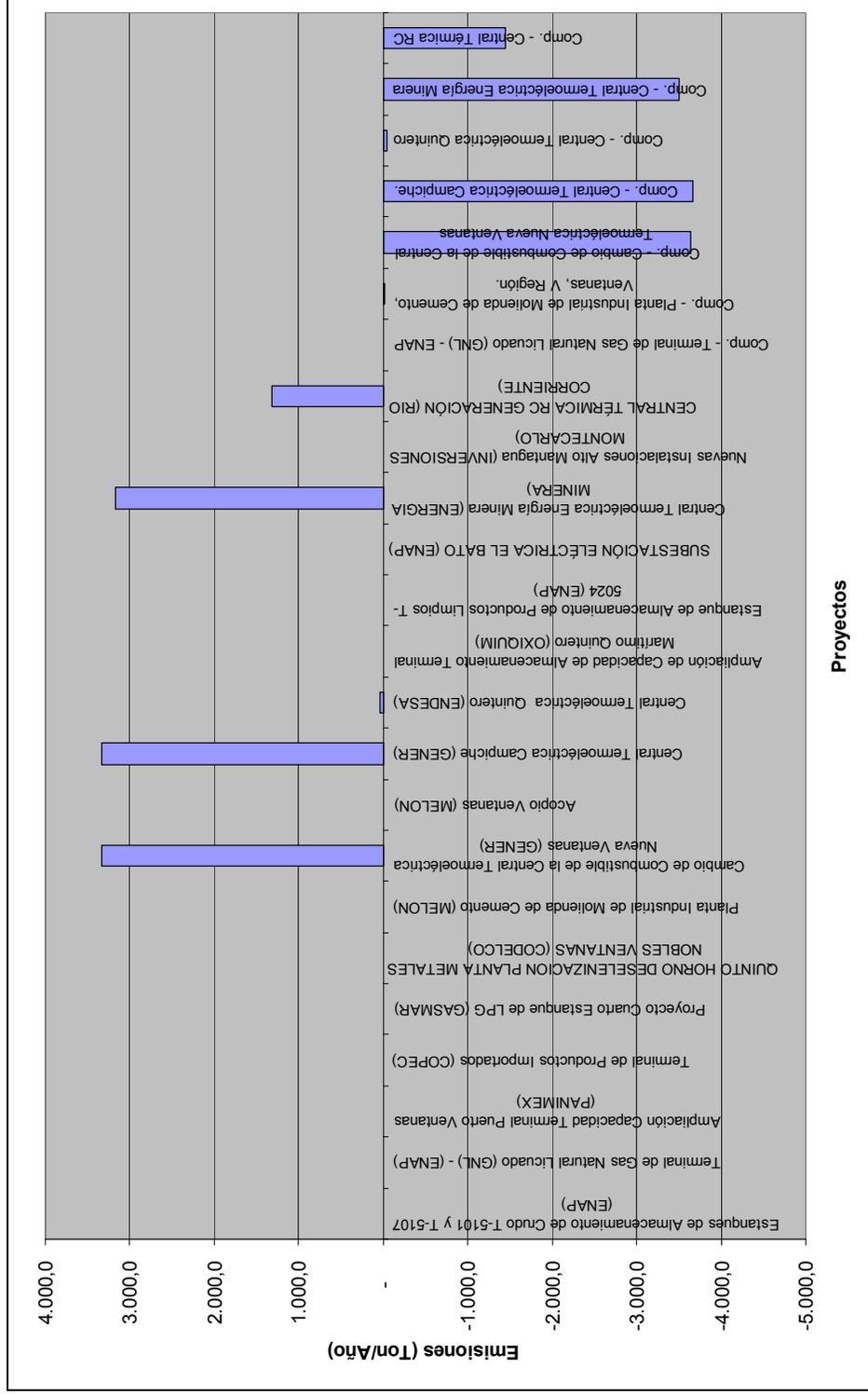
El año de operación señalado para cada proyecto es una fecha tentativa del inicio de sus operaciones en Ventanas y se basó, en algunos casos en las fechas indicadas en la descripción de proyectos o bien en una estimación del inicio de la operación según el cronograma establecido por ellos y la duración de la etapa de construcción. El siguiente cuadro muestra el detalle de cada uno de los proyectos o tipo de fuentes considerada para la proyección de las emisiones, además considera la compensación de emisiones por proyecto, la que se descuenta del total de emisiones proyectadas:

Tabla 139. Proyección de Emisiones Industriales para Proyectos SEIA 2009 – SO₂



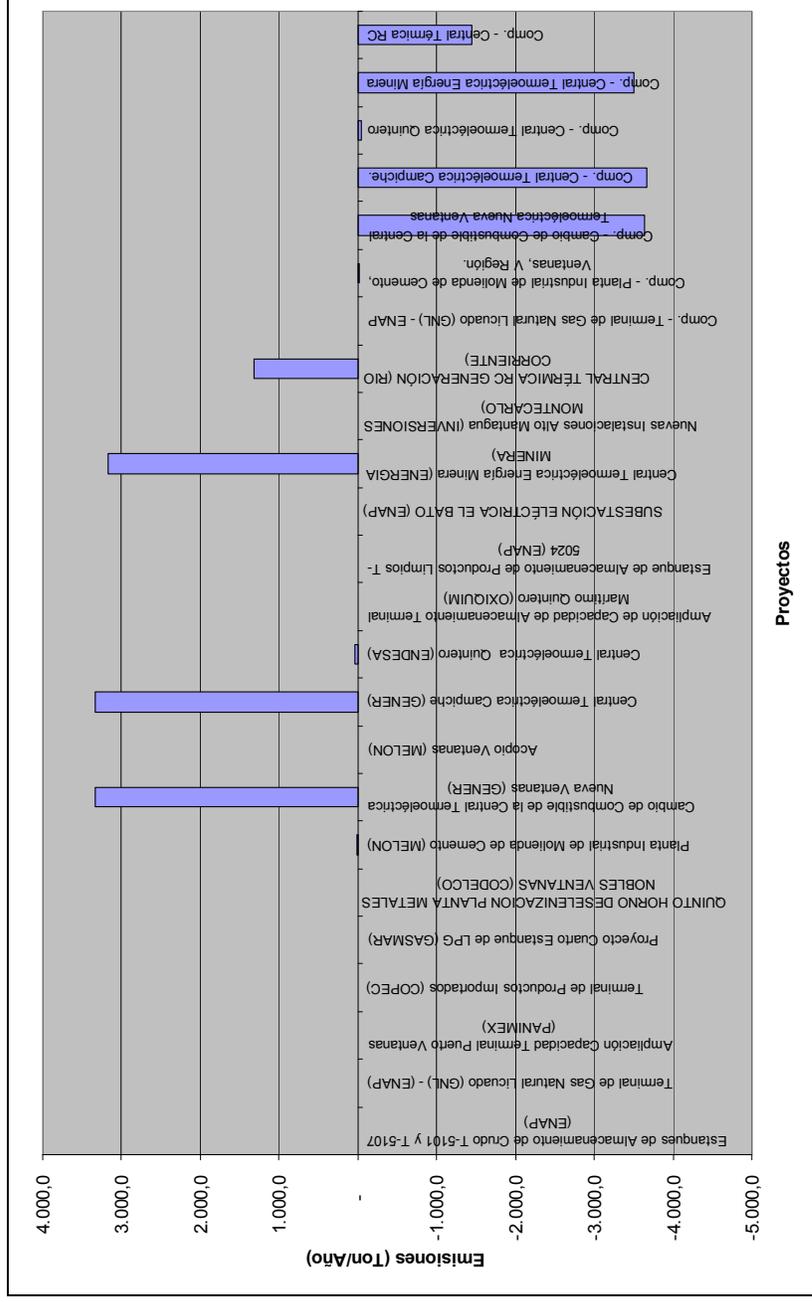
Fuente: elaboración propia.

Tabla 140. Proyección de Emisiones Industriales para Proyectos SEIA 2012 – SO₂



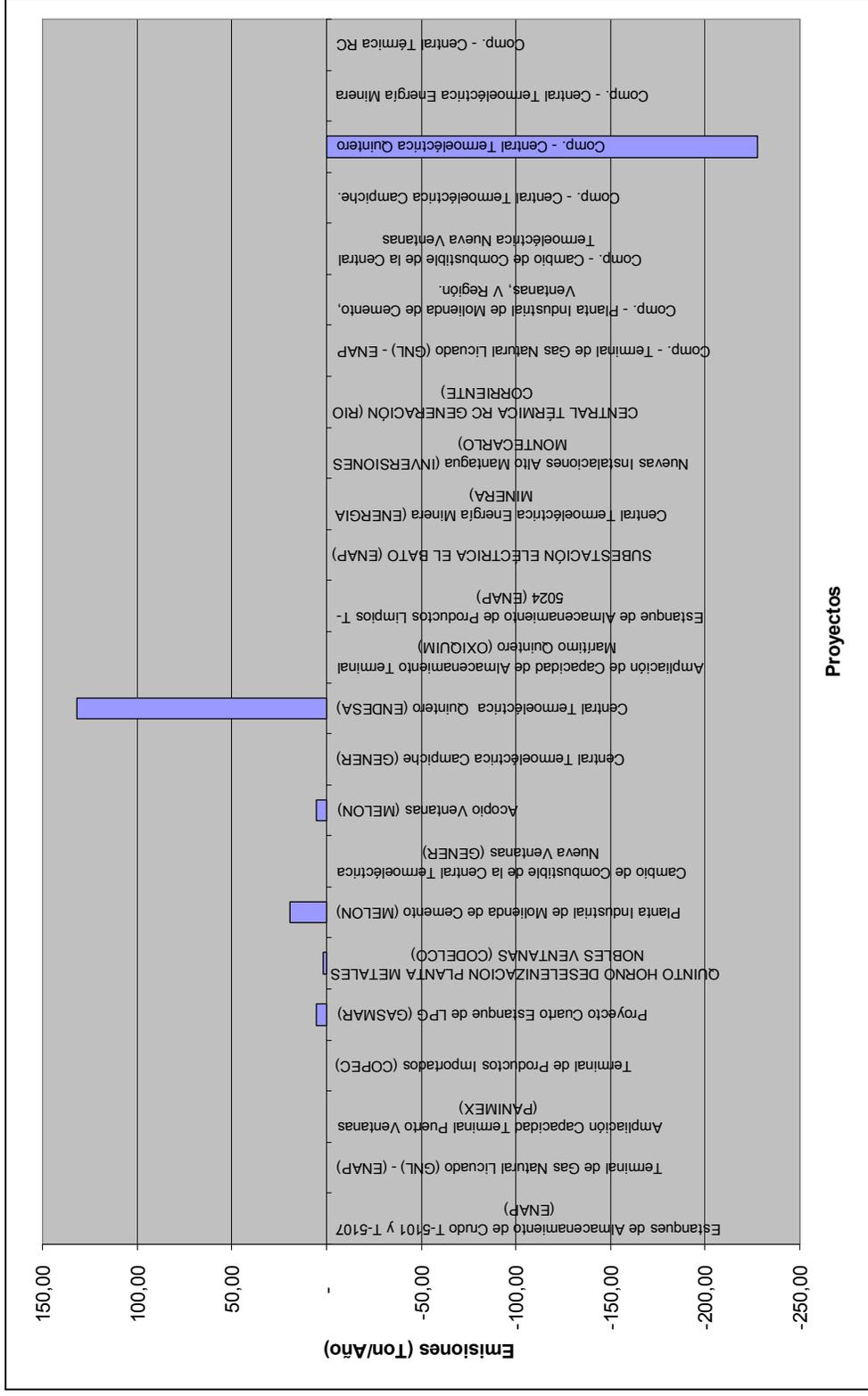
Fuente: elaboración propia.

Tabla 141. Proyección de Emisiones Industriales para Proyectos SEIA 2020 – SO₂



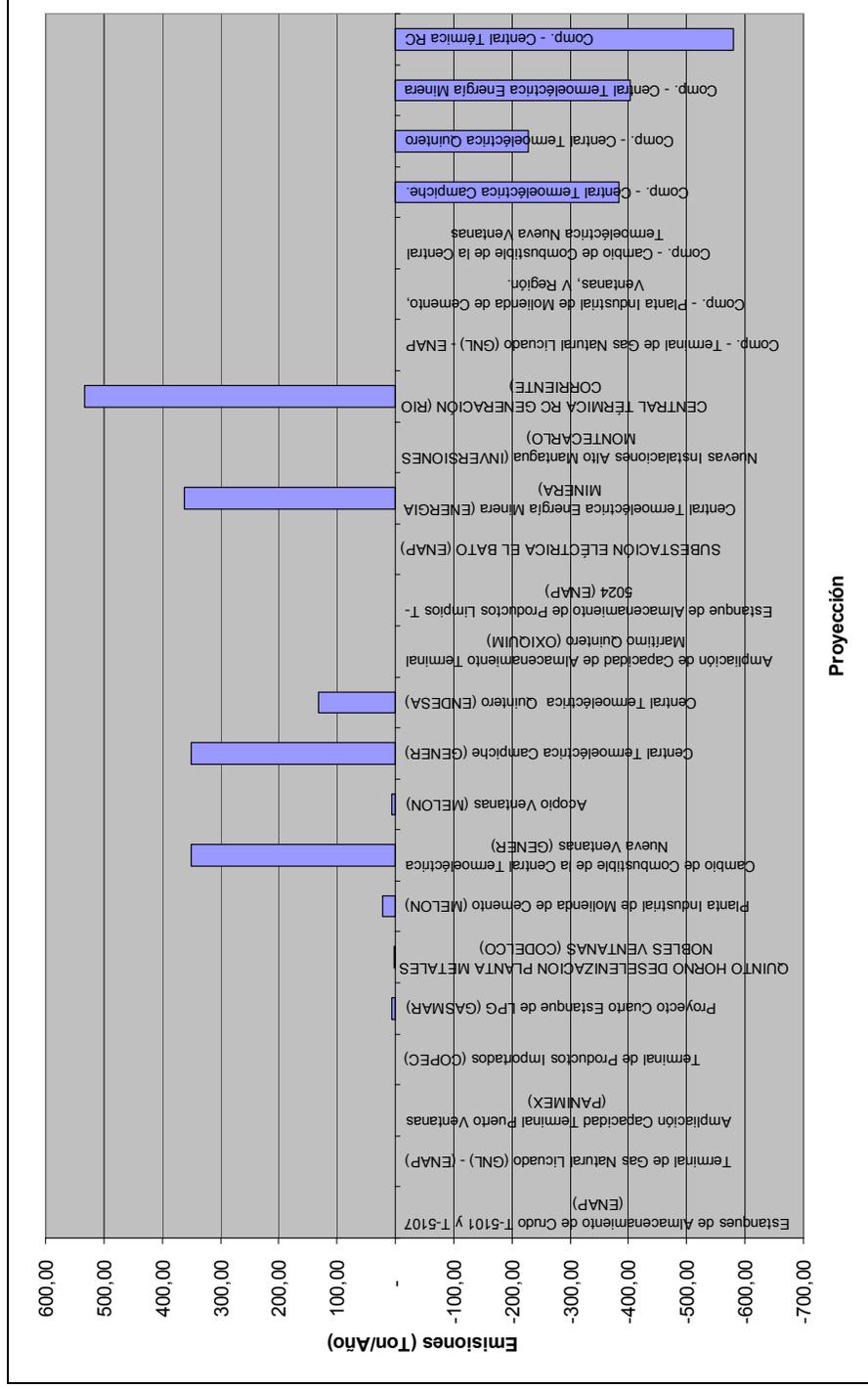
Fuente: elaboración propia.

Tabla 142. Proyección de Emisiones Industriales para Proyectos SEIA 2009 – MP₁₀



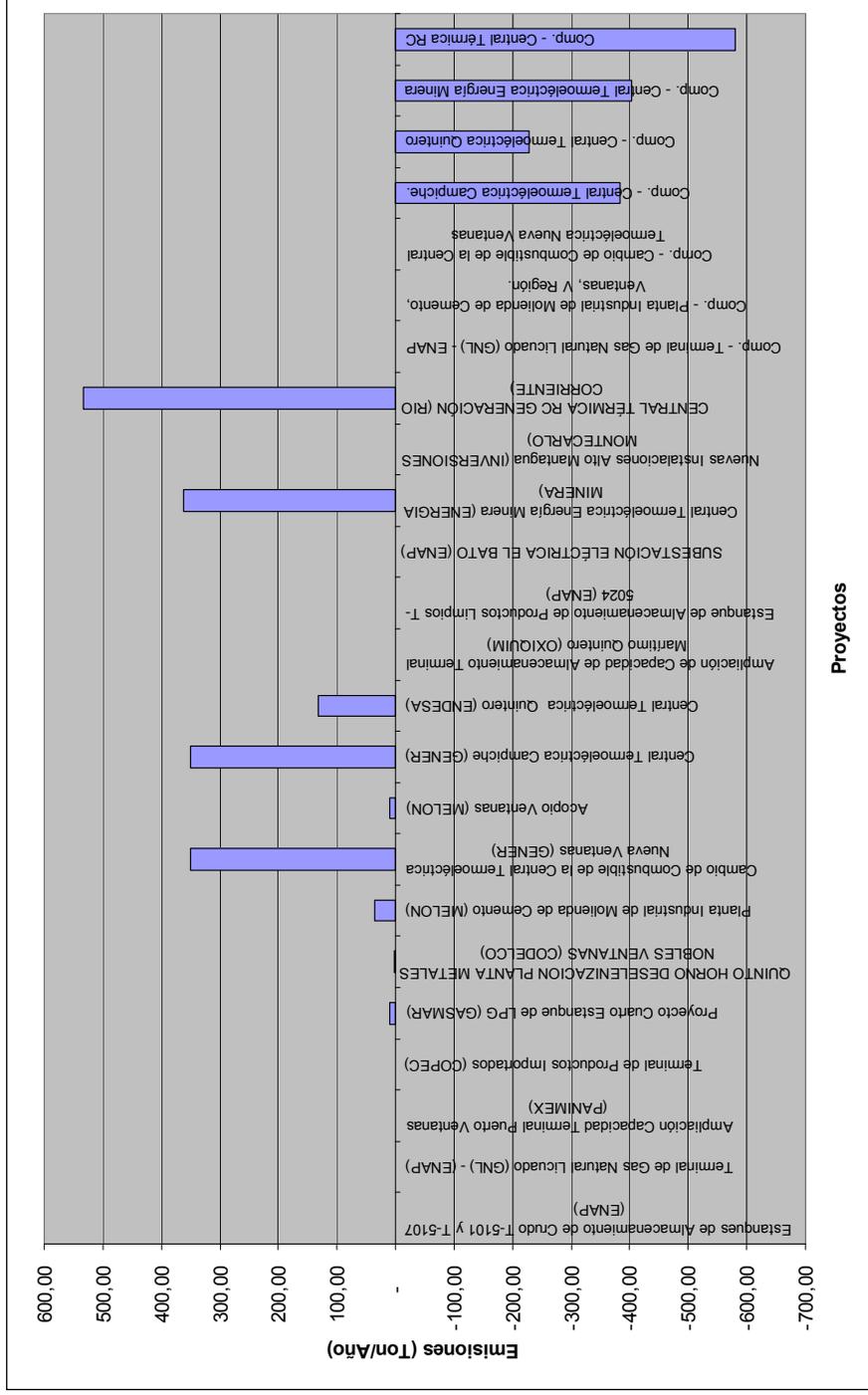
Fuente: elaboración propia.

Tabla 143. Proyección de Emisiones Industriales para Proyectos SEIA 2012 – MP₁₀



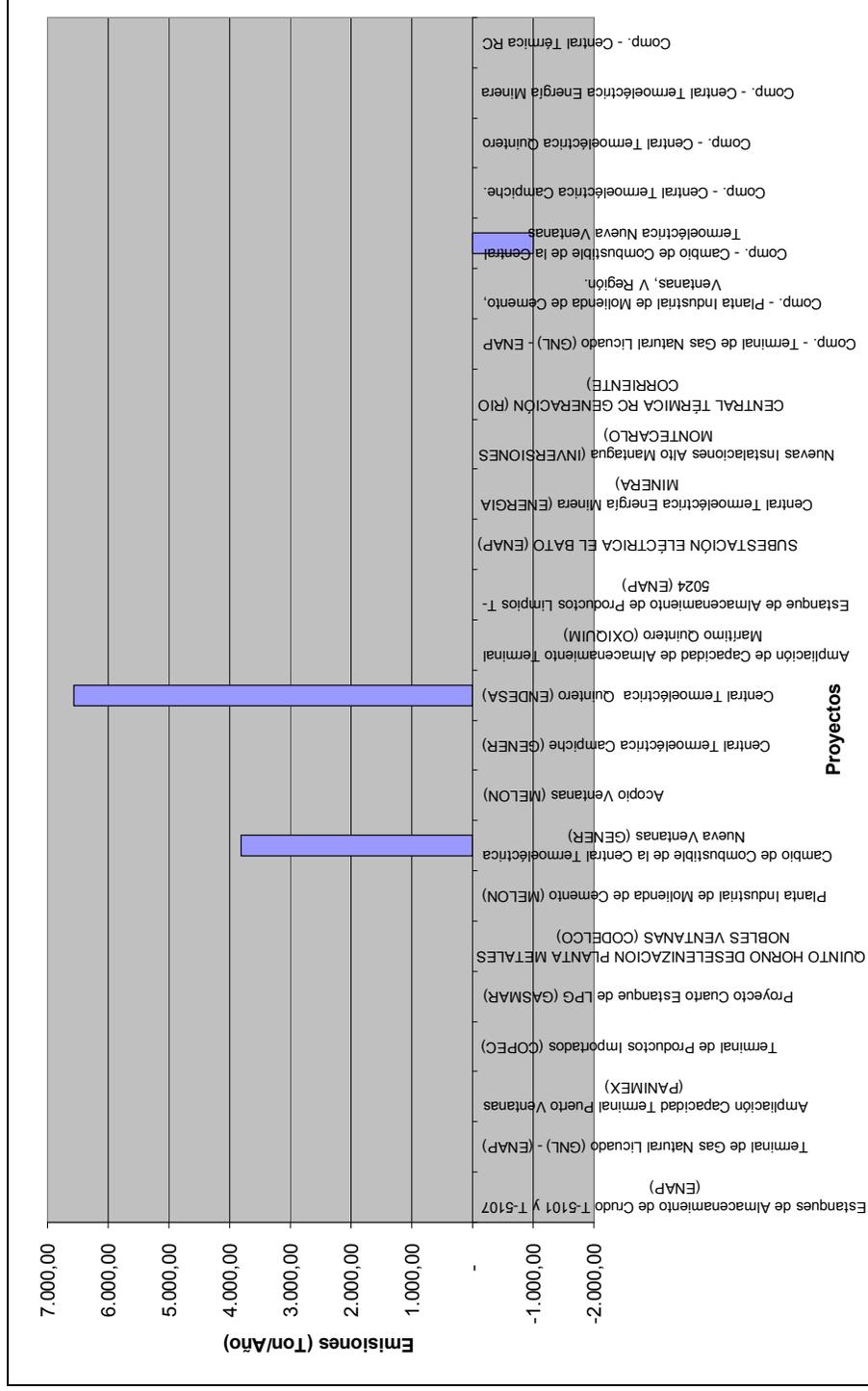
Fuente: elaboración propia.

Tabla 144. Proyección de Emisiones Industriales para Proyectos SEIA 2020 – MP₁₀



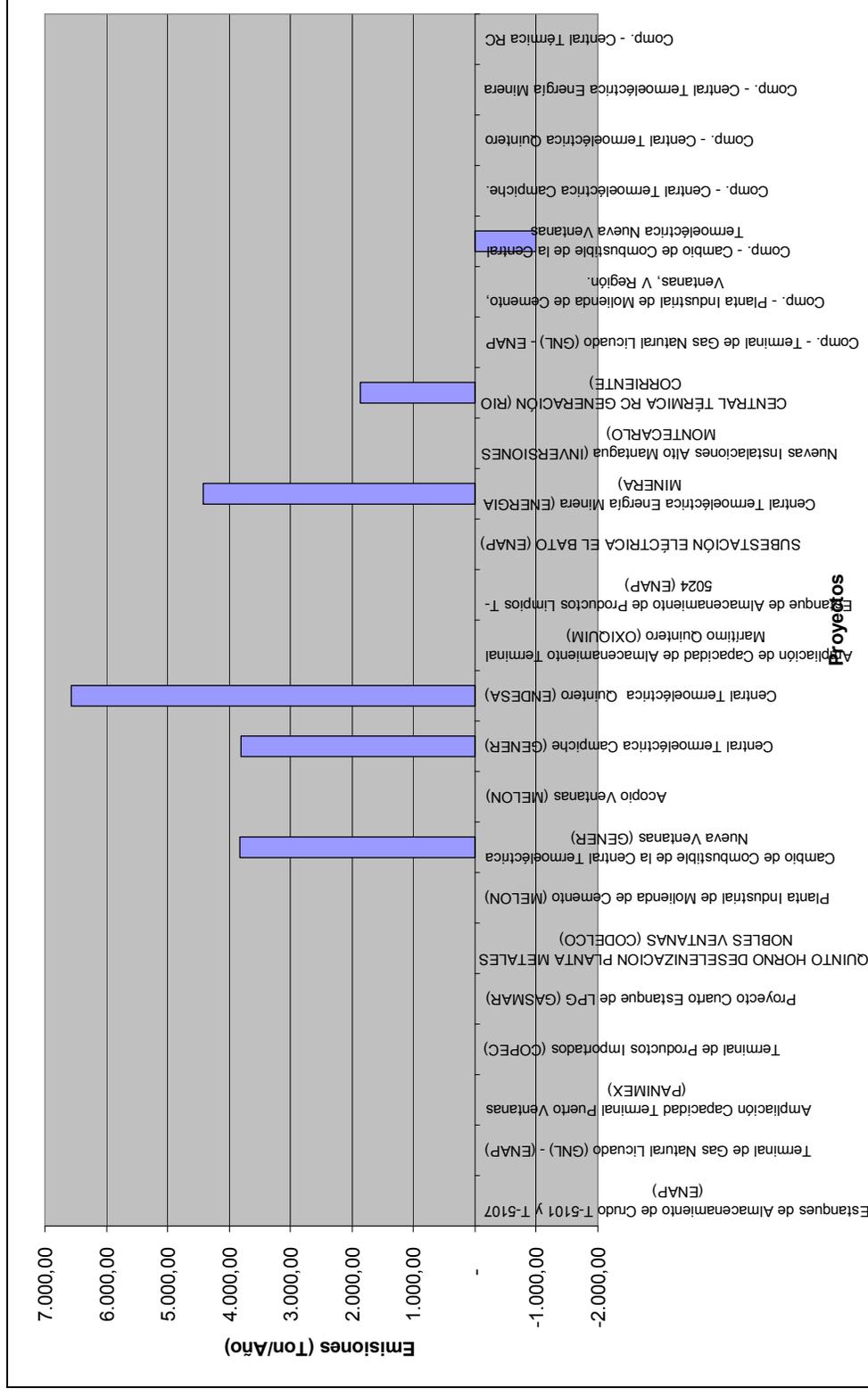
Fuente: elaboración propia.

Tabla 145. Proyección de Emisiones Industriales para Proyectos SEIA 2010 – NO_x



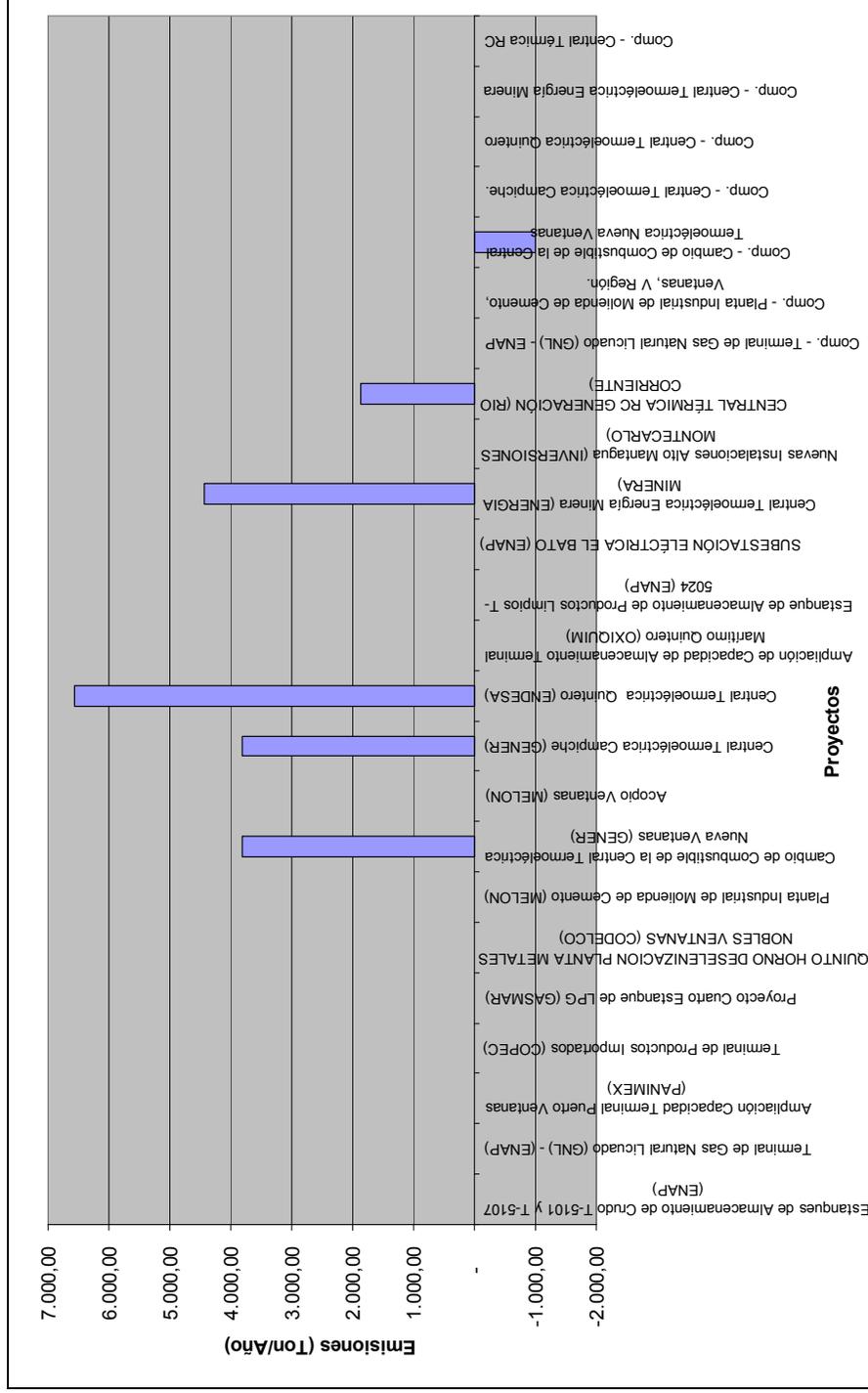
Fuente: elaboración propia.

Tabla 146. Proyección de Emisiones Industriales para Proyectos SEIA 2012 – NO_x



Fuente: elaboración propia.

Tabla 147. Proyección de Emisiones Industriales para Proyectos SEIA 2020 – NO_x



Fuente: elaboración propia.

Proyección Final Emisiones Zona Industrial de Ventanas

Esta proyección considera todos los escenarios discutidos anteriormente, esto es:

- 1) Escenario Base 2006
 - a. Emisiones Portuarias
 - b. Codelco – Gener
 - c. Emisiones Industriales
 - d. Emisiones Fuentes Móviles y Polvo Resuspendido

- 2) Escenario SEIA
 - a. Emisiones de Proyectos Aprobados y en Calificación en el SEIA
 - b. Emisiones Portuarias por Proyectos SEIA
 - c. Compensación de Emisiones en el SEIA

En esta sección se reúnen los escenarios señalados anteriormente, generando un escenario de emisiones base final proyectado, que no considera otras reducciones de emisiones que las compensaciones de emisiones y que en algunos casos no da cumplimiento a las normas de emisiones propuestas en este estudio. En otra sección se detallarán aquellas medidas que deberían adoptarse, por fuente específica para dar cumplimiento a los límites de concentración propuestos para finalmente realizar una comparación entre estos dos escenarios (Sin Control y Con Control).

Tabla 148. Proyección Final Emisiones SO₂ – Zona Industrial de Ventanas (Ton / Año)

PROYECCION DE EMISIONES INDUSTRIALES DE SO ₂															
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
SUBTOTAL EMISIONES BASE 2006 PROYECTADO	39.614	39.829	40.056	40.295	40.548	40.815	41.098	41.395	41.710	42.042	42.393	42.763	43.154	43.567	44.004
SUBTOTAL EMISIONES SEIA PROYECTADO	-	-	-	- 9,6	- 309,4	- 309,2	- 1.096,1	- 1.095,9	- 1.095,7	- 1.095,4	- 1.095,2	- 1.094,9	- 1.094,6	- 1.094,4	- 1.094,1
SUBTOTAL EMISIONES EMBARCACIONES SEIA PROYECTADO	-	6,0	6,3	96,6	142,3	150,3	445,6	470,5	496,9	524,7	554,1	585,1	617,9	652,5	689,0
EMISIONES FINALES SO₂	39.614,2	39.835,0	40.062,2	40.382,4	40.381,3	40.656,5	40.447,0	40.770,0	41.111,1	41.471,3	41.851,7	42.253,4	42.677,6	43.125,5	43.598,5

Fuente: elaboración propia.

Tabla 149. Proyección Final Emisiones MP₁₀ – Zona Industrial de Ventanas (Ton/Año)

PROYECCION DE EMISIONES INDUSTRIALES DE MP ₁₀															
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
SUBTOTAL EMISIONES BASE 2006 PROYECTADO	1.284,3	1.326,3	1.369,9	1.415,9	1.462,4	1.515,8	1.570,0	1.627,3	1.687,7	1.751,5	1.818,9	1.890,1	1.965,3	2.044,4	2.128,4
SUBTOTAL EMISIONES SEIA PROYECTADO	-	-	-	-64,1	288,5	290,3	171,5	173,5	175,6	177,8	180,1	182,6	185,2	188,0	190,9
SUBTOTAL EMISIONES EMBARCACIONES SEIA PROYECTADO	-	0,1	0,1	2,5	3,6	3,8	10,5	11,1	11,6	12,2	12,9	13,6	14,3	15,0	15,8
EMISIONES FINALES MP₁₀	1.284,3	1.326,4	1.370,0	1.354,3	1.754,5	1.809,9	1.752,0	1.811,8	1.874,9	1.941,6	2.011,9	2.086,3	2.164,7	2.247,4	2.335,1

Fuente: elaboración propia.

Tabla 150. Proyección Final Emisiones MP_{2,5} – Zona Industrial de Ventanas (Ton/Año)

PROYECCION DE EMISIONES INDUSTRIALES DE MP _{2,5}															
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
SUBTOTAL EMISIONES BASE 2006 PROYECTADO	295,0	300,8	307,8	312,9	319,1	326,4	333,8	341,5	349,7	358,3	367,4	377,0	387,2	397,9	409,3
SUBTOTAL EMISIONES SEIA PROYECTADO	-	-	-	81,8	257,5	258,4	878,8	879,8	880,8	881,9	883,1	884,3	885,7	887,0	888,5
SUBTOTAL EMISIONES SEIA PROYECTADO	-	0,1	0,1	1,4	2,0	2,1	5,9	6,2	6,6	6,9	7,3	7,7	8,2	8,6	9,1
EMISIONES FINALES MP_{2.5}	295,0	300,9	307,9	396,1	578,7	587,0	1.218,4	1.227,5	1.237,1	1.247,2	1.257,8	1.269,1	1.281,0	1.293,6	1.306,9

Fuente: elaboración propia.

Tabla 151. Proyección Final Emisiones NO_x – Zona Industrial de Ventanas (Ton/Año)

PROYECCION DE EMISIONES INDUSTRIALES DE NO_x															
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
SUBTOTAL EMISIONES BASE 2006 PROYECTADO	3.830,7	3.901,1	3.975,5	4.054,0	4.136,9	4.224,5	4.317,0	4.414,6	4.517,7	4.626,6	4.741,6	4.863,0	4.991,2	5.126,7	5.269,6
SUBTOTAL EMISIONES SEIA PROYECTADO	-	-	-	6.569,1	9.393,0	9.393,1	19.508,7	19.508,8	19.508,9	19.509,0	19.509,2	19.509,3	19.509,5	19.509,6	19.509,8
SUBTOTAL EMISIONES SEIA PROYECTADO	-	5,4	5,7	99,5	141,5	149,4	416,5	439,8	464,4	490,4	517,9	546,9	577,5	609,9	644,0
EMISIONES FINALES NO_x	3.830,7	3.906,5	3.981,2	10.722,6	13.671,4	13.767,0	24.242,1	24.363,2	24.491,0	24.626,1	24.768,6	24.919,2	25.078,2	25.246,2	25.423,4

Fuente: elaboración propia.

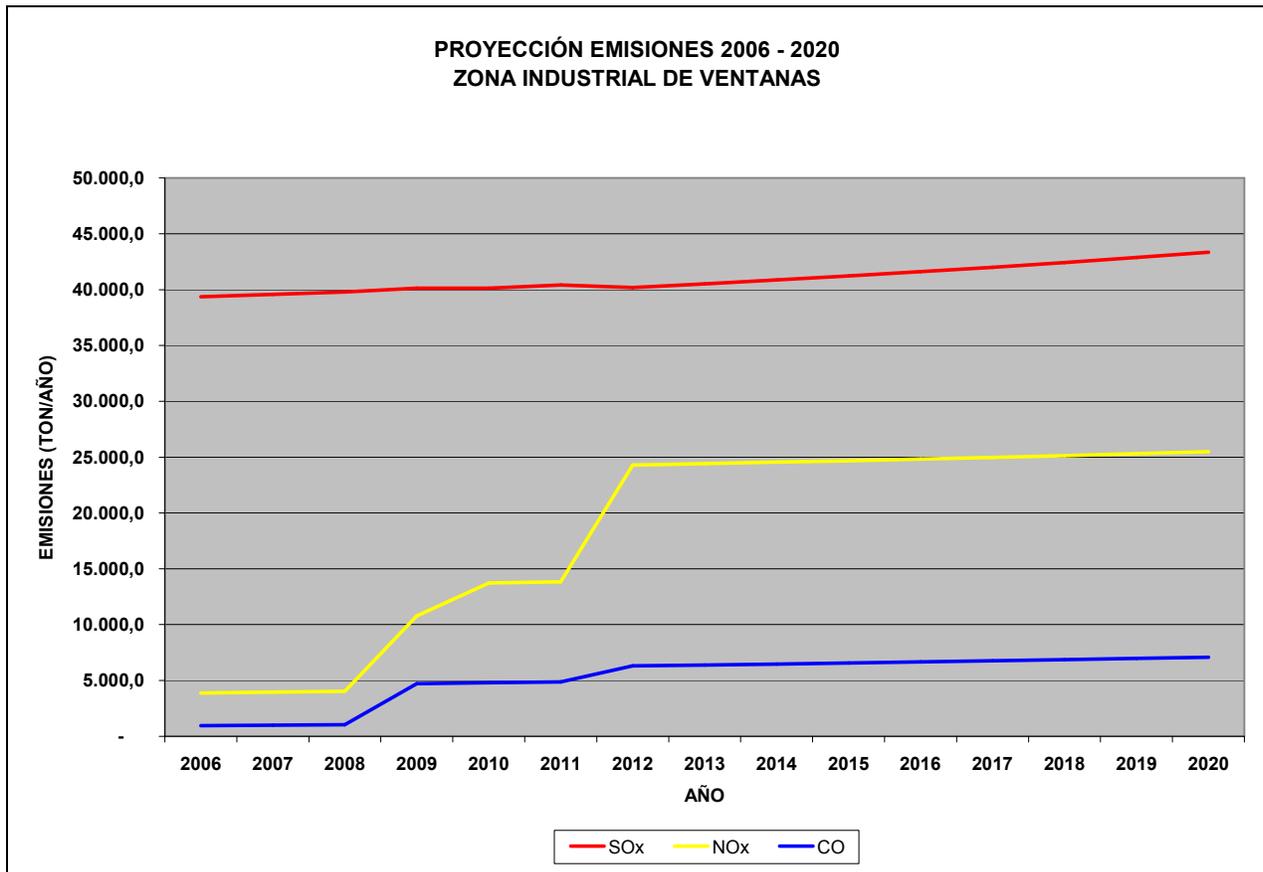


Figura 10. Proyección Emisiones 2006 – 2020 – Zona Industrial de Ventanas

Como se observa en la figura anterior, en términos de magnitud las emisiones de SOx y NOx son mayores a las emisiones de material particulado. Se puede apreciar especialmente, que las emisiones de NOx tienen un fuerte crecimiento a lo largo del tiempo, respecto de las emisiones de SOx que si bien manifiestan un aumento en 14 años, no es tan marcado como el mencionado anteriormente, esto debido a que la compensación de emisiones está fuertemente marcada hacia las emisiones de SO₂ más que hacia los óxidos de nitrógeno.

En el caso del material particulado se observa que hay un crecimiento sostenido de las emisiones de este contaminante, lo que indica que la figura de la compensación de emisiones en la evaluación ambiental no es adecuada o es insuficiente para lograr los objetivos ambientales propuestos.

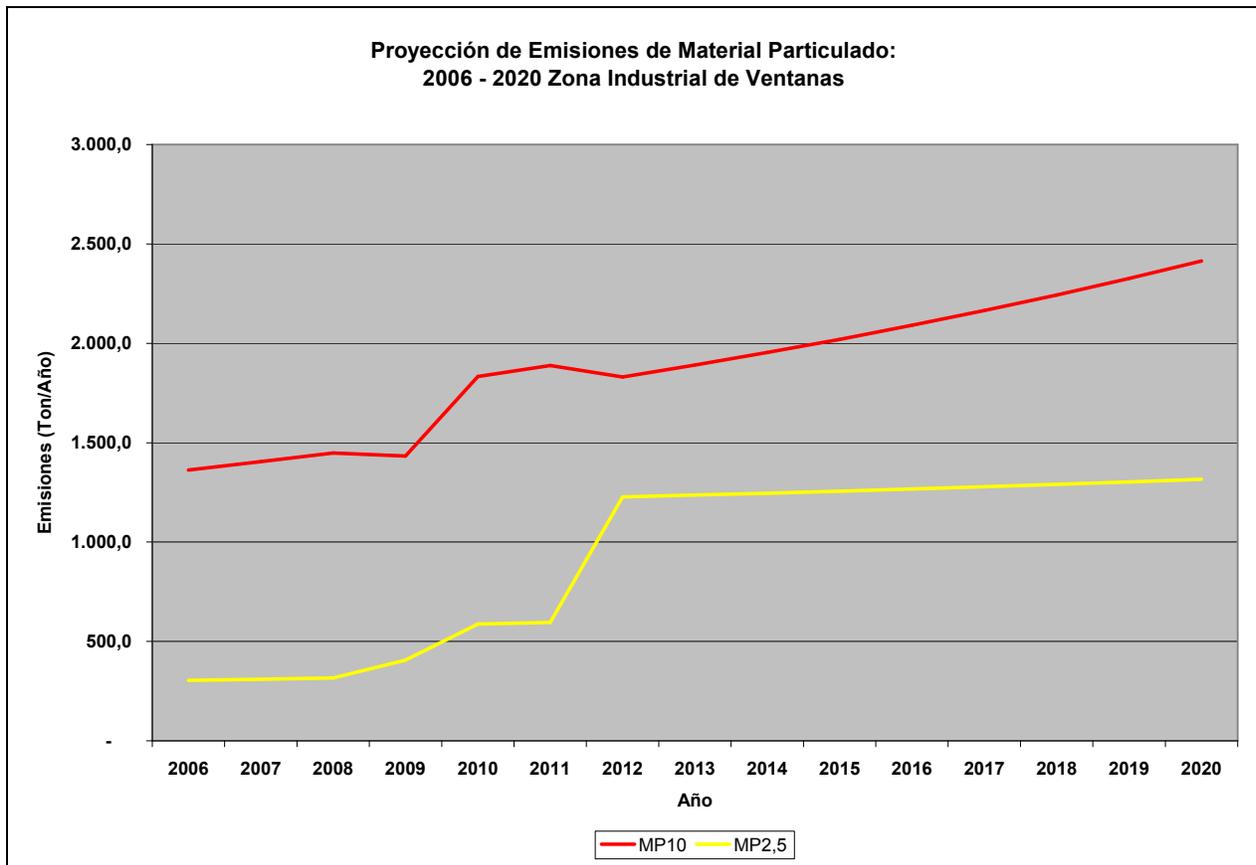


Figura 11. Proyección Emisiones MP 2006 – 2020 – Zona Industrial de Ventanas

5.4. PROYECCION CON CUMPLIMIENTO DE LIMITES DE EMISION

En el escenario mostrado en las figuras 9 y 10 se observan las emisiones de gases y material particulado proyectadas al 2020 en la zona industrial de ventanas, considerando una serie de factores como el crecimiento medio estimado del PIB, el ingreso de nuevos proyectos a la zona saturada, las emisiones desde embarcaciones debido a estos nuevos proyectos y al crecimiento esperado en la V región así como la compensación de emisiones comprometida por los titulares de ciertos proyectos.

La aplicación de normas de emisión para MP, SO₂ y NO₂ en la Zona Saturada de Ventanas, implica para algunos proyectos en construcción, así como para ciertas fuentes en operación la implementación de equipos de control de emisiones.

Los valores de límites de emisión propuestas para las centrales termoeléctricas son las siguientes:

- PTS: 50 mg/m³N, corregidas al 7% de oxígeno, medición continua, verificada una vez al año mediante monitoreo CH-5.
- SO₂: 200 mg/m³N. Medidas mediante monitoreo continuo verificado una vez al año con método CH-6.
- NO₂: 200 mg/m³N. Medidas mediante monitoreo continuo verificado una vez al año con método CH-7E.
- Hg: 0,2 mg/m³N, Medidas mediante monitoreo una vez al año con método CH-29 y posterior análisis con Espectroscopía atómica de absorción (AA) o emisión (ICP), Técnica de vapor frío.

En el caso de las emisiones de Codelco División Ventanas (CDV), se proponen los siguientes límites:

Para la Planta de Secado, Horno Basculante, Horno Reverbero RAF, Horno Tostador de Selenio – Planta de Metales Nobles, Horno Eléctrico, Horno Troff y Calderas:

- Norma de emisión para PTS: 50 mg/m³N, corregidas al 7% de oxígeno, medición continua en planta de secado, verificada una vez al año mediante monitoreo CH-5, medición puntual una vez al año en el resto de las fuentes fijas.

Para la planta de ácido y chimenea de convertidores.

- Para SO₂: 650³¹ ppm. Medidas mediante monitoreo continuo verificado una vez al año con método CH-6.

Se espera que se de cumplimiento a los límites de emisión propuestos a partir del año 2012, observándose una reducción considerable en las emisiones de SO₂ y NO_x provenientes de las Centrales Termoeléctricas y de MP provenientes de Codelco.

³¹ Normativa EPA, CFR-40, part 60 Standart of perfomance for primary copper smelter.

Evaluación de Fuentes

A continuación se describen las emisiones actuales y de proyecto de cada central termoeléctrica y de fuentes correspondientes a CODELCO, a fin de corroborar si cumplen o no con los límites de emisión propuestos, cuál sería la mejor alternativa tecnológica para dar cumplimiento a las normas y los valores finales de emisiones considerando la eficiencia teórica de las tecnologías propuestas.

a) Centrales Termoeléctricas

Tabla 152. Concentraciones Actuales y de Proyecto de las Centrales Termoeléctricas

CENTRALES TERMOELÉCTRICAS	CONCENTRACIONES ACTUALES Y DE PROYECTO mg/m ³ N					
	MP	CUMPLE	SO ₂	CUMPLE	NO _x	CUMPLE
CENTRAL VENTANAS - U1	37	SI	719	NO	251	NO
CENTRAL VENTANAS - U2	30	SI	849	NO	251	NO
CENTRAL NUEVA VENTANAS	47	SI	450	NO	513	NO
CENTRAL TERMO CAMPICHE	47	SI	450	NO	513	NO
CENTRAL ENERGIA MINERA – U1	18	SI	102	SI	140	SI
CENTRAL ENERGIA MINERA – U2	18	SI	102	SI	140	SI
CENTRAL ENERGIA MINERA – U3	18	SI	102	SI	140	SI
CENTRAL RC GENERACION – U1	37,5	SI	102	SI	100	SI
CENTRAL RC GENERACION – U2	37,5	SI	102	SI	100	SI

Fuente: elaboración propia.

Tabla 153. Equipos de Abatimiento Asociados a cada Unidad (Actuales y de Proyecto)

CENTRALES TERMOELÉCTRICAS	EQUIPOS DE ABATIMIENTO ASOCIADOS (ACTUALES Y DE PROYECTO)		
	MP	SO ₂	NO ₂
CENTRAL VENTANAS - U1	PES	SIN CONTROL	SIN CONTROL
CENTRAL VENTANAS - U2	PES	SDFGD (x 2) ³²	LN ³³
CENTRAL NUEVA VENTANAS	FM	SDFGD	LN
CENTRAL TERMO CAMPICHE	FM	SDFGD	LN
CENTRAL ENERGIA MINERA – U1	PES	SWFGD	SCR
CENTRAL ENERGIA MINERA – U2	PES	SWFGD	SCR
CENTRAL ENERGIA MINERA – U3	PES	SWFGD	SCR
CENTRAL RC GENERACION – U1	PES	SWFGD	LN
CENTRAL RC GENERACION – U2	PES	SWFGD	LN

- PES: Precipitador Electroestático
- FM: Filtros de Manga
- SDFGD: Semi Dry Flue Gas Desulphurization (Desulfurizador Semi Seco)
- SWFGD: Sea Water Flue Gas Desulphurization (Desulfurizador con Agua de Mar)
- LN: Low NOx (Bajo NOx)
- SCR: Selective Catalytic Reduction (Reducción Catalítica Selectiva)
- Fuente: elaboración propia.

De los cuadros anteriores podemos observar que en el caso del MP y con los equipos de control asociados a este contaminante, se daría cumplimiento a las emisiones de material particulado propuestas.

En el caso de SO₂ y NO₂, únicamente se da cumplimiento al utilizar sistemas de control con agua de mar (SWFGD) y con sistemas de Reducción Catalítica Selectiva (SCR). En los casos en que se usan sistemas semisecos (SDFGD) y Low NOx como única alternativa de control de emisiones de NO₂, se verifica que estos equipos no logran dar cumplimiento a los límites de emisiones propuestas, por lo que se tendrían que considerar equipos de control adicional o el recambio de los existentes por otros de mayor eficiencia.

³² Compensación de SO₂

³³ Compensación de NOx

Nota: El proyecto Central Térmica RC Generación en su Adenda N° 1 señala que elimina el sistema SCR como control de NOx debido al aumento de la altura de la chimenea y reducción de emisiones respecto del EIA.

Tabla 154. Equipos de Control Propuestos para Centrales Termoeléctricas

CENTRALES TERMOELÉCTRICAS	EQUIPOS DE ABATIMIENTO PROPUESTOS	
	SO ₂	NO ₂
CENTRAL VENTANAS - U1	WFGD	SCR + LN
CENTRAL VENTANAS - U2	WFGD	SCR
CENTRAL NUEVA VENTANAS	WFGD	SCR
CENTRAL TERMO CAMPICHE	WFGD	SCR

- WFGD: Wet Flue Gas Desulphurization (Desulfurizador Húmedo)

Fuente: elaboración propia.

Una comparación entre las eficiencias de distintos equipos de abatimiento para SO₂ se muestra a continuación:

Tabla 155. Eficiencias Sistemas FGD para Remoción de SO₂

	Dry FGD	Seawater FGD	Limestone WFGD	Ammonia WFGD
Reagente	Cal	Agua de Mar	Caliza	Amonio
Azufre	<2,5%	<1,5%	<6%	<6%
Eficiencia de Remoción	90 – 95%	> 95%	>95%	>95%

Fuente: ALSTOM Power FGD Technologies: Achieving SO₂ Compliance at the Lowest Lifecycle Cost.

En el caso de los controles de NOx, existen tres alternativas para el control de estas emisiones, a saber: los quemadores de bajo NOx (Low Nox), los sistemas de Selección Catalítica Selectiva (SCR) y Selección Catalítica No Selectiva (SNCR).

En el caso de los SCR, éstos tienen una eficiencia entre el 70 y el 90%, mientras que los sistemas SNCR cuentan con una eficiencia de 65 a 75%, en conjunto con controles de combustión como Low Nox.

Considerando estas configuraciones para cada unidad indicada en la tabla 150, las emisiones finales son las siguientes, considerando una eficiencia de 95% para el WFGD y de 90% para el SCR:

Tabla 156. Emisiones Finales Termoeléctrica con Equipos de Control Propuestos

Centrales Termoeléctricas	Unidades	Emisiones Base (Ton/Año)		Abatimiento Adicional Propuesto		Emisiones Finales C/Control (Ton/Año)			
		SO ₂	NO _x	Abatimiento SO ₂	Abatimiento NO _x	SO ₂	Emisiones Reducidas SO ₂	NO _x	Emisiones Reducidas NO _x
CENTRAL VENTANAS	Unidad 1	2.668,69	768,64	WFGD	SCR	133,43	2.535,26	76,86	691,78
	Unidad 2	5.640,69	1.766,44	WFGD	SCR	282,03	5.358,66	176,64	1.589,80
CENTRAL NUEVA VENTANAS	Unidad 1	3.336,30	3.801,60	WFGD	SCR	166,82	3.169,49	380,16	3.421,44
CENTRAL TERMO CAMPICHE	Unidad 1	3.336,30	3.801,60	WFGD	SCR	166,82	3.169,49	380,16	3.421,44

Fuente: elaboración propia.

b) CODELCO División Ventanas

Tabla 157. Concentraciones Actuales en Unidades de CDV

UNIDAD	Concentración MP Salida (mg/m ³ N)	Cumplimiento Norma MP	EMISIONES 2006 (Ton/Año)		EMISIONES FINALES C/CONTROL (Ton/Año)	
			MP	MP ₁₀	MP	MP ₁₀
Planta de Secado	448,90	NO	176,53	82,97	1,77	0,83
Horno Basculante	339,10	NO	118,83	55,85	1,19	0,56
Horno Reverbero RAF	1.164,80	NO	72,58	34,11	0,73	0,34
Horno Eléctrico	196,70	NO	112,53	52,89	1,13	0,53
Horno Troff	275,50	NO	9,13	4,29	0,09	0,04
Chimenea CPS	65,61	NO	17,19	8,08	0,17	0,08

Fuente: elaboración propia.

Tabla 158. Equipos de Abatimiento Asociados a Cada Unidad (2006) - CDV

UNIDAD	EQUIPO DE CONTROL DE MP
Planta de Secado	FILTRO DE MANGAS
Horno Basculante	SIN CONTROL
Horno Reverbero RAF	SIN CONTROL
Horno Eléctrico	PRECIPITADOR ELECTROESTÁTICO
Horno Troff	LAVADOR DE GASES
Chimenea CPS	SIN CONTROL

Fuente: elaboración propia.

Para el cumplimiento de las normas de emisión propuestas se deberá evaluar la factibilidad de instalar equipos de control de MP nuevos, en aquellas unidades que no cuentan con tecnología de control y si es técnica y/o económicamente viable el cambios de los actuales equipos de control por otros más eficientes o bien si es posibles modificar los existentes a fin de dar cumplimiento a las concentraciones máximas de MP.

Las tecnologías existentes actualmente para controlar las emisiones de MP son capaces de lograr concentraciones bajo los 50 mg/m³N y corresponden a Precipitadotes Electroestáticos así como a Filtros de Mangas.

En el caso de los Filtros de Mangas existen diferentes tipos de equipos, según tipo de limpieza:

Tabla 159. Características Filtros de Mangas

Tipo de Limpieza	Eficiencia	Aplicación Típica	Fuente Información
Chorro Pulsante (Jet Pulse)	99 – 99,9%	No aplica a Procesamiento de Metales No Ferrosos (Cobre)	Hoja de Datos EPA-CICA EPA-452/F-03-059
Sacudimiento Mecánico	99 – 99,9%	Aplica a Procesamiento de Metales No Ferrosos (Cobre)	Hoja de Datos EPA-CICA EPA-452/F-03-060
Aire Invertido	99 – 99,9%	Aplica a Procesamiento de Metales No Ferrosos (Cobre)	Hoja de Datos EPA-CICA EPA-452/F-03-061

Fuente: elaboración propia.

En el caso de los precipitadores Electroestáticos, éstos se diferencian entre secos y húmedos, según si las cenizas recolectadas se descargan en forma de aguas residuales (PES Húmedos) o en forma seca (PES Secos), además del tipo de precipitador:

Tabla 160. Características Precipitadores Electroestáticos

Tipo	Eficiencia	Aplicación Típica	T° Máxima	Flujos de Gas Típicos
Húmedo – Tubo Alambre	99 – 99,9%	Industrias de productos de la madera, la industria metalúrgica, incluyendo los hornos de coque, y en plantas de producción de ácido sulfúrico.	80 – 90 °C	0,5 – 50 m ³ N/seg
Húmedo – Placa Alambre	MP: 99% MP ₁₀ : 97,1% MP _{2,5} : 97,4%	Aplica a Producción Primaria de Cobre	80 – 90 °C	50 – 250 m ³ /seg
Seco – Placa Alambre	MP: 99% MP ₁₀ : 97,1% MP _{2,5} : 97,4%	Aplica a Producción Primaria de Cobre y Calderas de Carbón	Hasta 700 °C	100 – 500 m ³ N/seg
Seco – Tubo Alambre	99 – 99,9%	Industria textil, papelera y procesadora de pulpa de madera, metalúrgica (incluyendo los hornos de coque), en los incineradores de residuos peligrosos, y en la producción de ácido sulfúrico.	Hasta 700 °C	0,5 – 50 m ³ N/seg

Fuente: elaboración propia.

Emisiones Escenario con Control

A continuación se detallan las emisiones considerando la aplicación de tecnologías de control de emisiones de MP, SO₂ y NO₂, según lo señalado anteriormente.

Las emisiones con control fueron estimadas considerando las emisiones 2006 y la eficiencia teórica de cada equipo de control.



Ambiosis



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

Tabla 161. PROYECCION DE EMISIONES DE SO₂ CONSIDERANDO EL CONTROL A TRAVÉS DE WFGD

AÑO OPERACIÓN		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ESENARIO BASE 2006 - FUENTES INDUSTRIALES		1,20	1,26	1,33	1,41	1,49	1,57	1,66	1,75	1,85	1,95	2,06	2,17	2,29	2,43	2,56
ESENARIO BASE 2006 - EMISIONES EN BAHIA (EMBARCACIONES)		3.834,47	4.049,20	4.275,96	4.515,41	4.768,27	5.035,30	5.317,27	5.615,04	5.929,48	6.261,53	6.612,18	6.982,46	7.373,48	7.786,39	8.222,43
ESENARIO BASE 2006 - CODELCO Y GENER		35.519,17	35.519,17	35.519,17	35.519,17	35.519,17	35.519,17	27.625,26	27.625,26	27.625,26	27.625,26	27.625,26	27.625,26	27.625,26	27.625,26	27.625,26
ESENARIO BASE 2006 - FUENTES MÓVILES		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EMISIONES INDUSTRIALES PROYECTOS ADAS - SEIA - 2005	Estanques de Almacenamiento de Crudo T-5101 y T-5107 (ENAP)															
	Terminal de Gas Natural Licuado (GNL) - (ENAP)				0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
	Ampliación Capacidad Terminal Puerto Ventanas (PANIMEX)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Terminal de Productos Importados (COPEC)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Proyecto Cuarto Estanque de LPG (GASMAR)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EMISIONES INDUSTRIALES PROYECTOS ADAS - SEIA - 2006	QUINTO HORNO DESELENIZACION PLANTA METALES NOBLES VENTANAS (CODELCO)															
	ESTERILIZACION Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS SÓLIDOS (SUPPLY MARINE SERVICES)				4,94	4,94	4,94	4,94	4,94	4,94	4,94	4,94	4,94	4,94	4,94	4,94
	Planta Industrial de Molienda de Cemento (MELON)				3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	Cambio de Combustible de la Central Termoelectrónica Nueva Ventanas (GENER)					3.333,03	3.333,03	166,83	166,83	166,83	166,83	166,83	166,83	166,83	166,83	166,83
EMISIONES INDUSTRIALES PROYECTOS ADAS - SEIA - 2007	Acopio Ventanas (MELON)															
	Central Termoelectrónica Campiche (GENER)							166,83	166,83	166,83	166,83	166,83	166,83	166,83	166,83	166,83
	Central Termoelectrónica Quintero (ENDESA)				43,80	43,80	43,80	43,80	43,80	43,80	43,80	43,80	43,80	43,80	43,80	43,80
	Ampliación de Capacidad de Almacenamiento Terminal Marítimo Quintero (OXIQUIM)															
EMISIONES INDUSTRIALES PROYECTOS ADAS - SEIA - 2007	Estanque de Almacenamiento de Productos Limpios T-5024 (ENAP)															
	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA EL BATO (ENAP)															
EMISIONES INDUSTRIALES PROYECTOS ADAS - SEIA - 2012	Central Termoelectrónica Energía Minera (ENERGÍA MINERA)							3.175,53	3.175,53	3.175,53	3.175,53	3.175,53	3.175,53	3.175,53	3.175,53	3.175,53
	Nuevas Instalaciones Alto Mantagua (INVERSIONES MONTECARLO)															



Ambiosis



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

AÑO OPERACIÓN		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
2008	CENTRAL TÉRMICA RC GENERACIÓN (RIO CORRIENTE)							1.320,04	1.320,04	1.320,04	1.320,04	1.320,04	1.320,04	1.320,04	1.320,04	1.320,04	
	Terminal de Gas Natural Licuado (GNL) - ENAP				0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	
	Planta Industrial de Molienda de Cemento, Ventanas, V Región.				11,88	11,88	11,88	11,88	11,88	11,88	11,88	11,88	11,88	11,88	11,88	11,88	
	Cambio de Combustible de la Central Termoeléctrica Nueva Ventanas					3.633,00	3.633,00	3.633,00	3.633,00	3.633,00	3.633,00	3.633,00	3.633,00	3.633,00	3.633,00	3.633,00	
	Central Termoeléctrica Campiche.							3.666,96	3.666,96	3.666,96	3.666,96	3.666,96	3.666,96	3.666,96	3.666,96	3.666,96	
	Central Termoeléctrica Quintero				43,80	43,80	43,80	43,80	43,80	43,80	43,80	43,80	43,80	43,80	43,80	43,80	
	Central Termoeléctrica Energía Minera							3.500,00	3.500,00	3.500,00	3.500,00	3.500,00	3.500,00	3.500,00	3.500,00	3.500,00	
	Central Térmica RC								1.452,00	1.452,00	1.452,00	1.452,00	1.452,00	1.452,00	1.452,00	1.452,00	
	CENTRAL TERMO NUEVA VENTANAS				-	40,30	40,30	40,30	40,30	40,30	40,30	40,30	40,30	40,30	40,30	40,30	
	CENTRAL TERMO CAMPICHE				-	-	-	-	29,56	29,56	29,56	29,56	29,56	29,56	29,56	29,56	
	CENTRAL TERMO ENERGIA MINERA				-	-	-	-	97,70	97,70	97,70	97,70	97,70	97,70	97,70	97,70	
	EMISIONES EMBARCAS DE PROYECTOS OS SEIA	CENTRAL TERMO RC GENERACION							125,75	125,75	125,75	125,75	125,75	125,75	125,75	125,75	125,75
ACOPIO VENTANAS					5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	
Estanques de Almacenamiento de Crudo T-5101 y T-5107, Terminal Quintero					-	-	-	33,88	33,88	33,88	33,88	33,88	33,88	33,88	33,88	33,88	
TERMINAL GNL QUINTERO - ENAP					21,72	21,72	21,72	21,72	21,72	21,72	21,72	21,72	21,72	21,72	21,72	21,72	
MOLIENDA CEMENTO MELON					3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	
4° ESTANQUE					64,4	68,0	71,8	75,8	80,0	84,5	89,2	94,2	99,5	105,1	111,0	117,2	
TPI					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
AMPLACION CAPACIDAD ALMACENAMIENTO					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
EMISIONES FINALES			39.354,8	39.569,6	39.796,5	40.127,9	40.127,1	40.402,6	25.514,4	25.837,7	26.179,2	26.539,7	26.920,5	27.322,6	27.747,2	28.195,6	28.669,1

Fuente: elaboración propia.

AMBIOSIS S.A.

216

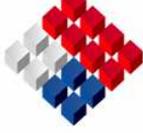
Agustinas # 972, Dpto. 403, Santiago - Fono: (08) 479 77 15 / (09) 218 98 79 - www.ambiosis.cl

Tabla 162. PROYECCION DE EMISIONES DE MP₁₀ CONSIDERANDO EL CONTROL A TRAVÉS DE FILTROS MANGAS

AÑO OPERACIÓN		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EMISIONES INDUSTRIALES PROYECTADAS SEIA - 2005	ESCENARIO BASE 2006 - FUENTES INDUSTRIALES	65,79	70,14	73,98	78,04	80,21	86,85	91,62	96,67	101,99	107,62	113,56	119,83	126,45	133,21	140,83
	ESCENARIO BASE 2006 - EMISIONES EN BAHIA (EMBARCACIONES)	24,24	25,60	27,03	28,54	30,14	31,83	33,61	35,50	37,48	39,58	41,80	44,14	46,61	49,22	51,98
	ESCENARIO BASE 2006 - CODELCO Y GENER	625,03	625,03	625,03	625,03	625,03	625,03	389,23	389,23	389,23	389,23	389,23	389,23	389,23	389,23	389,23
	ESCENARIO BASE 2006 - FUENTES MÓVILES	6,92	7,31	7,72	8,15	8,61	9,09	9,60	10,13	10,70	11,30	11,93	12,60	13,31	14,05	14,84
	ESCENARIO BASE 2006 - POLVO RESUSPENDIDO S/P/PAV	414,92	438,16	462,69	488,60	515,96	544,86	573,37	607,59	641,62	677,55	715,49	755,56	797,87	842,55	889,73
	ESCENARIO BASE 2006 - POLVO RESUSPENDIDO PAV	225,99	238,65	252,01	266,12	281,02	296,76	313,38	330,93	349,46	369,03	389,70	411,52	434,57	458,90	484,60
EMISIONES INDUSTRIALES PROYECTADAS SEIA - 2005	Estanques de Almacenamiento de Crudo T-5101 Y T-5107 (ENAP)															
	Terminal de Gas Natural Licuado (GNL) - (ENAP)				0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	Ampliación Capacidad Terminal Puerto Ventanas (PANIMEX)															
	Terminal de Productos Importados (COPEC)															
	Proyecto Cuarto Estanque de LPG (GASMAR)				5,36	5,36	5,36	5,36	5,36	5,36	5,36	5,36	5,36	5,36	5,36	5,36
	QUINTO HORNO DESELENCION PLANTA METALES NOBLES VENTANAS (CODELCO)				1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
EMISIONES INDUSTRIALES PROYECTADAS SEIA - 2006	ESTERILIZACION Y DISPOSICION DE RESIDUOS ORGANICOS SÓLIDOS (SUPPLY MARINE SERVICES)				0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
	Planta Industrial de Molienda de Cemento (MELON)				19,04	19,04	19,04	19,04	19,04	19,04	19,04	19,04	19,04	19,04	19,04	19,04
	Cambio de Combustible de la Central Termoelectrónica Nueva Ventanas (GENER)					350,95	350,95	350,95	350,95	350,95	350,95	350,95	350,95	350,95	350,95	350,95
	Acopio Ventanas (MELON)				5,65	5,65	5,65	5,65	5,65	5,65	5,65	5,65	5,65	5,65	5,65	5,65
	Central Termoelectrónica Campiche (GENER)							349,80	349,80	349,80	349,80	349,80	349,80	349,80	349,80	349,80
	Central Termoelectrónica Quintero (ENDESA)				131,70	131,70	131,70	131,70	131,70	131,70	131,70	131,70	131,70	131,70	131,70	131,70



Ambiosis

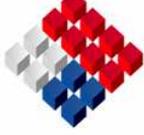


GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

AÑO OPERACIÓN		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
EMISIONES INDUSTRIALES PROYECTADAS SEIA - 2008	Ampliación de Capacidad de Almacenamiento Terminal Marítimo Quintero (OXIQUIM)	2009			0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
	Estanque de Almacenamiento de Productos Limpios T-5024 (ENAP)	2010				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA EL BATO (ENAP)	2010				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Central Termoeléctrica Energía Minera (ENERGÍA MINERA)	2012				362,34	362,34	362,34	362,34	362,34	362,34	362,34	362,34	362,34	362,34	362,34	
	Nuevas Instalaciones Alto Mantagua (INVERSIONES MONTECARLO)	2010				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	CENTRAL TÉRMICA RC GENERACIÓN (RIO CORRIENTE)	2012				533,90	533,90	533,90	533,90	533,90	533,90	533,90	533,90	533,90	533,90	533,90	
	Terminal de Gas Natural Licuado (GNL) - ENAP	2009				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Planta Industrial de Molienda de Cemento, Ventanas, V Región.	2009				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Cambio de Combustible de la Central Termoeléctrica Nueva Ventanas	2010				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Central Termoeléctrica Campiche.	2012							383,33	383,33	383,33	383,33	383,33	383,33	383,33	383,33	
EMISIONES COMPENSADAS PROYECTOS SEIA	Central Termoeléctrica Quintero	2009			227,70	227,70	227,70	227,70	227,70	227,70	227,70	227,70	227,70	227,70	227,70	227,70	
	Central Termoeléctrica Energía Minera	2012						402,62	402,62	402,62	402,62	402,62	402,62	402,62	402,62	402,62	
	Central Térmica RC	2012															
	CENTRAL TERMO NUEVA VENTANAS	2010				0,91	0,96	1,02	1,07	1,13	1,20	1,26	1,33	1,41	1,49	1,57	
	CENTRAL TERMO CAMPICHE	2012				-	-	0,67	0,71	0,75	0,79	0,83	0,88	0,93	0,98	1,03	
	CENTRAL TERMO ENERGIA MINERA	2012				-	-	2,21	2,33	2,46	2,60	2,75	2,90	3,06	3,24	3,42	
	CENTRAL TERMO RC GENERACION	2012				-	-	2,84	3,00	3,17	3,35	3,54	3,73	3,94	4,16	4,40	
	ACOPIO VENTANAS	2007				0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,25	0,26	0,28
	Estanques de Almacenamiento de Grudo T-5101 y T-5107, Terminal Quintero	2008				-	-	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
	TERMINAL GNL QUINTERO - ENAP	2009				0,58	0,62	0,65	0,69	0,72	0,77	0,81	0,85	0,90	0,95	1,01	1,06
EMISIONES DE PROYECTOS SEIA	MOLIENDA CEMENTO MELON	2009			0,12	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	
	4º ESTANQUE	2009			1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1	
	TPI	2006															
	AMPLIACION CAPACIDAD ALMACENAMIENTO	2009															



Ambiosis



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

AÑO OPERACIÓN		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EMISIONES FINALES MP10		1.362,89	1.404,88	1.448,46	1.432,94	1.831,44	1.885,07	1.520,78	1.578,56	1.639,57	1.704,00	1.772,04	1.843,89	1.919,76	1.999,65	2.084,49

Fuente: elaboración propia.

Tabla 163. PROYECCION DE EMISIONES DE NOX CONSIDERANDO EL CONTROL A TRAVÉS DE FILTROS SCR

AÑO OPERACIÓN		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ESCENARIO BASE 2006 - FUENTES INDUSTRIALES		40,09	41,78	43,56	45,45	47,44	49,55	51,77	54,11	56,59	59,21	61,97	64,89	67,97	71,35	74,66
ESCENARIO BASE 2006 - EMISIONES EN BAHIA (EMBARCACIONES)		1.105,26	1.167,15	1.232,52	1.301,54	1.374,42	1.451,39	1.532,67	1.618,50	1.709,13	1.804,84	1.905,92	2.012,65	2.125,35	2.244,37	2.370,06
ESCENARIO BASE 2006 - CODELCO Y GENER		2.617,93	2.617,93	2.617,93	2.617,93	2.617,93	2.617,93	336,36	336,36	336,36	336,36	336,36	336,36	336,36	336,36	336,36
ESCENARIO BASE 2006 - FUENTES MÓVILES		121,91	128,74	135,95	143,56	151,60	160,09	169,05	178,52	188,52	199,07	210,22	221,99	234,43	247,55	261,42
EMISIONES INDUSTRIALES PROYECTADAS SEIA - 2005	Estanques de Almacenamiento de Crudo T-5101 y T-5107 (ENAP)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Terminal de Gas Natural Licuado (GNL) - (ENAP)			1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77
	Terminal de Productos Importados (COPEC)															
	Proyecto Cuarto Estanque de LPG (GASMAR)															
EMISIONES INDUSTRIALES PROYECTADAS SEIA - 2006	QUINTO HORNO DESELENIZACION PLANTA METALES NOBLES VENTANAS (CODELCO)															
	ESTERILIZACION Y DISPOSICION DE RESIDUOS ORGANICOS SÓLIDOS (SUPPLY MARINE SERVICES)			0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	Planta Industrial de Molienda de Cemento (MELON)															
	Cambio de Combustible de la Central Termoeléctrica Nueva Ventanas (GENER)				3.839,36	3.839,36	3.839,36	399,04	399,04	399,04	399,04	399,04	399,04	399,04	399,04	399,04



Ambiosis



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

AÑO OPERACIÓN		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
EMISIONES INDUSTRIALES PROYECTADAS SEIA - 2007	Acopio Ventanas (MELON)		2007														
	Central Termoeléctrica Campiche (GENER)							394,01	394,01	394,01	394,01	394,01	394,01	394,01	394,01	394,01	
	Central Termoeléctrica Quintero (ENDESA)				6.570,00	6.570,00	6.570,00	6.570,00	6.570,00	6.570,00	6.570,00	6.570,00	6.570,00	6.570,00	6.570,00	6.570,00	
	Ampliación de Capacidad de Almacenamiento Terminal Marítimo Quintero (OXIQUIM)		2009														
	Estanque de Alm. Productos Limpios T-5024 (ENAP)		2010														
	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA EL BATO (ENAP)		2010														
	Central Termoeléctrica Energía Minera (ENERGIA MINERA)		2012					4.426,06	4.426,06	4.426,06	4.426,06	4.426,06	4.426,06	4.426,06	4.426,06	4.426,06	
	Nuevas Instalaciones Alto Mantagua (INVERSIONES MONTECARLO)		2010														
	CENTRAL TÉRMICA RC GENERACIÓN (RIO CORRIENTE)		2012					1.873,91	1.873,91	1.873,91	1.873,91	1.873,91	1.873,91	1.873,91	1.873,91	1.873,91	
	Terminal de Gas Natural Licuado (GNL) - ENAP		2009			2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	
EMISIONES COMPENSADAS PROYECTOS SEIA	Planta Industrial de Molienda de Cemento, Ventanas, V Región.		2009														
	Cambio de Combustible de la Central Termoeléctrica Nueva Ventanas		2010			996,60	996,60	996,60	996,60	996,60	996,60	996,60	996,60	996,60	996,60	996,60	
	Central Campiche.		2012														
	Central Quintero		2009														
	Central Energía Minera		2012														
	Central Térmica RC		2012														
	Central Nueva Ventanas		2010			36,37	38,40	40,55	42,83	45,22	47,76	50,43	53,26	56,24	59,39	62,71	
	Central Campiche		2012					26,67	28,16	29,74	31,41	33,16	35,02	36,98	39,05	41,24	
	Central Energía Minera		2012					88,16	93,09	98,31	103,81	109,62	115,76	122,25	129,09	136,32	
	CENTRAL RC GENERACION		2012					113,47	119,82	126,53	133,62	141,10	149,00	157,35	166,16	175,46	
EMISIONES EMBARCACIONES DE PROYECTOS SEIA	ACOPIO VENTANAS		2007			6,03	6,72	7,10	7,49	7,91	8,36	8,82	9,32	9,84	10,39	10,97	
	Est. Almacenamiento de Cruído T-5101 y T-5107, Terminal Quintero		2008					30,43	32,14	33,94	35,84	37,84	39,96	42,20	44,56	47,06	



Ambiosis



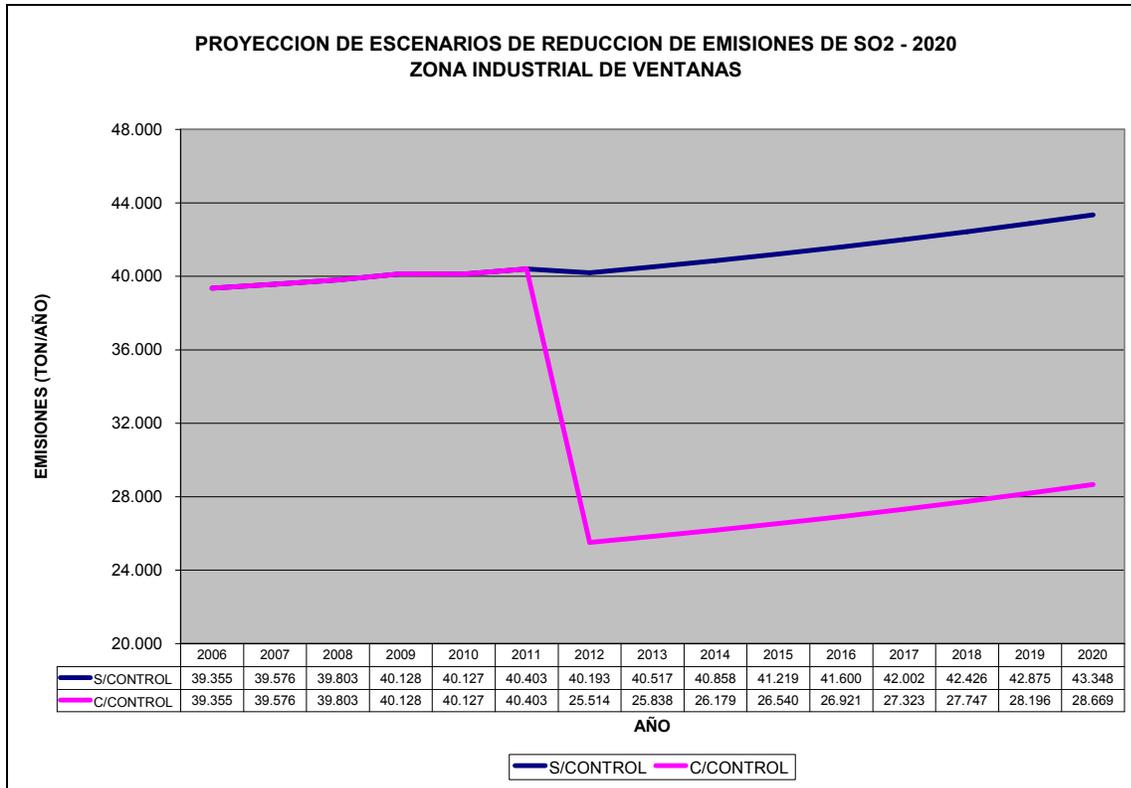
GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

AÑO OPERACIÓN		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
TERMINAL GNL QUINTERO - ENAP	2009				22,93	24,21	25,57	27,00	28,51	30,11	31,80	33,58	35,46	37,44	39,54	41,75
Molienda Cemento Melon	2009				4,64	4,90	5,18	5,47	5,77	6,10	6,44	6,80	7,18	7,58	8,01	8,45
4º ESTANQUE	2009				65,9	69,6	73,5	77,6	82,0	86,6	91,4	96,5	101,9	107,6	113,7	120,0
TPI	2006				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ampliación Capacidad Almacenamiento	2009				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EMISIONES FINALES NOX		3.885,19	3.955,60	4.029,96	10.777,79	13.745,41	13.840,89	15.172,53	15.293,50	15.421,24	15.556,13	15.698,57	15.849,00	16.007,84	16.175,71	16.352,72

Fuente: elaboración propia.

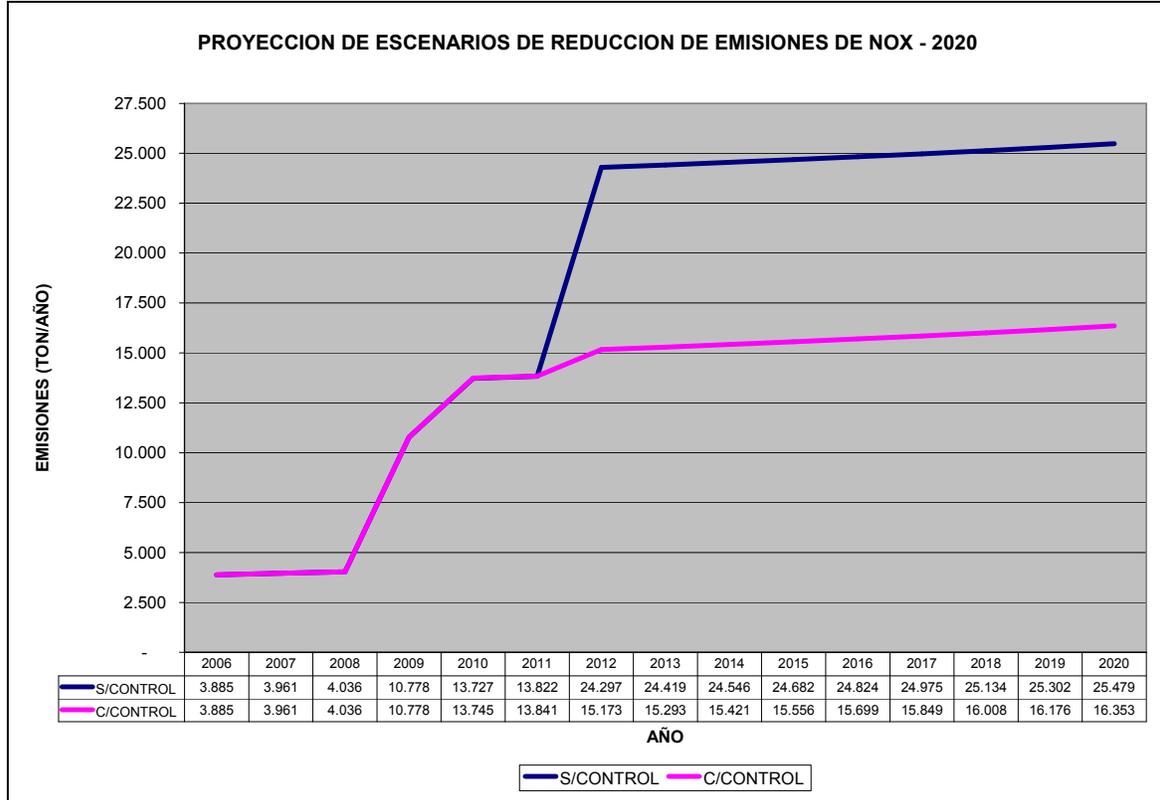
Finalmente los resultados entre la proyección de emisiones en la zona de Ventanas sin cumplimiento de la norma y con cumplimiento de norma se grafican en las siguientes figuras, para MP₁₀, SO₂ y NO_x.

Figura 12. Proyección de Escenarios – Emisiones SO₂ - 2006 – 2020



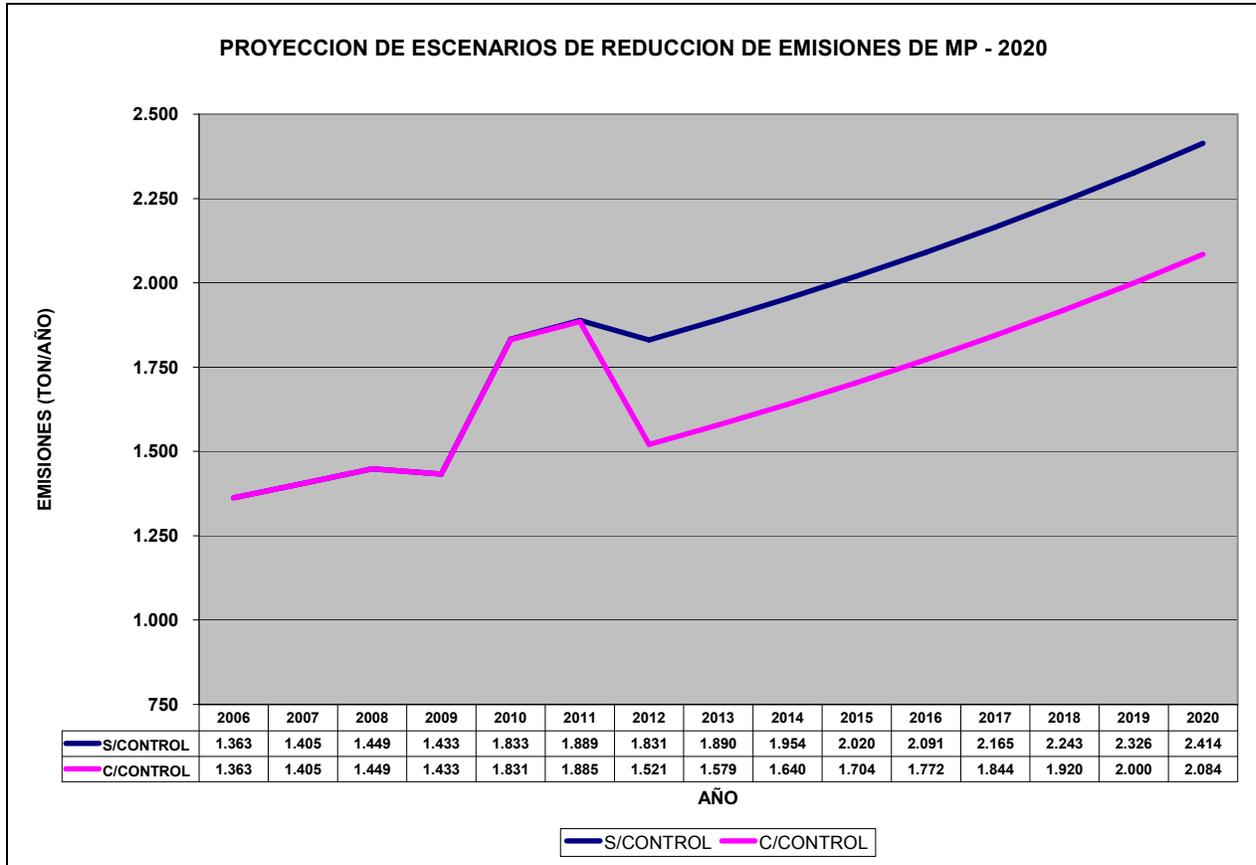
Se observa que con todas las medidas de reducción de emisiones (Tecnológicas y de compensación), las emisiones finales caen casi por debajo del 50% de las emisiones base 2006.

Figura 13. Proyección de Escenarios – Emisiones NO_x - 2006 - 2020



En este caso la mayoría de la reducción de emisiones se debe a la instalación de sistemas SCR de 90% de eficiencia en las centrales termoeléctricas, verificándose grandes reducciones de NO_x, sin embargo los aportes de NO_x por parte de ciertas centrales, así como por parte de las embarcaciones en la bahía son de consideración y no se logra reducir las emisiones a valores menores a los del escenario 2006.

Figura 14. Proyección de Escenarios – Emisiones MP₁₀ - 2006 - 2020



Muy similar al caso de los NO_x, si bien se verifica una reducción de emisiones en el escenario con cumplimiento de las norma de emisión, las emisiones se ven aumentadas respecto del escenario 2006.

6. EVALUACION ECONOMICA DE MEDIDAS

Para la evaluación económica de las medidas se han considerado los costos de implementación requeridos desde el punto de vista del cumplimiento de las empresas y desde el punto de vista público, con los costos de fiscalización requeridos.

Dado que la decisión de que tecnología o alternativa de reducción de emisiones será implementada definitivamente, corresponde a las empresas involucradas, se incluye la



evaluación económica de una alternativa, con el fin de tener un punto de partida en el análisis de los costos privados del cumplimiento de las medidas propuestas.

La evaluación de los costos se realiza mediante el cálculo de éstos por fuente y por medida, en el período 2009-2020. Para ello se obtuvo el Valor Neto Actual del período abarcado, luego, para tales flujos se utilizó la tasa de descuento correspondiente al 8%, esta es la tasa de descuento social que recomienda el Ministerio de Planificación a Noviembre de 2008, este valor fue calculado en el estudio "Actualización de la Tasa Social de Descuento en Chile", realizado por el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile³⁴.

Todos los costos fueron anualizados y convertidos a una única moneda. Para convertir en pesos los valores en Unidades de Fomento y Dólares se utilizó el valor de la UF y del dólar del 17 de Diciembre de 2008, datos a partir de valores del Banco Central de Chile. De la misma manera cuando fue necesario se convirtieron los pesos de otros años utilizando indicadores de IPC y deflatores del PIB.

A continuación se detallan los costos por fuente y medida, mostrando el cálculo y los costos resultantes por año. En cada tabla se señala, para un mejor entendimiento de los contenidos, la fuente y contaminante al que apunta cada medida, el costo asociado y la unidad de medición.

Se distingue en la evaluación de costos, una descripción de las alternativas de control de emisiones de grandes fuentes de emisión, como son las centrales termoeléctricas y los procesos de Codelco Ventanas. En el caso de las centrales termoeléctricas, tal como se señaló anteriormente, las unidades existentes y las proyectadas de AES Gener deben incorporar equipos de control en sus unidades a fin de dar cumplimiento a las normas de emisión de NOx y SO₂ propuestas.

Costo-Efectividad

La costo-efectividad corresponde al índice económico que permite identificar las medidas de reducción de emisiones que cumplen con los objetivos y metas medioambientales planteados por las regulaciones o políticas de gobierno a un costo, comparativamente menor entre las distintas alternativas que se evalúan, permitiendo, de esta forma, generar instancias de control de la contaminación y recuperación de los estados de los componentes del medio ambiente que sean sustentables en el tiempo.

³⁴ Fuente: <http://sni.mideplan.cl/textLayout.asp?token=&unidad=herramientas&seccion=precios-sociales&idlnk=218>



El análisis de costo-efectividad permite comparar distintas alternativas tecnológicas o medidas de gestión que, a un menor costo, permitan dar cumplimiento a las metas propuestas por la autoridad ambiental.

En este capítulo, además de los costos netos de distintas alternativas de control de emisiones de MP y gases, se analizará la costo-efectividad de cada una de ellas, es decir se obtendrá una relación costo (\$)/reducción (Ton/Año) que permita a los tomadores de decisiones planificar la reducción de emisiones al más bajo costo con los mejores resultados para la calidad del aire.

6.1. FUENTES FIJAS INDUSTRIALES

AES GENER S.A.

La siguiente descripción entrega los detalles de costos asociados, tanto al seguimiento de las emisiones, como al control de las mismas, para las unidades 1 y 2 de la Central Ventanas, el proyecto Nueva Ventanas y la Central Campiche.

En el caso del control de las emisiones de SO₂ y NO_x se proyectaron diferentes alternativas de control, evaluando el costo asociado a cada una de ellas.

Adicionalmente se evalúa el costo de reducción de emisiones debido al cambio de combustible en la maquinaria interna de la central Ventanas.

Costos de Medidas de Reducción de Emisiones de SO₂ y NO_x

Para calcular el costo de las diferentes alternativas de control de emisiones, no se utilizaron los Índices de Costo de Control de la Contaminación del Aire de Vavavuk (VAPCCI, en sus siglas en inglés) ni los COST-AIR Spreadsheets, Second Edition, debido a "los cambios obtenidos por la Bureau of Labor Statistics, la Office of Air Quality Planning and Standard (OAQPS) no los soportará, no siendo actualizados por la EPA. En cambio se sugiere utilizar el software Air Compilanse Advisor (ACA) Versión 7.6, disponible en la web de EPA. Este software incorpora totalmente las funciones realizadas por las COST-AIR Spreadsheets y son que mantenidas por la EPA.

Sin embargo este software considera equipos de abatimiento únicamente para material particulado y COV's, dejando fuera las alternativas para SO₂ y NO_x. Para saldar este inconveniente, se recurrió al **CUEcost (Coal Utility Environmental Cost), V. 1.0.**



Esto corresponde a una planilla de cálculo electrónica desarrollada para estimar costos en un amplio orden de magnitud, con un 30% de incertidumbre del costo de capital instalado y costos de operación anualizados.

Está diseñado exclusivamente para la estimación de costos de tecnologías de control instaladas en centrales termoeléctricas a carbón, por lo que se ajusta al caso actual en evaluación. Esta planilla es mantenida por la EPA para su uso según los fines que se estimen pertinentes en <http://www.epa.gov/tncatc1/products.html>.

Cabe señalar que el uso de esta herramienta requiere de un alto nivel de detalle en las variables de diseño de cada unidad y debido a que no se contaba con toda la información técnica necesaria para cada una de ellas, en algunos casos se usaron valores por defecto usados por EPA.

Se evaluaron los siguientes equipos de control para NO_x y SO₂:

Tabla 164. Alternativas de Control de Emisiones Gaseosas

Alternativa	Control de NO _x	Eficiencia (%)	Control de SO ₂	Eficiencia (%)
1	SCR	90	DFGD	90
2	SNCR	70	WFGD	98
3	LNB	60		

Fuente: elaboración propia.

De esa forma, se obtuvieron los costos de adquisición y operación anualizados para cada unidad de generación y para cada alternativa evaluada.

Todos los valores están en millones de pesos chilenos.

Costos de Desulfurización

A continuación se presenta la tabla de costos del sistema de desulfurización de gases:

Tabla 165. Costos de Sistema de Desulfurización de Gases del Tipo Húmedo (WFGD)

WFGD (Eficiencia: 98%)		VENTANAS U1	VENTANAS U2	NUEVA VENTANAS	CAMPICHE
Costos asociados (MM\$)	Unidades				
Gases de escape	m3N/hr	968.400	968.400	936.000	936.000
Potencia Instalada	MW	169	169	267	270
Concentración	mg/m3N	719	849	450	450
Total Inversión	MM\$	\$ 36.139	\$ 36.139	\$ 43.277	\$ 43.456
Amortización a 5 años	MM\$	\$ 8.814	\$ 8.814	\$ 10.555	\$ 10.599
Costo Operación y Mantenimiento	MM\$/AÑO	\$ 12.059	\$ 12.059	\$ 15.221	\$ 15.307
Costo Total	MM\$/AÑO	\$ 20.873	\$ 20.873	\$ 25.776	\$ 25.905

Fuente: elaboración propia.

Tabla 166. Costos de Sistema de Desulfurización de Gases del Tipo Seco (DFGD)

DFGD (Eficiencia: 90%)		VENTANAS U1	VENTANAS U2	NUEVA VENTANAS	CAMPICHE
Costos asociados (MM\$)	Unidades				
Gases de escape	m3N/hr	968.400	968.400	936.000	936.000
	cfm	569.968	569.968	550.898	550.898
Concentración	mg/m3N	719	849	450	450
Total Inversión	MM\$	\$ 29.362	\$ 29.362	\$ 36.356	\$ 36.533
Amortización a 5 años	MM\$	\$ 7.161	\$ 7.161	\$ 8.867	\$ 8.910
Costo Operación y Mantenimiento	MM\$/AÑO	\$ 10.298	\$ 10.298	\$ 13.592	\$ 13.680
Costo Total	MM\$/AÑO	\$ 17.459	\$ 17.459	\$ 22.459	\$ 22.590

Fuente: elaboración propia.

Costos de Desnitrificación

A continuación se presenta la tabla de costos del sistema de desnitrificación de gases:

Tabla 167. Costos de Sistema de Desnitrificación por Reducción Catalítica Selectiva (SCR)

SCR (MM\$)		VENTANAS U1	VENTANAS U2	NUEVA VENTANAS	CAMPICHE
Eficiencia: 90%	Unidades				
Caudal	m3/hr	968.400	968.400	936.000	936.000
Potencia Caldera	MW	169	169	267	270
Total Inversión	MM\$	\$ 11.212	\$ 11.212	\$ 15.819	\$ 15.941
Amortización @ 5 años	MM\$	\$ 2.734	\$ 2.734	\$ 3.858	\$ 3.888
Costo Operación y Mantención	MM\$/AÑO	\$ 3.882	\$ 3.882	\$ 5.817	\$ 5.870
Costo Total Anual	MM\$/AÑO	\$ 6.616	\$ 8.211	\$ 9.675	\$ 9.758

Fuente: elaboración propia.

Tabla 168. Costos de Sistema de Desnitrificación por Reducción Catalítica No Selectiva (SNCR)

SNCR (MM\$)		VENTANAS U1	VENTANAS U2	NUEVA VENTANAS	CAMPICHE
Eficiencia: 70%	Unidades				
Caudal	m3/hr	968.400	968.400	936.000	936.000
Potencia Caldera	MW	169	169	267	270
Total Inversión	MM\$	\$ 1.522	\$ 1.522	\$ 2.071	\$ 2.086
Amortización @ 5 años	MM\$	\$ 371	\$ 371	\$ 505	\$ 509
Costo Operación y Mantención	MM\$/AÑO	\$ 2.657	\$ 2.657	\$ 4.125	\$ 4.170
Costo Total Anual	MM\$/AÑO	\$ 3.028	\$ 3.028	\$ 4.631	\$ 4.679

Fuente: elaboración propia.

Tabla 169. Costos de Sistema de Reducción de Generación de NOX a través de Quemadores de Bajo NOX (LNB, Low NOX Burners)

LNB (MM\$)		VENTANAS U1	VENTANAS U2	NUEVA VENTANAS	CAMPICHE
Eficiencia: 60%	Unidades				
Caudal	m3/hr	968.400	968.400	936.000	936.000
Potencia Caldera	MW	169	169	267	270
Total Inversión	MM\$	\$ 12.228	\$ 12.228	\$ 2.686	\$ 2.716
Amortización @ 5 años	MM\$	\$ 2.982	\$ 2.982	\$ 655	\$ 662
Costo Operación y Mantención	MM\$/AÑO	\$ 3.001	\$ 3.001	\$ 659	\$ 667
Costo Total Anual	MM\$/AÑO	\$ 5.983	\$ 5.983	\$ 1.314	\$ 1.329

Fuente: elaboración propia.

En este caso se observa una diferencia entre los costos anualizados y de inversión entre las unidades 1 y 2 de Central Ventanas respecto de las otras centrales proyectadas, evidenciándose que las primeras presentan un costo mayor asociado a la instalación de LNB, esto se debe a que dentro de las restricciones se consideró una alta dificultad de retrofit (reacondicionamiento) de las unidades existentes, lo que hace que el costo de operación y especialmente el de adquisición sea comparativamente más alto que las otras unidades, aunque estas últimas sean de una mayor potencia instalada.

Costos de Medidas de Seguimiento y otras medidas de reducción de emisiones.

Las medidas asociadas a AES GENER S.A se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 170. Medidas y Costos Anuales de AES GENER S.A.

AES GENER				
FUENTE	CONTAMINANTE	MEDIDA	COSTO ANUAL	UNIDAD DE MEDIDA
Unidad 1	PTS	Monitoreo puntual de PTS	25	UF
Unidad 2	PTS	Monitoreo puntual de PTS	25	UF
Unidad 1	SO ₂	Monitoreo puntual de SO ₂	25	UF
Unidad 2	SO ₂	Monitoreo puntual de SO ₂	25	UF
Unidad 1	NO ₂	Monitoreo puntual de NO ₂	25	UF
Unidad 2	NO ₂	Monitoreo puntual de NO ₂	25	UF
Nuevas unidades de la Central Nueva Ventanas	PTS	Monitoreo puntual de PTS	25	UF
Nuevas unidades de la Central Campiche	PTS	Monitoreo puntual de PTS	25	UF
Nuevas unidades de la Central Nueva Ventanas	SO ₂	Monitoreo puntual de SO ₂	25	UF
Nuevas unidades de la Central Campiche	SO ₂	Monitoreo puntual de SO ₂	25	UF
Nuevas unidades de la Central Nueva Ventanas	NO ₂	Monitoreo puntual de NO ₂	25	UF
Nuevas unidades de la Central Campiche	NO ₂	Monitoreo puntual de NO ₂	25	UF
Ventana Unidad 1	Hg	Monitoreo puntual de Hg	140	UF
Ventana Unidad 2	Hg	Monitoreo puntual de Hg	140	UF
Nuevas unidades de la Central Nueva Ventanas	Hg	Monitoreo puntual de Hg	140	UF
Nuevas unidades de la Central Campiche	Hg	Monitoreo puntual de Hg	140	UF
Maquinaria de la cancha		Revisiones técnicas 2 veces al año	298	UF
Maquinaria de la cancha		Registro de la Maquinaria	10.000.000	\$
Maquinaria de la cancha		Cambio de combustible diesel de bajo contenido de azufre, similar al utilizado en la Región Metropolitana.	525.711	\$

Fuente: Elaboración Propia

Los costos asociados a las medidas de monitoreo puntual para las unidades 1 y 2 de Ventanas, para Nueva Ventanas y Campiche, considerando las mediciones de PTS, NO₂ y SO₂, corresponden en total a 25 UF por año.³⁵

³⁵ Cotización de empresa CODEL International.



El costo asociado para las mismas fuentes pero en relación al Mercurio es de 140 UF³⁶, en dicho muestreo se analiza el mercurio bajo la norma EPA 29 a cada fuente fija en análisis.

El total del costo incluye los equipos de medición, materiales de seguridad, reactivos, traslados de muestras hacia laboratorios, instalación de laboratorio en cada planta, asesoría permanente en análisis químicos y control de calidad, horas de técnicos, análisis en laboratorio y procesamiento de la información, entre otros.

Para las medidas asociadas a la maquinaria de la cancha, en relación a revisiones técnicas dos veces por año, se consideraron las 6 maquinarias que pertenecen a AES GENER, a un costo anual de 1 UF correspondiente al costo de la revisión, 0,5 UF el traslado y 23 UF las mantenciones, lo que corresponde a un costo total de 298 UF. Respecto al registro de maquinarias que deben implementar, se estimó un costo de \$10.000.000 de pesos³⁷.

Respecto al cambio de combustible diesel a uno de bajo contenido de azufre, se calculó la diferencia entre los valores del combustible Diesel Ciudad, de la Región Metropolitana (443,85 US\$/m³), y Diesel B de la Región de Valparaíso (439,77 US\$/m³), esto por el consumo de AES GENER que corresponde a 171,42 Ton/Año en dichos combustibles. Los valores de los combustibles corresponden al 23 de Diciembre de 2008, datos obtenidos desde ENAP.

A continuación se presentan los costos por año, desde 2009 a 2020. Se debe tener en consideración que la evaluación de los costos no comienza uniformemente el año 2009, dado que hay fuentes que comienzan a operar entre el 2010 y 2012, por lo que sus costos son evaluados desde los años correspondientes de puesta en marcha.

En el Anexo 1 se presentan las planillas con las variables consideradas en el cálculo de costos.

³⁶ Cotización de empresa AIRON S.A.

³⁷ Estimación propia de costo en base a experiencia en desarrollo de sistemas ambientales.



Ambiosis



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

Tabla 171. Consolidado Proyección Costos Termoeléctricas - Ventanas, 2009-2020, en Millones de Pesos 2008

AES GENER S.A. - Central Ventanas.	MEDIDA	FUENTE	2.009	2.010	2.011	2.012	2.013	2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	VALOR PRESENTE
2009	Monitoreo puntual de PTS	Unidad 1	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	\$ 4,37
2009	Monitoreo puntual de PTS	Unidad 2	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	\$ 4,37
2009	Monitoreo puntual de SO2	Unidad 1	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	\$ 4,37
2009	Monitoreo puntual de SO2	Unidad 2	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	\$ 4,37
2009	Monitoreo puntual de NO2	Unidad 1	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	\$ 4,37
2009	Monitoreo puntual de NO2	Unidad 2	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	\$ 4,37
2010	Monitoreo puntual de PTS	Nuevas unidades de la Central Nueva Ventanas	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	\$ 3,63
2012	Monitoreo puntual de PTS	Nuevas unidades de la Central Campiche		0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	\$ 3,35
2010	Monitoreo puntual de SO2	Nuevas unidades de la Central Nueva Ventanas	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	\$ 3,63
2012	Monitoreo puntual de SO2	Nuevas unidades de la Central Campiche		0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	\$ 3,35
2010	Monitoreo puntual de NO2	Nuevas unidades de la Central Nueva Ventanas	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	\$ 3,63
2012	Monitoreo puntual de NO2	Nuevas unidades de la Central Campiche		0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	\$ 3,35
2010	Monitoreo puntual de Hg	Nuevas unidades de la Central Nueva Ventanas	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	\$ 25,63
2012	Monitoreo puntual de Hg	Nuevas unidades de la Central Campiche		3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	\$ 22,34
2009	Monitoreo puntual de Hg	Ventana Unidad 1	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	\$ 29,10
2009	Monitoreo puntual de Hg	Ventana Unidad 2	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	\$ 29,10
2009	Desulfurización: WFGD SOX	Ventana Unidad 1	23.588	23.588	23.588	23.588	23.588	14.574	14.574	14.574	14.574	14.574	14.574	14.574	\$ 157.486,33
2009	Desulfurización: WFGD SOX	Ventana Unidad 2	23.588	23.588	23.588	23.588	23.588	14.574	14.574	14.574	14.574	14.574	14.574	14.574	\$ 157.486,33
2010	Desulfurización: WFGD SOX	Nueva Ventanas	29.944	29.944	29.944	29.944	29.944	30.115	30.115	30.115	30.115	30.115	30.115	30.115	\$ 180.026,84
2012	Desulfurización: WFGD SOX	Campiche		30.115	30.115	30.115	30.115	30.115	30.115	30.115	30.115	30.115	30.115	30.115	\$ 163.851,35
2009	Desulfurización:DFGD SOX	Ventana Unidad 1	17.459	17.459	17.459	17.459	17.459	10.298	10.298	10.298	10.298	10.298	10.298	10.298	\$ 114.691,05
2009	Desulfurización:DFGD SOX	Ventana Unidad 2	17.459	17.459	17.459	17.459	17.459	10.298	10.298	10.298	10.298	10.298	10.298	10.298	\$ 114.691,05
2010	Desulfurización:DFGD SOX	Nueva Ventanas	22.459	22.459	22.459	22.459	22.590	22.590	22.590	22.590	22.590	22.590	22.590	22.590	\$ 132.434,03
2012	Desulfurización:DFGD SOX	Campiche		22.459	22.459	22.459	22.590	22.590	22.590	22.590	22.590	22.590	22.590	22.590	\$ 121.033,00
2009	Desnitrificación:SCR NOX	Ventana Unidad 1	6.616	6.616	6.616	6.616	6.616	3.882	3.882	3.882	3.882	3.882	3.882	3.882	\$ 43.384,38
2009	Desnitrificación:SCR NOX	Ventana Unidad 2	6.616	6.616	6.616	6.616	6.616	3.882	3.882	3.882	3.882	3.882	3.882	3.882	\$ 43.384,38
2010	Desnitrificación:SCR NOX	Nueva Ventanas	9.675	9.675	9.675	9.675	9.675	9.675	9.675	9.675	9.675	9.675	9.675	9.675	\$ 56.932,76
2012	Desnitrificación:SCR NOX	Campiche		9.675	9.675	9.675	9.675	9.675	9.675	9.675	9.675	9.675	9.675	9.675	\$ 52.192,14
2009	Desnitrificación:SNCR NOX	Ventana Unidad 1	3.028	3.028	3.028	3.028	3.028	2.657	2.657	2.657	2.657	2.657	2.657	2.657	\$ 23.227,34
2009	Desnitrificación:SNCR NOX	Ventana Unidad 2	3.028	3.028	3.028	3.028	3.028	2.657	2.657	2.657	2.657	2.657	2.657	2.657	\$ 23.227,34
2010	Desnitrificación:SNCR NOX	Nueva Ventanas	4.631	4.631	4.631	4.631	4.631	4.125	4.125	4.125	4.125	4.125	4.125	4.125	\$ 31.467,76
2012	Desnitrificación:SNCR NOX	Campiche		4.631	4.631	4.631	4.631	4.125	4.125	4.125	4.125	4.125	4.125	4.125	\$ 28.079,34
2009	Desnitrificación:LINE NOX	Ventana Unidad 1	5.983	5.983	5.983	5.983	5.983	3.001	3.001	3.001	3.001	3.001	3.001	3.001	\$ 37.282,61
2009	Desnitrificación:LINE NOX	Ventana Unidad 2	5.983	5.983	5.983	5.983	5.983	3.001	3.001	3.001	3.001	3.001	3.001	3.001	\$ 37.282,61
2010	Desnitrificación:LINE NOX	Nueva Ventanas	1.314	1.314	1.314	1.314	1.314	1.314	1.314	1.314	1.314	1.314	1.314	1.314	\$ 7.321,46
2012	Desnitrificación:LINE NOX	Campiche		1.314	1.314	1.314	1.314	1.314	1.314	1.314	1.314	1.314	1.314	1.314	\$ 6.609,09
2009	Revisiones técnicas 2 veces al año	Maquinaria de la cancha	6,39	6,39	6,39	6,39	6,39	6,39	6,39	6,39	6,39	6,39	6,39	6,39	\$ 51,98
2009	Registro de la Maquinaria	Maquinaria de la cancha	10,00												\$ 10,00
2010	Cambio de combustible diesel de bajo contenido de azufre, similar al utilizado en la Región Metropolitana.	Maquinaria de la cancha		0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	\$ 3,75

Fuente: Elaboración Propia



CODELCO – División Ventanas



Costos de Medidas de Reducción de Emisiones de MP

Las medidas de control de emisiones de MP están orientadas a las siguientes unidades de procesos de la fundición:

- Planta de Secado
- Horno Troff
- Horno Basculante
- Horno Eléctrico
- Chimenea CPS
- Horno RAF

Para cada caso se evaluaron dos alternativas de tecnologías de control: Precipitadores Electroestáticos y Filtros Manga.

La metodología usada corresponde al uso del Software "Air Compílanse Advisor" (ACA), desarrollado para la EPA y que reemplaza los VAPCCI usados históricamente para el cálculo de los costos de adquisición y operación de equipos de control, tal como se señaló anteriormente.

Las variables por unidad de emisión ingresadas para el cálculo de costos de control son las siguientes:

VARIABLES ACA	Planta de Secado	Horno Basculante	Horno Reverbero RAF	Horno Eléctrico	Horno Troff	Chimenea CPS
Norma MP (mg/Nm3)	50	50	50	50	50	50
Eficiencia Teórica (%)	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%
Eficiencia Necesaria para la Norma (%)	93,9%	80,4%	86,2%	78,0%	87,9%	49,8%
Tipo de Polvo	Fly Ash	Metal Powders	Metal Powders	Metal Powders	Metal Powders	Metal Powders
% Humedad	15,1%	1,6%	1,3%	1,6%	0,1%	1,6%
% Opacidad	EPA	EPA	EPA	EPA	EPA	EPA
% Contenido O2	19,4%	19,9%	17,8%	19,3%	19,4%	19,5%
Presión (atm)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Temperatura (°C)	116,00	124,00	262,00	259,00	185,00	46,00
Temperatura (°K)	389,15	397,15	535,15	532,15	458,15	319,15
Caudal (Nm3/hr)	42.290,80	39.522,75	31.521,95	66.926,62	9.293,11	21.067,83
Caudal (Nm3/min)	704,85	658,71	525,37	1.115,44	154,89	351,13
Concentración MP (mg/Nm3)	820,41	255,71	362,26	226,94	412,90	99,68
Concentración MP (kg/m3N)	0,00082	0,00026	0,00036	0,00023	0,00041	0,00010
Tasa de Interés	8%	8%	8%	8%	8%	8%
Estimación de Costo Escalado a (mes/año)	ene-09	ene-09	ene-09	ene-09	ene-09	ene-09
Costo de Operación (USD/hr)	\$ 1,87	\$ 1,87	\$ 1,87	\$ 1,87	\$ 1,87	\$ 1,87
Costo de Mantenición (USD/hr)	EPA	EPA	EPA	EPA	EPA	EPA
Precio Medio Nudo (Ch\$/kW-hr)	\$ 52,49	\$ 52,49	\$ 52,49	\$ 52,49	\$ 52,49	\$ 52,49
Costo Electricidad (USD/kw-hr)	\$ 0,08	\$ 0,08	\$ 0,08	\$ 0,08	\$ 0,08	\$ 0,08
Costo de Agua Refrigeración (USD/kgal)	EPA	EPA	EPA	EPA	EPA	EPA
Costo Disposición Agua (USD/kgal)	EPA	EPA	EPA	EPA	EPA	EPA
Costo de Vapor (USD/klb)	EPA	EPA	EPA	EPA	EPA	EPA
Costo Disposición Cenizas (USD/ton)	\$ 40,00	\$ 40,00	\$ 40,00	\$ 40,00	\$ 40,00	\$ 40,00
Costo Gas Natural (USD/ft3)	EPA	EPA	EPA	EPA	EPA	EPA

Fuentes: (1) Mediciones Isocinéticas Primer Semestre 2007, Codelco División Ventanas. (2) CNE. (3) Air Compliance Advisor, Versión 7.6. EPA.

El software ACA, entrega los resultados de costos para los siguientes equipos de control:

Tabla 172. Equipos de Control de MP, ACA Software

FILTRO MANGA - PULSE JET COMMON HOUSED
FILTRO MANGA - PULSE JET MODULAR HOUSED
FILTRO MANGA - LARGE, CUSTOM PULSE JET
FILTRO MANGA - SHAKER INTERMITTENT
FILTRO MANGA - SHAKER CONTINUOUS
FILTRO MANGA - REVERSE AIR
FILTRO MANGA - LARGE, CUSTOM REVERSE AIR
PRECIPITADORES ELECTROESTATICOS - DRY FLAT PLATE
PRECIPITADORES ELECTROESTATICOS - DRY PLATE & WIRE
PRECIPITADORES ELECTROESTATICOS - LARGE, CUSTOM PLATE-

Fuente: elaboración propia.

Para el caso de Codelco se eligieron los siguientes equipos:

- Filtro de Mangas – Pulse Jet Common Housed
- Precipitador Electroestático de Placa Alambre, Seco.

Tabla 173. Costo de Filtro Manga Tipo Chorro Pulsante (Jet Pulse) de Caja Común

1.1.- FILTRO MANGA - PULSE JET COMMON HOUSED		TROFF	CH. CPS	RAF	H. BASCULANTE	PTA. SECADO	HE
Costos asociados	Unidades	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal
Gases de escape	m3/hr	3.781	29.917	33.367	40.002	44.891	65.305
	ft3/min	2.226	17.608	19.639	23.544	26.421	38.436
Concentración MP	mg/m3N	413	99,7	362	256	820	227
Tipo de Polvo		Metal Powder	Metal Powder	Metal Powder	Metal Powder	Rock Dust	Metal Powder
Costo de Adquisición del Equipo	MM\$	\$ 46,43	\$ 32,03	\$ 79,76	\$ 51,92	\$ 51,80	\$ 199,93
Total Inversión	MM\$	\$ 100,75	\$ 69,50	\$ 173,08	\$ 112,67	\$ 112,41	\$ 433,86
Amortización a 5 años	MM\$/ANO	\$ 24,57	\$ 16,95	\$ 42,21	\$ 27,48	\$ 27,42	\$ 105,81
Costo Operación y Mantención	MM\$/ANO	\$ 69,62	\$ 61,75	\$ 93,11	\$ 84,55	\$ 91,63	\$ 160,49
Costo Total	MM\$/ANO	\$ 94,19	\$ 78,70	\$ 135,33	\$ 112,03	\$ 119,04	\$ 266,30

Fuente: elaboración propia.

Tabla 174. Costo Precipitador Electroestático Seco Placa-Alambre

2.2.- PRECIPITADORES ELECTROESTÁTICOS - DRY PLATE & WIRE		TROFF	CH. CPS	RAF	H. BASCULANTE	PTA. SECADO	HE
Costos asociados	Unidades	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal	Caudal
Gases de escape	m3/hr	3.781	29.917	33.367	40.002	44.891	65.305
	ft3/min	2.226	17.608	19.639	23.544	26.421	38.436
Concentración MP	mg/m3N	413	99,7	362	256	820	227
Costo de Adquisición del Equipo	USD	\$ 473,56	\$ 253,96	\$ 749,58	\$ 749,58	\$ 1.195,33	\$ 3.795,63
Total Inversión	USD	\$ 1.060,78	\$ 568,86	\$ 1.679,06	\$ 1.679,06	\$ 2.626,09	\$ 8.502,21
Amortización a 5 años	USD/ANO	\$ 258,71	\$ 138,74	\$ 409,51	\$ 409,51	\$ 640,48	\$ 2.073,61
Costo Operación y Mantenimiento	USD/ANO	\$ 186,18	\$ 102,59	\$ 300,52	\$ 300,52	\$ 1.523,83	\$ 1.603,36
Costo Total	USD/ANO	\$ 444,90	\$ 241,33	\$ 710,03	\$ 710,03	\$ 2.164,31	\$ 3.676,97

Fuente: elaboración propia.

Costos de Medidas de Seguimiento y otras medidas de reducción de emisiones.

Las medidas asociadas a CODELCO-División Ventanas, se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 175. Medidas y Costos Anuales de Codelco

CODELCO				
FUENTE	CONTAMINANTE	MEDIDA	COSTO ANUAL	UNIDAD DE MEDIDA
Planta de Secado	MP	Monitoreo continuo de MP	1.218	UF
	NO2 Y SO2	Monitoreo continuo de NOx y SOx	1.553	UF
Horno Basculante, Horno Reverbero RAF, Horno Tostador de Selenio – Planta de Metales Nobles, Horno Eléctrico, Horno Troff y Calderas:	PTS	Monitoreo Puntual de PTS	225	UF
Planta de ácido y chimenea de convertidores	SO2	Monitoreo Continuo de SO2	1.553	UF
Para Polvo Resuspendido generado por el tránsito en caminos pavimentados		Implementación de plan de mantención y mejoras en la carpetas de las vías de tránsito de camiones en los ingresos y egresos.	31.531.742	\$
Para Polvo Resuspendido generado por el tránsito en caminos pavimentados		Implementación de un programa de aspirado del polvo	127.200.000	\$
Para Polvo Resuspendido generado por el tránsito en caminos pavimentados		Implementación de un programa de seguimiento de la eficiencia de aspirado, (medición Slit antes y después, 10 muestras al mes)	774,00	UF
Para Polvo Resuspendido generado por el tránsito en caminos sin pavimentar		Pavimentación o mejoramiento de carpetas.	302.179.193	\$
Maquinaria Interna		Revisiones técnicas 2 veces por año	2.133	UF
Maquinaria Interna		Registro de la Maquinaria	10.000.000	\$
Maquinaria Interna		Cambio de combustible diesel de bajo contenido de azufre, similar al utilizado en la Región Metropolitana.	2.964.775	\$
Generadores eléctricos.		Medicion puntual de generadores eléctricos	50	UF
Patio de intermedios.		Encapsulamiento de molienda, harneado y transporte de productos intermedios.	1.550.000	USD
Para Polvo Resuspendido generado por el tránsito en caminos sin pavimentar		Pavimentación o mejoramiento de carpetas con Bischofita.	644.000	USD

Fuente: Elaboración Propia

Las medidas asociadas a la planta de secado de CODELCO- División Ventanas, tienen relación con Monitoreo Continuo extra de Material Particulado, NOx y SOx, el que corresponde en su conjunto a 2.770 UF³⁸.

Respecto al monitoreo puntual, una vez al año, asociados al Horno Basculante, Horno Reverbero RAF, Horno Tostador de Selenio – Planta de Metales Nobles, Horno Eléctrico,

³⁸ En base a cotización CODEL International.



Horno Troff y Calderas, se estimó un costo de 25 UF por cada una de las 9 fuentes, resultando un costo total de 225 UF³⁹.

Las medidas asociadas a la planta de ácido y chimenea de convertidores están en relación con los costos de monitoreo puntual de SO₂, el costo estimado es de 1.553 UF.

Para las medidas relacionadas con el polvo resuspendido generado por el tránsito en caminos se estimó el costo de mejoras de pavimentación a partir de datos del Ministerio de Obras Públicas por los kilómetros a pavimentar⁴⁰, que corresponden a 0,12 kilómetros a \$MM 263 de pesos el kilómetro, lo que resulta en un costo de aproximadamente \$MM 31,5 de pesos. También para el polvo resuspendido se consideró el costo de implementación de un camión de aspirado Johnston y la mantención del mismo, el costo asociado es de \$127MM de pesos, correspondiendo a 120.000.000 el costo de inversión y 7.200.00 el costo de operación anual, luego para el seguimiento de la eficiencia de aspirado se estimó la medición de Silt antes y después, considerando 10 Muestras mensuales con un costo anual de aproximadamente 774 UF, las que en detalle corresponde a granulometría seca a 0,5 UF, granulometría por vía húmeda a 1,5 UF, contenido de humedad con un costo de 0,15 UF y muestreo y certificación con un valor de 4,3 UF. Los datos de mediciones Silt fueron en base a cotizaciones del DICTUC, División Ingeniería Estructural y Geotécnica, Área Ingeniería Geotécnica⁴¹.

En relación a las calles sin pavimentar se calcularon dos alternativas: asfalto y bischofita; el primero resultó en un costo de \$302 MM de pesos correspondiente a 1,15 kilómetros a un costo promedio \$263 millones de pesos el kilómetro, mientras que la bischofita resultó en un costo de aproximadamente \$410 MM de pesos considerando los costos de dosis inicial como las mantenciones mensuales.

La bischofita tiene un costo de 35 dólares la tonelada, el costo de la dosis inicial de USD 210, compuestos de una dosis de 3 kg/m² y la mantención correspondiente a USD 350 compuestos de 10 dosis anuales de 1 kg/m² por los 1.150 metros cuadrados a considerar en Codelco.

³⁹ En base a cotización CODEL International.

⁴⁰ Dichos datos se basaron en el promedio de obras de pavimentación del MOP, la pagina utilizada para dichos cálculos es: http://dirplan.mop.cl/presupuesto/doc_presupuesto/contratos_adjudicados/2007/febrero2007.pdf

⁴¹ Cotización realizada para División de Ingeniería Química y Bioprocesos para Sector Quinteros-Ventanas, en Marzo de 2007.



Los datos del asfalto fueron obtenidos del MOP⁴², mientras que los de la Bischofita corresponden a un estudio de "Evaluación de la bischofita como riego supresor de polvo" de CODELCO, DICTUC Y SALMAG⁴³.

Se estimó, también, un costo de 50 UF anuales para el monitoreo puntual de los generadores eléctricos.

Se estimó el valor de revisión técnica dos veces por año, contabilizando los valores anuales de la mantención (23 UF), traslado (0,5 UF) y valor de la revisión técnica (1 UF) por las 43 máquinas, lo que resulta en un costo de 2.133 UF. El costo de registro de la maquinaria es de \$10 MM de pesos⁴⁴.

Respecto al cambio de combustible diesel a uno de bajo contenido de azufre, se calculó la diferencia entre los valores del combustible Diésel A, de la Región Metropolitana (443,85 US\$/M3) y Diésel B de regiones (439,77 US\$/m³), esto por el consumo de CODELCO que corresponde a 966,7 Ton/Año en dichos combustibles, lo que resulta en un costo total anual de aproximadamente \$3.000.000 de pesos. Los valores de los combustibles corresponden al 23 de Diciembre de 2008, datos obtenidos desde ENAP.

Se consideró asimismo, el costo de un encapsulamiento de molienda, harneado y transporte de productos intermedios, con un costo de USD 1.500.00 entre encapsulamiento y filtro de mangas. Valores obtenidos a partir de experiencia de Polpaico.

A continuación se muestran los costos por año, en millones de pesos.

⁴² Datos basados en el promedio de obras de pavimentación del MOP, la pagina utilizada para dichos cálculos es: http://dirplan.mop.cl/presupuesto/doc_presupuesto/contratos_adjudicados/2007/febrero2007.pdf

⁴³ Fuente: http://www.simin.cl/simin2005/presentaciones/24_-_17_30_-_PROYECTO_EVALUACION_DE_LA_BISCHOFITA_COMO_RIEGO_SUPRESOR_DE_POLVO.pdf

⁴⁴ Estimación propia de costo en base a experiencia en desarrollo de sistemas ambientales.

Tabla 176. Proyección Costos CODELCO 2009-2020, en Millones pesos 2008

CODELCO División Ventanas	MEDIDA	FUENTE	2.009	2.010	2.011	2.012	2.013	2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	VALOR PRESENTE
2009	Monitoreo continuo de MP, NOx y SO2	Planta de Secado	59,47	59,47	59,47	59,47	59,47	59,47	59,47	59,47	59,47	59,47	59,47	59,47	\$ 484,03
2009	Monitoreo Puntual de PTS	Horno Basculante, Horno Reverbero RAF, Horno Tostador de Selenio – Planta de Metales Nobles, Horno Eléctrico, Horno Troff y Calderas.	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	\$ 39,30
2009	Monitoreo Continuo de SO2	Planta de ácido y chimenea de convertidores	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	\$ 271,28
2009	Implementación de plan de mantención y mejoras en la carpetas de las vías de tránsito de camiones en los ingresos y egresos.	Para Polvo Resuspendido generado por el tránsito en caminos pavimentados	31,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$ 31,53
2009	Implementación de un programa de aspirado del polvo. Costo Inversión	Para Polvo Resuspendido	120,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$ 120,00
2009	Implementación de un programa de aspirado del polvo. Costo Operación	Para Polvo Resuspendido	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	\$ 58,60
2009	Implementación de un programa de seguimiento de la eficiencia de aspirado (medición Silt antes y después)	Para Polvo Resuspendido	16,61	16,61	16,61	16,61	16,61	16,61	16,61	16,61	16,61	16,61	16,61	16,61	\$ 135,20
2009	Pavimentación o mejoramiento de carpetas. Asfalto	Para Polvo Resuspendido: caminos sin pavimentar	302,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$ 302,18
2009	Revisiones técnicas 2 veces por año	Maquinaria Interna	45,77	45,77	45,77	45,77	45,77	45,77	45,77	45,77	45,77	45,77	45,77	45,77	\$ 372,51
2009	Registro de la Maquinaria	Maquinaria Interna	10,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$ 10,00
2009	Cambio de combustible diesel de bajo contenido de azufre, similar al utilizado en la Región Metropolitana.	Maquinaria Interna	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	\$ 24,13
2009	Medición puntual de generadores eléctricos	Generadores eléctricos.	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	\$ 8,73
2009	Encapsulamiento de molinenda, harneado y transporte de productos intermedios.	Patio de intermedios.	988,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$ 988,96
2009	Pavimentación o mejoramiento de carpetas con Bischoffia. Costo Inversión	Para Polvo Resuspendido: caminos sin pavimentar	154,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$ 154,09
2009	Pavimentación o mejoramiento de carpetas con Bischoffia: Costo Operación	Para Polvo Resuspendido: caminos sin pavimentar	256,81	256,81	256,81	256,81	256,81	256,81	256,81	256,81	256,81	256,81	256,81	256,81	\$ 2.090,18

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 177. Proyección Costos CODELCO 2009-2020, en Millones pesos 2008

CODELCO División Ventanas	MEDIDA	FUENTE	2.009	2.010	2.011	2.012	2.013	2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	VALOR PRESENTE
2009	Filtro manga - pulse jet common housed	TROFF	94,19	94,19	94,19	94,19	94,19	69,62	69,62	69,62	69,62	69,62	69,62	69,62	\$ 672,59
2009	Filtro manga - pulse jet common housed	CH. CPS	78,70	78,70	78,70	78,70	78,70	61,75	61,75	61,75	61,75	61,75	61,75	61,75	\$ 575,71
2009	Filtro manga - pulse jet common housed	RAF	135,33	135,33	135,33	135,33	135,33	93,11	93,11	93,11	93,11	93,11	93,11	93,11	\$ 939,68
2009	Filtro manga - pulse jet common housed	H. BASCULANTE	112,03	112,03	112,03	112,03	112,03	84,55	84,55	84,55	84,55	84,55	84,55	84,55	\$ 806,61
2009	Filtro manga - pulse jet common housed	PTA. SECADO	119,04	119,04	119,04	119,04	119,04	91,63	91,63	91,63	91,63	91,63	91,63	91,63	\$ 863,96
2009	Filtro manga - pulse jet common housed	HE	266,30	266,30	266,30	266,30	266,30	160,49	160,49	160,49	160,49	160,49	160,49	160,49	\$ 1.762,50
2009	Precipitadores electrostáticos - dry plate & wire	TROFF	444,90	444,90	444,90	444,90	444,90	186,18	186,18	186,18	186,18	186,18	186,18	186,18	\$ 2.630,93
2009	Precipitadores electrostáticos - dry plate & wire	CH. CPS	241,33	241,33	241,33	241,33	241,33	102,59	102,59	102,59	102,59	102,59	102,59	102,59	\$ 1.433,25
2009	Precipitadores electrostáticos - dry plate & wire	RAF	710,03	710,03	710,03	710,03	710,03	300,52	300,52	300,52	300,52	300,52	300,52	300,52	\$ 4.211,79
2009	Precipitadores electrostáticos - dry plate & wire	H. BASCULANTE	710,03	710,03	710,03	710,03	710,03	300,52	300,52	300,52	300,52	300,52	300,52	300,52	\$ 4.211,79
2009	Precipitadores electrostáticos - dry plate & wire	PTA. SECADO	2.164,31	2.164,31	2.164,31	2.164,31	2.164,31	1.523,83	1.523,83	1.523,83	1.523,83	1.523,83	1.523,83	1.523,83	\$ 15.164,19
2009	Precipitadores electrostáticos - dry plate & wire	HE	3.676,97	3.676,97	3.676,97	3.676,97	3.676,97	1.603,36	1.603,36	1.603,36	1.603,36	1.603,36	1.603,36	1.603,36	\$ 21.991,38

Fuente: Elaboración Propia



Ambiosis

COMERCIAL CATAMUTÚN



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

Las medidas asociadas a COMERCIAL CATAMUTÚN, se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 178. Medidas y Costos Anuales de Comercial Catamutún

CATAMUTÚN			
FUENTE	MEDIDA	COSTO ANUAL	UNIDAD DE MEDIDA
Horneado y Chancado de Carbón.	Encapsulamiento de molienda, horneado y transporte de productos intermedios.	1.550.000	USD
Maquinaria de la cancha	Revisiones técnicas 2 veces por año	99	UF
Maquinaria de la cancha	Registro de la Maquinaria	10.000.000	\$
Maquinaria de la cancha	Cambio de combustible diesel de bajo contenido de azufre, similar al utilizado en la Región Metropolitana.	294.908	\$
Carga y descarga de carbón, Polvo Resuspendido de calles pavimentadas y sin pavimentar y el almacenamiento en pilas del carbón	Implementación de plan de mantención y mejoras en la carpeta de las vías de tránsito de camiones en los ingresos y egresos.	15.765.871	\$
Carga y descarga de carbón, Polvo Resuspendido de calles pavimentadas y sin pavimentar y el almacenamiento en pilas del carbón	Complementación de barreras de viento con forestación o implementando un plan permanente de humectación de las zonas de almacenamiento y	6.396.191	\$
Carga y descarga de carbón, Polvo Resuspendido de calles pavimentadas y sin pavimentar y el almacenamiento en pilas del carbón	Implementación de cortinas de viento en el límite norte de las instalaciones	246.777	\$
Para Polvo Resuspendido generado por el tránsito en caminos sin pavimentar	Pavimentación o mejoramiento de carpeta con Bischofita.	280.000	USD
Para Polvo Resuspendido generado por el tránsito en caminos sin pavimentar	Pavimentación o mejoramiento de carpeta.	131.382.258	\$

Fuente: Elaboración Propia

Para Comercial Catamutún se evaluaron los costos de encapsulamiento, molienda y transportes de productos intermedios con un costo de USD 1.500.000, esto considerando el encapsulamiento y los filtros de manga. Valores obtenidos a partir de experiencia de Polpaico.

Para las medidas asociadas a la maquinaria de la cancha, en relación a revisiones técnicas dos veces por año, se consideraron las 2 maquinarias que pertenecen a Catamutún, a un costo anual de 1 UF correspondiente al costo de la revisión, 0,5 UF el traslado y 23 UF las mantenciones, lo que corresponde a un costo total de 99 UF. Respecto al registro de maquinarias que deben implementar, se estimó un costo de \$10.000.000 de pesos.



Respecto al cambio de combustible diesel a uno de bajo contenido de azufre, se calculó el delta entre los valores del combustible de la Región Metropolitana (443,85 US\$/M3) y la Región de Valparaíso (439,77 US\$/M3), esto por el consumo de Catamutún que corresponde a 96,2 Ton/Año en dichos combustibles. Los valores de los combustibles corresponden al 23 de Diciembre de 2008 (datos obtenidos desde ENAP)

En las medidas asociadas al polvo resuspendido de las calles pavimentadas y sin pavimentar, se evaluó el costo de las mejoras de las carpetas, según valores del Ministerio de obras Públicas que corresponde a 263 millones de pesos promedio por kilómetro, esto por los kilómetros (0,06) resulta un costo total de aproximadamente 15,6 millones de pesos. Una alternativa al pavimento es la bischofita, la que tiene un costo de 35 dólares la tonelada, el costo de la dosis inicial de USD 210, compuestos de una dosis de 3 kg/m² y la mantención correspondiente a USD 350 compuestos de 10 dosis anuales de 1 kg/m² por los 500 metros cuadrados a considerar en Catamutún, los valores de la Bischofita provienen de la "Evaluación de la Bischofita como riego supresor de polvo" de CODELCO, DICTUC Y SALMAG.

En la misma línea se evaluó la forestación y cortinas de vientos, considerando los costos por árbol (\$3.255), plantación por árbol (\$850) y mantención (750.000 por hectárea). CONAMA sugiere una forestación de 30% especies exóticas y 70% Nativas y de una plantación de 162 árboles por hectáreas, lo que corresponde a 567 árboles en las 3,5 hectáreas a forestar en Catamutún con un costo total de MM\$ 6,4 de pesos.

En relación a las cortinas de viento a implementar, se calculó el costo de éstas en base a 3 hileras de 400 plantas cada una con un total de 1200 plantas, a un costo promedio de \$411 pesos por planta lo que corresponde a un costo total de MM\$ 0,25 en los 0.5 kilómetros a implementar las cortinas de viento. Los valores fueron obtenidos de Corporación nacional forestal (CONAF) y CONAMA.⁴⁵

En la siguiente tabla se presenta la información detallada de los costos en la serie de tiempo a evaluar.

⁴⁵ Fuente:

http://www.conaf.cl/?page=home/contents&seccion_id=75b1600add01fb992c0aab408643c3d1&unidad=0&



Ambiosis



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

Tabla 179. Proyección Costos Comercial CATAMUTUN 2009-2020, en millones de pesos 2008

COMERCIAL CATAMUTUN	MEDIDA	FUENTE	2.009	2.010	2.011	2.012	2.013	2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	VALOR PRESENTE
2009	Encapsulamiento de molienda, hameado y transporte de productos intermedios.	Hameado y Chancado de Carbón.	988,96												\$ 988,96
2009	Revisión técnica 2 veces por año	Maquinaria de la cancha	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	\$ 17,33
2009	Registro de la Maquinaria	Maquinaria de la cancha	10,00												\$ 10,00
2009	Cambio de combustible diesel de bajo contenido de azufre, similar al utilizado en la Región Metropolitana.	Maquinaria de la cancha	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	\$ 2,40
2009	Implementación de plan de mantenimiento y mejoras en la carpeta de las vías de tránsito de camiones en los ingresos y egresos.	Carga y descarga de carbón, Polvo Resuspendido de calles pavimentadas y sin pavimentar y el almacenamiento en pilas del carbón	15,77												\$ 15,77
2009	Implementación de cortinas de viento en el límite norte de las instalaciones: Costo Inversión	Carga y descarga de carbón, Polvo Resuspendido de calles pavimentadas y sin pavimentar y el almacenamiento en pilas del carbón	0,25												\$ 0,25
2009	Implementación de forestación: Costo de Inversión	Carga y descarga de carbón, Polvo Resuspendido de calles pavimentadas y sin pavimentar y el almacenamiento en pilas del carbón	3,27												\$ 3,27
2009	Implementación de forestación: Costo de Operación	Carga y descarga de carbón, Polvo Resuspendido de calles pavimentadas y sin pavimentar y el almacenamiento en pilas del carbón	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12	\$ 25,42
2009	Pavimentación o mejoramiento de carpetas con Eischoffta: Costo de Inversión	Para Polvo Resuspendido generado por el tránsito en caminos sin pavimentar	66,99												\$ 66,99
2009	Pavimentación o mejoramiento de carpetas con Eischoffta: Costo de Operación	Para Polvo Resuspendido generado por el tránsito en caminos sin pavimentar	111,7	111,7	111,7	111,7	111,7	111,7	111,7	111,7	111,7	111,7	111,7	111,7	\$ 908,77
2009	Pavimentación o mejoramiento de carpetas. Asfalto	Para Polvo Resuspendido generado por el tránsito en caminos sin pavimentar	131,38												\$ 131,38

Fuente: Elaboración Propia

Las medidas asociadas a EMPRESAS MELON S.A., se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 180. Medidas y Costos Empresas MELON S.A.

EMPRESAS MELON				
FUENTE	CONTAMIN ANTE	MEDIDA	VALOR COSTO	UNIDAD DE MEDIDA
Instalaciones		Sistemas de mangas retráctiles con filtro de manga para carguío de material a granel a camión	100.000	USD
Instalaciones		Encapsulamiento y filtros para un acopio como el de clínker	2.150.000	USD
		1 filtro de mangas	150.000	USD
		1 domo de almacenamiento	2.000.000	USD
Molienda y secado	PTS	Monitoreo puntual anual de PTS	50	UF

Fuente: Elaboración Propia

Para las medidas de empresas MELON se presentan 2 alternativas de Costos, la primera consiste en mangas retráctiles con un costo de USD 100.000 lo que representa un costo menor a la segunda alternativa, la que propone un encapsulamiento de la zona de carga, que esta asociada a un costo de USD 2.150.000. Valores obtenidos a partir de experiencia de Polpaico.

En la planta de secado y molienda es necesario el monitoreo puntual, el que tiene un costo asociado de 50 UF al año.

A continuación se presentan las dos propuestas en el período evaluado.

Tabla 181. Proyección Costos Empresas MELON, 2009-2020, en Millones de Pesos 2008

EMPRESAS MELON S.A.	MEDIDA	FUENTE	2.009	2.010	2.011	2.012	2.013	2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	VALOR PRESENTE
2009	Encapsulamiento y filtros para un acopio como el de clinker	Instalaciones	1.371,79			-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$ 1.371,79
2009	Sistemas de mangas retráctiles con filtro de manga para carguío de material a granel a camión	Instalaciones	63,80			-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$ 63,80
2009	Monitoreo puntual anual de PTS	Molienda y secado	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	\$ 8,73

Fuente: Elaboración Propia



Ambiosis
GASMAR S.A.



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

La medida asociada a GASMAR S.A se presenta en el cuadro a continuación.

Tabla 182. Medidas y Costos GASMAR S.A.

GASMAR				
FUENTE	CONTAMINANTE	MEDIDA	COSTO ANUAL	UNIDAD DE MEDIDA
Generadores y Motores	SO2	Cambio de combustible a diesel de bajo contenido de azufre, similar al utilizado en la Región Metropolitana.	233.816	\$

Fuente: Elaboración Propia

Para la medida correspondiente a GASMAR se utilizó igual criterio a las empresas anteriores, es decir, el cambio de combustible se evaluó por la diferencia entre el valor del Combustible Diesel A1, y el Diesel B, por el consumo anual de los generadores y motores que corresponde a 76,24 Ton/Año.

OXIQUIM S.A

La medida asociada a OXIQUIM S.A se presenta en el cuadro a continuación.

Tabla 183. Medidas y Costos OXIQUIM S.A.

OXIQUIM				
FUENTE	CONTAMINANTE	MEDIDA	COSTO ANUAL	UNIDAD DE MEDIDA
Generadores y Motores	SO2	Cambio de combustible a diesel de bajo contenido de azufre, similar al utilizado en la Región Metropolitana.	828	\$

Fuente: Elaboración Propia.

En relación a OXIQUIM S.A. se evaluó la eficiencia por cambio de combustible diesel de menor contenido en azufre, de acuerdo al consumo de combustible de cada una de las fuentes. Se presentan los valores, aunque económicamente son irrelevantes debido al bajo consumo de combustible diesel anual el que corresponde a 0,27 Ton/Año. La tabla a continuación muestra el valor de los costos por el cambio de combustible en la serie de tiempo evaluada tanto para GASMAR S.A. como para OXIQUIM S.A.



Ambiosis



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

Tabla 184. Proyección Costos GASMAR S.A., 2009-2020, en Millones de Pesos 2008

GASMAR S.A.	MEDIDA	FUENTE	2.009	2.010	2.011	2.012	2.013	2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	VALOR PRESENTE
2009	Cambio de combustible diesel de bajo contenido de azufre, similar al utilizado en la Región Metropolitana.	GENERADORES Y MOTORES	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	\$ 1,90

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 185. Proyección Costos OXIQUIM S.A., 2009-2020, en Millones de Pesos 2008

OXIQUIM S.A.	MEDIDA	FUENTE	2.009	2.010	2.011	2.012	2.013	2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	VALOR PRESENTE
2009	Cambio de combustible diesel de bajo contenido de azufre, similar al utilizado en la Región Metropolitana.	GENERADORES Y MOTORES	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	\$ 0,01

Fuente: Elaboración Propia.



Ambiosis

PUERTO VENTANAS S.A



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

Las medidas correspondientes a Puerto Ventanas S.A. se presentan el siguiente cuadro.

Tabla 186. Medidas y Costos PUERTO VENTANAS S.A.

<u>PUERTO VENTANAS</u>			
FUENTE	MEDIDA	COSTO ANUAL	UNIDAD DE MEDIDA
Transporte	Implementación almacenamiento confinado en silos, transporte, carga y descarga con sistemas herméticos.	100.000.000	\$
Transporte	Se requieren 3 mangas retráctiles para camiones, trenes y el Muelle	300.000	USD
Transporte	Se requiere un Camión de aspirado para el puerto ventanas	127.200.000	\$

Fuente: Elaboración Propia

En las medidas de Puerto Ventanas los costos evaluados están relacionados con silos para Costo de inversión en sistema de almacenamiento y manejo de concentrados. También se consideró el costo de mangas retráctiles con un costo de USD 300.000 (tres mangas a USD 100.000 cada una) y un camión de aspirado Johnston con un costo de adquisición más mantención de MM\$ 127,2 pesos.

Las tablas a continuación muestran los costos durante los años de evaluación.

Tabla 187. Proyección Costos Puerto Ventanas, 2009-2020, en Mmillones de Pesos 2008

PUERTO VENTANA S.A.	MEDIDA	FUENTE	2.009	2.010	2.011	2.012	2.013	2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	VALOR PRESENTE
2009	Implementación almacenamiento confinado en silos, transporte, carga y descarga con sistemas herméticos.	Transporte	100,00			-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$ 100,00
2009	Se requieren 3 mangas retráctiles para camiones, trenes y el Muelle	Transporte	191,41			-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$ 191,41
2009	Costo de Inversión: implementación aspirado	Transporte	120,00			-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$ 120,00
2009	Costo de Operación: implementación aspirado	Transporte	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	\$ 58,60

Fuente: Elaboración Propia.

6.2. FUENTES MOVILES FUERA DE RUTA

Las medidas correspondientes a Las Fuentes Móviles Fuera de Ruta se presentan el siguiente cuadro.

Tabla 188. Medidas y Costos Fuentes Móviles Fuera de Ruta

FUENTES MOVILES FUERA DE RUTA			
FUENTE	MEDIDA	COSTO ANUAL	UNIDAD DE MEDIDA
Maquinaria industrial	Revisiones técnicas 2 veces por año	446	UF
Maquinaria industrial	Registro de la Maquinaria	10.000.000	\$
Maquinaria industrial	Equipo móvil de medición y el establecimiento de un listado de niveles permisibles de emisión, Fiscalizador.	18.000.000	\$
Combustible	Cambio de combustible diesel de bajo contenido de azufre, similar al utilizado en la Región Metropolitana.	82.130	\$

Fuente: Elaboración Propia.

Para las fuentes móviles fuera de ruta se consideraron controles de revisiones técnicas a las maquinarias que no se han considerado en el análisis anterior, las que corresponden a 9 fuentes, éstas revisiones deben aplicarse dos veces al año, con un valor anual de 1 UF por revisión, adicionando el costo de las mantenciones (23 UF) y traslados de las máquinas (0,5 UF), lo anterior refleja un costo de aproximadamente 446 UF. También se evaluó el costo de registro de maquinarias con un costo de \$10 MM de pesos, para medidas de fiscalización interna se consideró el costo como el salario, más las necesidades de un fiscalizador, aproximadamente \$1,5 MM de pesos mensuales. Finalmente se estima el costo del cambio de combustible de las maquinarias no evaluadas con anterioridad, aunque su costo es bastante bajo en comparación a las otras fuentes, esto dado el bajo consumo correspondiente a 27 Ton/Año, de todas formas se presenta en el análisis. Los precios de los combustibles se obtuvieron a partir ENAP.

El resumen de los costos por año se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 189. Proyección Costos Fuentes Móviles Fuera de Ruta, 2009-2020, en Millones de Pesos 2008

FUENTES MOVILES FUERA DE RUTA	MEDIDA	FUENTE	2.009	2.010	2.011	2.012	2.013	2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	VALOR PRESENTE
2009	Revisiones técnicas 2 veces por año	Maquinaria industrial	9,58	9,58	9,58	9,58	9,58	9,58	9,58	9,58	9,58	9,58	9,58	9,58	\$ 77,97
2009	Registro de la Maquinaria	Maquinaria industrial	10,00		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$ 10,00
2009	Equipo móvil de medición y el establecimiento de un listado de niveles permisibles de emisión, Fiscalizador.	Maquinaria industrial	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	\$ 146,50
2009	Cambio de combustible diesel de bajo contenido de azufre, similar al utilizado en la Región Metropolitana.	Combustible	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	\$ 0,67

Fuente: Elaboración Propia.

6.3. FUENTES AREALES

Las medidas de las Fuentes Areales se presentan a continuación.

Tabla 190. Medidas y Costos Anuales en Fuentes Areales.

FUENTES AREALES			
FUENTE	MEDIDA	COSTO ANUAL	UNIDAD DE MEDIDA
Combustion residencial	Catastro de Equipo de combustión en hogares	24.801.487	\$
Polvo en calles pavimentadas	Transporte de áridos en camiones debidamente cubiertos.	18.000.000	\$
Polvo en calles pavimentadas	Lavados de ruedas en actividades de construcción.		
Polvo en calles pavimentadas	Control de emisiones de polvo en actividades de construcción.		
Polvo en calles no pavimentadas	Generación de catastro en calles con y sin pavimentar	20.000.000	\$
Nuevos proyectos en la Región	Capacitación a trabajadores cinco veces por año	5.000.000	\$
Nuevos proyectos en la Región	Fiscalizar cuidado en transporte camiones, límites de velocidad, límites de carga, debido mantenimiento de cubiertas herméticas, correcto funcionamiento de lavado de ruedas y control de limpieza en las calles.	18.000.000	\$
Nuevos proyectos en la Región	Realizar la compactación y estabilización de la zona de tránsito de Maquinarias y vehículos. Además, humectar en forma permanente las áreas de circulación vehicular no pavimentadas.	15.740.000	\$

Fuente: Elaboración Propia.

En la evaluación de los costos de las Fuentes Areales se estimó el salario de fiscalización más las necesidades que conlleva (1,5 Millones mensual), junto a ello se evaluó el costo de capacitación (5 capacitaciones anuales de 1 Millón cada una), así como el valor de la generación de un catastro de calles sin pavimentar con un valor de 20 millones, luego se evaluó un catastro de equipos de combustión de hogares, este valor se obtuvo del producto entre el costo de catastro por vivienda y el número de viviendas de Ventanas que corresponde a 3.852 hogares, según censo 2002.

Respecto a la compactación y estabilización se evaluó la adquisición de máquina de rodillo, motoniveladora para mantención, un camión regador y los productos para la humectación y compactación, el valor total es de aproximadamente de MM\$ 15,74 de pesos anuales.

Tabla 191. Proyección Costos Fuentes Areales, 2009-2020, en Millones de Pesos 2008

FUENTES AEREALES	MEDIDA	FUENTE	2.009	2.010	2.011	2.012	2.013	2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	VALOR PRESENTE
2009	Catastro de Equipo de combustión en hogares	Combustión residencial	24,80			-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$ 24,80
2009	Transporte de áridos, lavados de ruedas y control de emisiones en construcción	Polvo en calles pavimentadas	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	\$ 146,50
2009	Generación de catastro en calles con y sin pavimento	Polvo en calles no pavimentadas	20,00			-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$ 20,00
2009	Capacitación a trabajadores cinco veces por año	Nuevos proyectos en la Región	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	\$ 40,69
2009	Fiscalizar cuidado en transporte camiones, límites de velocidad, límites de carga, debido mantenimiento de cubiertas herméticas, correcto funcionamiento de lavado de ruedas y control de limpieza en las calles.	Nuevos proyectos en la Región	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	\$ 146,50
2009	Realizar la compactación y estabilización de la zona de tránsito de maquinarias y vehículos. Además, humectar en forma permanente las áreas de circulación vehicular no pavimentadas.	Nuevos proyectos en la Región	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	15,74	\$ 128,11

Fuente: Elaboración Propia.

6.4. MEDIDAS DE GESTION PUBLICA

El detalle de las medidas de gestión pública se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 192. Medidas y Costos Gestión Pública

GESTION PUBLICA		
MEDIDA	COSTO ANUAL	UNIDAD DE MEDIDA
Capacitación en muestreos, calificación de laboratorios, control de emisiones, tecnologías de combustión.	450	UF
Implementar una base de datos para el registro de los resultados obtenidos de las mediciones realizadas por las distintas fuentes fijas existentes y Nuevas en la zona de Ventanas.	10.000.000	\$
Implementación de registro de mediciones anuales y continuas	600	UF
Mantener actualizado anualmente el inventario de emisiones de Ventanas.	12.000.000	\$
Exigir a las empresas constructoras: la instalación de mallas, piscinas para el lavado de neumáticos de los camiones a la salida de la obra, cobertura de los camiones que transportan material a granel y la limpieza diaria de acceso a la obra	18.000.000	\$
Realizar estudio con modelación de emisiones secundarias que permita evaluar el aporte de las emisiones de SO ₂ y NO _X ; Implementar la operación del sistema AIRVIRO, con la base de emisiones de fuentes catastradas.	50.000.000	\$
Prohibición de quema de basura a nivel residencial y en vertedero o botaderos.	18.000.000	\$
Implementar un sistema de registro de denuncias y de comunicación a la comunidad	40.000.000	\$
Gastos de transporte, peajes, mantenimiento y viáticos del personal anual.	300	UF
Movilización para fiscalización anual	750	UF
Soporte computacional	400	UF

Fuente: Elaboración Propia.

En las medidas de Gestión Pública se calcularon los costos relacionados con la capacitación y calificación en laboratorios.

También se estimó el costo de bases de datos de registros como la implementación de medidas anuales, su costo estimado fue de 600 UF. Estos están relacionados con la evaluación del costo anual de la actualización del inventario de emisiones (12 millones de pesos), un estudio de modelación de emisiones (MM\$ 50 de pesos), el salario y necesidades de transporte de un fiscalizador (1,5 millones de pesos), la implementación de un registro de denuncias con un costo de 40 Millones de pesos, así como también el costo de implementar una base de datos para el registro de los resultado de mediciones realizadas con un costo de \$10 Millones de pesos.

En la siguiente tabla se muestran los costos por año asociados a cada medida.



Ambiosis



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

Tabla 193. Proyección Costos Medidas de Gestión Pública, 2009-2020, en Millones de Pesos 2008

MEDIDAS DE GESTION PUBLICA	2.009	2.010	2.011	2.012	2.013	2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	VALOR PRESENTE
MEDIDA													
2009	9,66	9,66	9,66	9,66	9,66	9,66	9,66	9,66	9,66	9,66	9,66	9,66	\$ 78,61
2009	10,00			-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$ 10,00
2009	12,88	12,88	12,88	12,88	12,88	12,88	12,88	12,88	12,88	12,88	12,88	12,88	\$ 104,81
2009	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	\$ 97,67
2009	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	\$ 146,50
2009	50,00			-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$ 50,00
2009	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	\$ 146,50
2009	40,00			-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$ 40,00
2009	6,44			-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$ 6,44
2009	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	\$ 131,01
2009	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	8,58	\$ 69,87

Fuente: Elaboración Propia.

6.5. EVALUACIÓN DE COSTO-EFECTIVIDAD

En la evaluación de costo-efectividad de las medidas se consideraron las alternativas por tipo de fuente indicadas en la Tabla 193, cada una de las medidas considera los costos calculados a Valor Presente de dólares de 2007.

Tabla 194. Resumen Alternativas

TITULAR	PROYECTO	FUENTE	CONTAMINANTE	CONCENTRACION BASE (mg/Nm3)	ALTERNATIVAS		
					1	2	3
AES GENER	VENTANAS	UNIDAD 1	SO2	719	SWFGD	WFGD	DFGD
			NOx	513	SNCR	SCR	LNB
		UNIDAD 2	SO2	849	SWFGD	WFGD	DFGD
			NOx	513	SNCR	SCR	LNB
	NUEVA VENTANAS	UNIDAD 1	SO2	450	SWFGD	WFGD	DFGD
			NOx	513	SNCR	SCR	LNB
		CAMPICHE	SO2	450	SWFGD	WFGD	DFGD
			NOx	513	SNCR	SCR	LNB
CODELCO	FUNDICION Y REFINERIA	Planta Secado	MP10	820	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-
		Horno basculante	MP10	256	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-
		Horno RAF	MP10	362	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-
		Horno Eléctrico	MP10	227	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-
		Horno Troff	MP10	413	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-
		CHIMENEA CPS	MP10	100	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-
		POLVO RESUSPENDIDO	MP10	-	PAVIMENTACIÓN	BISCHOFITA	-
		MAQ. INTERNA	SO2	-	CAMBIO COMBUSTIBLE	-	-
		HARNEADO	MP10	-	ENCAPSULAMIENTO	-	-
		MOLIENDA	MP10	-	ENCAPSULAMIENTO	-	-
		HARNERO	MP10	-	ENCAPSULAMIENTO	-	-
CATAMUTUN		MAQ. INTERNA	SO2	-	CAMBIO COMBUSTIBLE	-	-
		POLVO RESUSPENDIDO	MP10	-	PAVIMENTACIÓN	BISCHOFITA	-
		EROSION EOLICA	MP10	-	FORESTACIÓN	CORTINAS NATURALES	-
		MELON	PUERTO	Carga Clinker (Camiones - Tren)	MP10	-	MANGAS RETRÁCTILES
GASMAR		Consumo Diesel	SO2	-	CAMBIO COMBUSTIBLE	-	-
PUERTO VENTANAS		Descarga Granos a Camiones	MP10	-	MANGAS RETRÁCTILES	-	-
		Descarga Granos a Tren	MP10	-	MANGAS RETRÁCTILES	-	-
		Descarga Granos a Correa en Muelle (SITIO 3)	MP10	-	MANGAS RETRÁCTILES	-	-
		Galpón Almacenamiento Granos	MP10	-	ENCAPSULAMIENTO	-	-
ENAP		CALDERA INDUSTRIAL	MP	-	CAMBIO COMBUSTIBLE	-	-
			SO2	-	CAMBIO COMBUSTIBLE	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Las eficiencias de reducción según alternativa se muestran a continuación:

Tabla 195. Eficiencias de Reducción

CONTAMINANTE	ALTERNATIVAS			% EFICIENCIA REDUCCION		
	1	2	3	1	2	3
SO2	SWFGD	WFGD	DFGD	95,00%	98,00%	90,00%
NOx	SNCR	SCR	LNB	70,00%	90,00%	60,00%
SO2	SWFGD	WFGD	DFGD	95,00%	98,00%	90,00%
NOx	SNCR	SCR	LNB	70,00%	90,00%	60,00%
SO2	CAMBIO COMBUSTIBLE	-	-	85,71%	0,00%	0,00%
SO2	SWFGD	WFGD	DFGD	95,00%	95,00%	90,00%
NOx	SNCR	SCR	LNB	70,00%	90,00%	60,00%
SO2	SWFGD	WFGD	DFGD	95,00%	98,00%	90,00%
NOx	SNCR	SCR	LNB	70,00%	90,00%	60,00%
MP10	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-	99,90%	99,90%	0,00%
MP10	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-	99,90%	99,90%	0,00%
MP10	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-	99,90%	99,90%	0,00%
MP10	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-	99,90%	99,90%	0,00%
MP10	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-	99,90%	99,90%	0,00%
MP10	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-	99,90%	99,90%	0,00%
MP10	PAVIMENTACIÓN	BISCHOFITA	-	97,24%	85,00%	0,00%
SO2	CAMBIO COMBUSTIBLE	-	-	85,71%	0,00%	0,00%
MP10	ENCAPSULAMIENTO	-	-	99,00%	0,00%	0,00%
MP10	ENCAPSULAMIENTO	-	-	99,00%	0,00%	0,00%
MP10	ENCAPSULAMIENTO	-	-	99,00%	0,00%	0,00%
SO2	CAMBIO COMBUSTIBLE	-	-	85,71%	0,00%	0,00%
MP10	PAVIMENTACIÓN	BISCHOFITA	-	97,24%	85,00%	0,00%
MP10	FORESTACIÓN	CORTINAS NATURALES	-	99,00%	99,00%	0,00%
MP10	MANGAS RETRÁCTILES	ENCAPSULAMIENTO	-	98,00%	99,90%	0,00%
SO2	CAMBIO COMBUSTIBLE	-	-	85,71%	0,00%	0,00%
MP10	MANGAS RETRÁCTILES	-	-	98,00%	0,00%	0,00%
MP10	MANGAS RETRÁCTILES	-	-	98,00%	0,00%	0,00%
MP10	MANGAS RETRÁCTILES	-	-	98,00%	0,00%	0,00%
MP10	ENCAPSULAMIENTO	-	-	99,90%	0,00%	0,00%
MP	CAMBIO COMBUSTIBLE	-	-	84,00%	0,00%	0,00%
SO2	CAMBIO COMBUSTIBLE	-	-	82,00%	0,00%	0,00%

Fuente: Elaboración propia.

Consideraciones Generales Respecto de las Eficiencias de Cada Alternativa

Como ya fue mencionado en los capítulos y secciones anteriores, las eficiencias de reducción de contaminantes con tecnologías de control para las centrales termoeléctricas, así como para los procesos de Codelco, corresponden a eficiencias teóricas de cada uno de ellos y pueden variar según el modo de operación de cada unidad.

El cálculo de emisiones considerando las diferentes alternativas se obtuvo a partir de las concentraciones base medidas de cada unidad, las horas de operación estimadas para cada una de ellas, considerando siempre la peor condición de operación, esto es 330 días/año y 24 hrs/día.

De esta forma, las emisiones con control se obtienen aplicando el factor de eficiencia de cada tecnología, así si por ejemplo el sistema SCR tiene una eficiencia teórica de un 90%, las emisiones de NOx de una unidad se calculan de la siguiente forma:

$$E_c(\text{Ton} / \text{Año}) = E(\text{Ton} / \text{Año}) \times \left(\frac{100 - \text{Eff}}{100} \right)$$

Donde,

E_c = Emisiones con control

E = Emisiones base

Eff = Eficiencia del equipo de control

a) Pavimentación v/s Bischofita:

La determinación de las eficiencias de reducción de estas dos alternativas se obtuvieron a través de dos formas:

- Bischofita: " Evaluacion de La Bischofita como Riego Supresor de Polvo". Dictuc-Salmag-Codelco.

Aplicación en terreno de la bischofita para el caso de Codelco Norte. Esta evaluación determinó como resultado una reducción de las emisiones de 2.000 partículas/cc a 300 partículas/cc en promedio, lo que arroja una eficiencia de reducción de un **85%** de las emisiones de MP por tránsito vehicular.

- Pavimentación:

Para evaluar la eficiencia de reducción de emisiones de MP₁₀ por pavimentación el ejercicio realizado correspondió a la comparación de los factores de emisión para caminos pavimentados y sin pavimentar. Para esto se usó la metodología propuesta por EPA para el cálculo de factores de emisión de polvo resuspendido:

Factor para caminos pavimentados:

$$E_{ext} = \left[k \left(\frac{sL}{2} \right)^{0,65} \left(\frac{W}{3} \right)^{1,5} - C \right] \left(1 - \frac{P}{4N} \right)$$

Fuente: Sección 13.2.1 del AP42 de la EPA

Factor para caminos sin pavimentar:

$$E = k (s/12)^a (W/3)^b$$

Fuente: Sección 13.2.1 del AP42 de la EPA

Las variables de cálculo consideradas fueron las siguientes, las que fueron ajustadas a la realidad local considerando el % de Silt promedio y características meteorológicas locales:

Variables de Cálculo Sin Pavimentar	Valor	Variables de Cálculo Pavimentado	Valor
% Silt Promedio	11,5	sL (g/m ²)	6,7
W Promedio Camiones (Tons)	15,9	k (gr/km)	4,6
N° Días con PP < 0,254 mm	26,0	W	14,8
k MP10 (lb/VMT)	1,5	C	0,1
a	0,9	N° Días con PP < 0,254 mm	26,0
b	0,5	N° Días de Operación	365,0

Finalmente, las eficiencias de reducción para ambos es la siguiente:

	Factor MP10 (gr/km ^r)
Sin Pavimentar	801,92
Pavimentado	22,12
Eficiencia	97%

b) Cambio de Combustible

Acá se consideraron dos opciones:

i) Cambio de Diesel B a Diesel A1:

Se considera la eficiencia de reducción de emisiones de SO₂ considerando el contenido de S de cada combustible:

	Contenido S (% m/m)	Fuente
Diesel B	0,035	DS 319
Diesel A1	0,005	DS 58
% Reducción S	86%	

Por lo tanto la reducción de emisiones al pasar de Diesel B a Diesel A1 es de un 86%.

ii) Cambio de Petróleo N° 6 a Diesel A1

Acá se consideró tanto la eficiencia de reducción para MP10 como para SO₂, tomando como base los factores de emisión de EPA para Calderas Industriales:

Tipo de Combustible Genérico	Factor Emisión SO _x : Kg Emisión/ Kg Combustible
PETROLEO N°6	0,02364
PETROLEO N°2	0,00420
REDUCCIÓN	82%

Tipo de Combustible Genérico	Factor Emisión MP: Kg Emisión/ Kg Combustible
PETROLEO N°6	0,00125
PETROLEO N°2	0,00020
REDUCCIÓN	84%

c) Forestación v/s Cortinas Naturales

Se consideraron dos opciones para la reducción de las emisiones de MP por acción eólica y principalmente emisiones a baja altura: forestación y cortinas naturales.

Según el estudio: "Dwyer et al, 1992. Assessing The Benefits and costs of the Urban Forest. En: Journal of Agriculture, vol.18. N°5 de septiembre de 1992. Páginas 227-234. Johnsons and Newton, 1990 Building Green. London ecology Unit. Londres, Inglaterra", la plantación de un árbol tiene la capacidad de captación de 22,5 kg/año de material particulado, por lo tanto la eficiencia de retención de material particulado estará en relación a la densidad de plantación y su ubicación, entre otras, por lo que asignó una eficiencia de 99% para las fuentes de baja altura y resuspensión por viento.



COSTO-EFECTIVIDAD

La Costo-efectividad fue calculada tomando la reducción de emisiones según la eficiencia de cada alternativa expuesta anteriormente y el costo anualizado de cada una de ellas, en algunos casos se tomó únicamente el costo de inversión como por ejemplo el cambio de combustible que no requeriría de un costo de operación.

Según la metodología empleada, la costo-efectividad se calcula en base al Valor Presente de cada medida de reducción propuesta y su medida de seguimiento asociada y la reducción de emisiones lograda por esa medida en el horizonte proyectado del estudio:

$$CE = \left(\frac{Bn + Cn}{An} \right)$$

donde,

CE = Costo-Efectividad de la alternativa n

An = Reducción total de emisiones en el período proyectado para la alternativa n

Bn = Valor Presente total según alternativa n

Cn = Valor Presente total de medida de seguimiento n

La siguiente tabla muestra las emisiones finales anuales logradas según la medida de reducción asociada, así como las emisiones reducidas totales al término del período proyectado (2020):

Tabla 196. Reducción de emisiones y emisiones finales anualizadas según alternativa de reducción de emisiones (Ton/Año)

TITULAR	PROYECTO	FUENTE	CONTAMINANTE	CONCENTRACION BASE (mg/Nm3)	ALTERNATIVAS			REDUCCIÓN (Ton/Año)			EMISION FINAL (Ton/Año)			
					1	2	3	1	2	3	1	2	3	
AES GENER	VENTANAS	UNIDAD 1	SO2	719	SWFGD	WFGD	DFGD	2.535,26	2.615,32	2.401,82	133,43	53,37	266,87	
			NOx	513	SNCR	SCR	LNB	538,05	697,78	461,18	230,59	76,86	307,46	
		UNIDAD 2	SO2	849	SWFGD	WFGD	DFGD	5.358,66	5.527,88	5.076,62	282,03	112,81	564,07	
			NOx	513	SNCR	SCR	LNB	1.236,51	1.589,80	1.059,86	529,93	176,64	706,68	
		MAQ. INTERNA	SO2	-	COMBUSTIBLE	-	-	0,00857	-	-	0,001	0,010	0,010	
		NUEVA VENTANAS	UNIDAD 1	SO2	450	SWFGD	WFGD	DFGD	3.166,36	3.166,36	2.999,71	166,65	166,65	333,30
	NOx			513	SNCR	SCR	LNB	2.661,12	3.421,44	2.280,96	1.140,48	380,16	1.520,64	
	CAMPICHE	UNIDAD 1	SO2	450	SWFGD	WFGD	DFGD	3.169,49	3.269,58	3.002,68	166,82	66,73	333,63	
			NOx	513	SNCR	SCR	LNB	2.661,12	3.421,44	2.280,96	1.140,48	380,16	1.520,64	
	CODELCO	FUNDICION Y REFINERIA	Planta Secado	MP10	820	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-	151,48	151,48	-	0,15	0,15	151,63
			Horno basculante	MP10	256	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-	42,07	42,07	-	0,04	0,04	42,12
			Horno RAF	MP10	362	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-	34,08	34,08	-	0,03	0,03	34,11
Horno Eléctrico			MP10	227	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-	60,96	60,96	-	0,06	0,06	61,02	
Horno Troff			MP10	413	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-	6,422	6,422	0,000	0,01	0,01	6,43	
CHIMENEA CPS			MP10	100	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-	12,27	12,27	-	0,01	0,01	12,28	
PQLVO RESUSPENDIDO			MP10	-	PAVIMENTACIÓN	BISCHOFITA	-	43,29	37,84	-	1,23	6,68	44,52	
MAQ. INTERNA			SO2	-	CAMBIO COMBUSTIBLE	-	-	0,02	-	-	0,00	0,02	0,02	
HARNEADO			MP10	-	ENCAPSULAMIENTO	-	-	0,53	-	-	0,01	0,54	0,54	
MOLIENDA			MP10	-	ENCAPSULAMIENTO	-	-	0,00	-	-	0,00	0,00	0,00	
CATAMUTUN		HARNERO	MP10	-	ENCAPSULAMIENTO	-	-	9,29	-	-	0,09	9,38	9,38	
		MAQ. INTERNA	SO2	-	CAMBIO COMBUSTIBLE	-	-	0,01	-	-	0,00	0,01	0,01	
		PQLVO RESUSPENDIDO	MP10	-	PAVIMENTACIÓN	BISCHOFITA	-	1,38	1,21	-	0,04	0,21	1,42	
		EROSION EOLICA	MP10	-	FORESTACIÓN	CORTINAS NATURALES	-	0,79	0,79	-	0,01	0,01	0,80	
		MELON	PUERTO	Carga Clinker (Camiones - Tren)	MP10	-	MANGAS RETRÁCTILES	ENCAPSULAMIENTO	-	0,44	0,45	-	0,01	0,00
GASMAR		Consumo Diesel	SO2	-	CAMBIO COMBUSTIBLE	-	-	0,27	-	-	0,05	0,32	0,32	
PUERTO VENTANAS		Descarga Granos a Camiones	MP10	-	MANGAS RETRÁCTILES	-	-	4,82	-	-	0,10	4,92	4,92	
		Descarga Granos a Tren	MP10	-	MANGAS RETRÁCTILES	-	-	0,25	-	-	0,01	0,25	0,25	
		Descarga Granos a Correa en Muelle (SITIO 3)	MP10	-	MANGAS RETRÁCTILES	-	-	1,39	-	-	0,03	1,42	1,42	
		Galpón Almacenamiento Granos	MP10	-	ENCAPSULAMIENTO	-	-	8,66	-	-	0,01	8,67	8,67	
ENAP		CALDERA INDUSTRIAL	MP	-	CAMBIO COMBUSTIBLE	-	-	0,45	-	-	0,09	0,54	0,54	
			SO2	-	CAMBIO COMBUSTIBLE	-	-	8,45	-	-	1,86	10,31	10,31	

Fuente: Elaboración Propia.

En el caso de las concentraciones de las emisiones de MP, SO₂ y NO_x para las megafuentes industriales (Termoeléctricas y Codelco), la variación de las concentraciones según la eficiencia de reducción de emisiones de cada alternativa se muestra a continuación:

Tabla 197. Variación de las Concentraciones Según la Eficiencia de Reducción de Emisiones de Cada Alternativa

TITULAR	PROYECTO	FUENTE	CONTAMINANTE	CONCENTRACION BASE (mg/Nm3)	ALTERNATIVAS			% EFICIENCIA REDUCCION			CONCENTRACION FINAL SEGUN % EFICIENCIA (mg/Nm3)}				
					1	2	3	1	2	3	1	2	3		
AES GENER	VENTANAS	UNIDAD 1	SO2	719	SWFGD	WFGD	DFGD	95,00%	98,00%	90,00%	35,95	14,38	71,90		
			NOx	513	SNGR	SCR	LNB	70,00%	90,00%	60,00%	153,90	51,30	205,20		
		UNIDAD 2	SO2	849	SWFGD	WFGD	DFGD	95,00%	98,00%	90,00%	42,45	16,98	84,90		
			NOx	513	SNGR	SCR	LNB	70,00%	90,00%	60,00%	153,90	51,30	205,20		
NUEVA VENTANAS CAMPICHE	UNIDAD 1	MAQ. INTERNA	SO2	-	COMBUSTIBLE	-	-	85,71%	0,00%	0,00%	-	-	-		
			NOx	450	SWFGD	WFGD	DFGD	95,00%	95,00%	90,00%	22,50	22,50	45,00		
		UNIDAD 1	NOx	513	SNGR	SCR	LNB	70,00%	90,00%	60,00%	153,90	51,30	205,20		
			SO2	450	SWFGD	WFGD	DFGD	95,00%	98,00%	90,00%	22,50	9,00	45,00		
		UNIDAD 1	NOx	513	SNGR	SCR	LNB	70,00%	90,00%	60,00%	153,90	51,30	205,20		
			MP10	820	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-	-	99,90%	99,90%	0,00%	0,82	0,82	-	
		CODELCO	FUNDACION Y REFINERIA	Horno basculante	MP10	256	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	Alambre)	-	99,90%	99,90%	0,00%	0,26	0,26	-
					MP10	362	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-	99,90%	99,90%	0,00%	0,36	0,36	-
Horno Eléctrico	MP10			227	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-	99,90%	99,90%	0,00%	0,23	0,23	-		
	MP10			413	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-	99,90%	99,90%	0,00%	0,41	0,41	-		
CHIMENEA CPS	MP10			100	FILTROS MANGA (Jet Pulse)	PES (Seco Placa-Alambre)	-	99,90%	99,90%	0,00%	0,10	0,10	-		
	POLVO RESUSPENDIDO			MP10	-	PAVIMENTACION	BISCHOFITA	-	97,24%	85,00%	0,00%	-	-	-	
MAQ. INTERNA	SO2			-	COMBUSTIBLE	-	-	-	85,71%	0,00%	0,00%	-	-	-	
	MP10			-	ENCAPSULAMIENTO	-	-	-	99,00%	0,00%	0,00%	-	-	-	

Fuente: Elaboración propia.



Finalmente los resultados de la aplicación de la ecuación de costo-efectividad, para cada fuente evaluada y para cada alternativa de reducción de emisiones y seguimiento se muestran a continuación:



Tabla 198. Resumen Costo efectividad.

TITULAR	PROYECTO	FUENTE	CONTAMINANTE	CONCENTRACION Base (mg/m3)	ALTERNATIVAS			REDUCCION TOTAL PROYECTADA 2009-2020 (Tons)			VALOR PRESENTE COSTO TOTAL SEGUN MEDIA (M\$)			MEDIDAS DE SEGUIMIENTO A LAS EMISIONES			VALOR PRESENTE COSTO TOTAL SEGUIMIENTO (M\$)			DIFERENCIAL (M\$ Ton Reducido)					
					1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
AES GENER	VENTANAS	UNIDAD 1	SO2	719	SWFGD	27.897,81	26.460,03	\$	197.486,33	\$	114.691,05	Monitoreo Puntual	\$	4,37	\$	4,37	\$	0,00	\$	5,47	\$	4,34			
		UNIDAD 2	SO2	843	SWFGD	58.945,21	60.806,64	\$	2.271,74	\$	157.696,33	\$	14.691,05	Monitoreo Puntual	\$	4,37	\$	4,37	\$	2,29	\$	2,05			
		UNIDAD 3	SO2	513	SNCR	13.601,59	17.457,76	\$	23.277,34	\$	43.394,36	\$	37.626,01	Monitoreo Puntual	\$	4,37	\$	4,37	\$	1,71	\$	2,48			
		UNIDAD 4	SO2	450	COMBUSTIBLE	0,094	15,053	\$	3,78	\$	0,00	\$	0,00	Revisión Técnica 2 veces al año	\$	51,98	\$	5,51	\$	891,09	\$	0			
		UNIDAD 5	SO2	450	SWFGD	25.355,96	26.156,07	\$	24.021,44	\$	163.851,35	\$	121.033,00	Monitoreo Puntual	\$	3,35	\$	3,35	\$	0,00	\$	6,26			
		CAMPICHE	NOx	513	SNCR	21.288,96	27.371,52	\$	18.247,68	\$	62.192,14	\$	6.800,09	Monitoreo Puntual	\$	3,35	\$	3,35	\$	1,32	\$	1,91			
			MP10	820	FILTROS MANGA (ultravioleta)	1.666,20	1.666,20	\$	15.184,10	\$	693,96	\$	15.184,10	Monitoreo Continuo MP y Gases (ISO 1.160)	\$	464,03	\$	464,03	\$	0,81	\$	9,39			
			MP10	256	FILTROS MANGA (ultravioleta)	462,80	462,80	\$	4.211,79	\$	896,61	\$	4.211,79	Monitoreo Puntual	\$	39,30	\$	39,30	\$	1,83	\$	9,19			
			MP10	362	FILTROS MANGA (ultravioleta)	374,86	374,86	\$	3.939,88	\$	4.211,79	\$	4.211,79	Monitoreo Puntual	\$	39,30	\$	39,30	\$	2,61	\$	11,34			
			MP10	227	FILTROS MANGA (ultravioleta)	670,52	670,52	\$	21.999,38	\$	21.999,38	\$	21.999,38	Monitoreo Puntual	\$	39,30	\$	39,30	\$	2,69	\$	32,86			
COOCELCO	Horno Trófic	CHIMENEA OPS	MP10	413	FILTROS MANGA (ultravioleta)	70,64	70,64	\$	672,59	\$	2.630,93	\$	2.630,93	Monitoreo Puntual	\$	39,30	\$	39,30	\$	10,08	\$	37,60			
		CHIMENEA OPS	MP10	100	FILTROS MANGA (ultravioleta)	134,63	134,63	\$	1.453,25	\$	1.453,25	\$	1.453,25	Monitoreo Puntual	\$	39,30	\$	39,30	\$	4,56	\$	10,81			
		PELVO RESUSPENDIDO	MP10	476,21	PAVIMENTACION	476,21	416,26	\$	302,19	\$	2.244,26	\$	2.244,26	Mediciones Sfr	\$	135,20	\$	135,20	\$	0,92	\$	5,72			
		MAO INTERNA	SO2	-	COMBUSTIBLE	0,19	-	-	24,13	\$	-	\$	-	-	-	-	-	-	-	372,61	\$	2.103,39	\$	-	
		HARNEAZO	MP10	-	ENCAPSULAMIENTO	5,88	-	-	698,98	\$	-	\$	-	-	-	-	-	-	-	-	168,17	\$	-		
		MOLINERA	MP10	-	ENCAPSULAMIENTO	0,02	-	-	494,48	\$	-	\$	-	-	-	-	-	-	-	-	28.379,30	\$	-		
		MAO INTERNA	SO2	-	COMBUSTIBLE	0,09	-	-	2,40	\$	-	\$	-	-	-	-	-	-	-	-	4,64	\$	-		
		PELVO RESUSPENDIDO	MP10	-	PAVIMENTACION	15,23	-	-	137,38	\$	975,77	\$	-	-	-	-	-	-	-	-	17,33	\$	209,22	\$	-
		EROSION EOLICA	MP10	-	FORESTACION NATURALES	8,69	-	-	28,70	\$	18,11	\$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,63	\$	73,29	
		MELON	PUERTO	Carga Clivker (Cimones + Tien)	MP10	-	ENCAPSULAMIENTO	4,85	-	63,80	\$	1.371,79	\$	-	-	-	-	-	-	-	-	3,30	\$	1,85	
GASMAR	DESCARGA GRANOS A TIEN	Consumo Diesel	SO2	-	COMBUSTIBLE	2,98	-	-	1,90	\$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,64	\$	-			
		DESCARGA GRANOS A TIEN	MP10	-	RETRACTILES	53,04	-	-	63,80	\$	-	\$	-	-	-	-	-	-	-	-	1,20	\$	-		
		DESCARGA GRANOS A TIEN	MP10	-	RETRACTILES	2,70	-	-	63,80	\$	-	\$	-	-	-	-	-	-	-	-	23,67	\$	-		
		DESCARGA GRANOS A TIEN	MP10	-	RETRACTILES	15,31	-	-	63,80	\$	-	\$	-	-	-	-	-	-	-	-	4,17	\$	-		
		DESCARGA GRANOS A TIEN	MP10	-	ENCAPSULAMIENTO	95,27	-	-	898,96	\$	-	\$	-	-	-	-	-	-	-	-	10,38	\$	-		
		DESCARGA GRANOS A TIEN	MP	-	COMBUSTIBLE	4,99	-	-	91,07	\$	-	\$	-	-	-	-	-	-	-	-	18,25	\$	-		
		DESCARGA GRANOS A TIEN	SO2	-	COMBUSTIBLE	92,96	-	-	91,07	\$	-	\$	-	-	-	-	-	-	-	-	0,98	\$	-		

Fuente: elaboración propia.

Un ordenamiento de las medidas según su costo efectividad, por fuente, puede observarse a continuación:

Central Ventanas – SO₂ Unidad 1:

Ranking	Alternativa	Costo-Efectividad (MM\$/Ton Reducida)
1	DFGD	4,34
2	WFGD	5,47

Central Ventanas – Nox Unidad 1

Ranking	Alternativa	Costo-Efectividad (MM\$/Ton Reducida)
1	SNCR	3,93
2	SCR	5,70
3	LNB	7,35

Central Ventanas – SO₂ Unidad 2

Ranking	Alternativa	Costo-Efectividad (MM\$/Ton Reducida)
1	DFGD	2,05
2	WFGD	2,59

Central Ventanas – NO_x Unidad 2

Ranking	Alternativa	Costo-Efectividad (MM\$/Ton Reducida)
1	SNCR	1,71
2	SCR	2,48
3	LNB	3,20

Nueva Ventanas – SO₂

Ranking	Alternativa	Costo-Efectividad (MM\$/Ton Reducida)
1	DFGD	4,42
2	WFGD	5,69

Nueva Ventanas – NO_x

Ranking	Alternativa	Costo-Efectividad (MM\$/Ton Reducida)
1	LNB	0,32
2	SNCR	1,18
3	SCR	1,66

Nota: Se observa un valor de costo-efectividad para LNB (Low NO_x Burneo) más bajo que el resultante para las otras unidades, esto se debe a que las otras unidades fueron consideradas como existentes, en cambio Nueva Ventanas como Campiche, como nuevas, lo que reduce la dificultad de "retrofit" de las unidades.

Campiche – SO₂

Ranking	Alternativa	Costo-Efectividad (MM\$/Ton Reducida)
1	DFGD	5,04
2	WFGD	6,26

Campiche – NO_x

Ranking	Alternativa	Costo-Efectividad (MM\$/Ton Reducida)
1	LNB	0,37
2	SNCR	1,32
3	SCR	1,91

Codelco División Ventanas - MP

Fuente	Ranking	Alternativa	Costo-Efectividad (MM\$/Ton Reducida)
Planta Secado	1	Filtro Mangas	0,81
	2	PES	9,39
Horno Basculante	1	Filtro Mangas	1,83
	2	PES	9,19
Horno RAF	1	Filtro Mangas	2,61
	2	PES	11,34
Horno Eléctrico	1	Filtro Mangas	2,69
	2	PES	32,86
Horno Troff	1	Filtro Mangas	10,08
	2	PES	37,80
Chimenea CPS	1	Filtro Mangas	4,56
	2	PES	10,91
Polvo Resuspendido	1	Pavimentación	0,92
	2	Bischofita	5,72

Cementos Melón – MP Carga Clínter a Camión y Tren

Ranking	Alternativa	Costo-Efectividad (MM\$/Ton Reducida)
1	Mangas Retráctiles	14,95
2	Encapsulamiento	277,41



7. PROGRAMA DE FISCALIZACION.

7.1. FUENTES FIJAS INDUSTRIALES.

La fiscalización de las medidas propuestas para las fuentes fijas es de atribución de la SEREMI de Salud, en base al decreto 2467/94 "Reglamento de laboratorios de medición y análisis de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes fijas", quienes deberán verificar la calidad de los muestreos de emisiones de material particulado y SO₂, realizado por los laboratorios privados.

Los muestreos anuales de material particulado puntuales y de verificación de los muestreos continuos deben ser avisados con 48 horas de anticipación a la SEREMI de Salud, con el fin de que este organismo tenga la posibilidad de fiscalizar los muestreos puntuales en terreno.

La SEREMI de Salud deberá implementar una base de datos con los avisos de muestreos y los resultados una vez que sean enviados oficialmente, los cuales serán revisados y autorizados dependiendo de los resultados obtenidos.

Las medidas de control de polvo resuspendido, tales como encapsulados, barreras de viento, aspirado de calles y mejoramiento de carpetas es también de atribución de la SEREMI de Salud, sin embargo deben quedar claramente establecidas en el plan de control de emisiones para tener el respaldo legal necesario.

De acuerdo al plan de descontaminación vigente y al decreto supremo 185/91 del Ministerio de Minería, le corresponde también al Servicio Agrícola y Ganadero, la fiscalización de las emisiones y cumplimiento de las medidas estipuladas en el plan de descontaminación vigente.

Se estima necesaria la implementación de una unidad de fiscalización del cumplimiento de las metas, compromisos y procedimientos, los que deben quedar establecidos en forma detallada en la actualización del Plan de Descontaminación, esta unidad debe tener la capacidad de fiscalización, por lo cual debe ser implementada con profesionales de la SEREMI de Salud y SAG, los cuales deben ser capacitados y contar con los medios técnicos necesarios para desempeñar sus labores.



7.2. FUENTES MOVILES EN RUTA

Transporte Público

La fiscalización de la medida propuesta es de atribución del MTT, quienes en forma habitual desarrollan la fiscalización de los sistemas de transporte público, teniendo la experiencia y metodología necesaria para tal efecto.

Transporte Privado

La implementación de la medida es de responsabilidad de las empresas localizadas en la zona de Ventanas, por lo cual puede ser fiscalizada por ellas, mediante el control de los contratos de suministro, las revisiones técnicas pueden ser realizadas en las plantas autorizadas en la actualidad.

El cumplimiento de la medida por parte de las empresas locales, puede ser realizado por CONAMA, en base a un sistema de registro de seguimiento que tendrían que implementar las empresas, con las fechas y certificados de revisiones técnicas otorgados por las plantas autorizadas.

7.3. FUENTES MOVILES FUERA DE RUTA

Maquinaria Industrial

La fiscalización de la medida propuesta es de atribución del MTT, quien en forma habitual realiza fiscalización del desempeño de las plantas de revisiones técnicas, incluidas las de tipo portátil, en base al DS 156/1990 del MTT "Reglamento para revisiones técnicas y autorización y funcionamiento de plantas revisoras".

En el caso de Ventanas una planta de revisión técnica tendría que pedir autorización al Secretario Regional Ministerial de Transportes para realizar una "revisión programada" en las instalaciones de una de las empresas, de acuerdo a un calendario establecido previamente.

La fiscalización de la calidad de los muestreos de emisiones y del desempeño de las plantas de revisiones técnicas, es realizada por el programa nacional de fiscalización del MTT, el cual tiene sus oficinas operativas en cada región. El programa nacional de



fiscalización cuenta en la actualidad con equipos móviles de medición, los que pueden ser destinados a la fiscalización aleatoria de la medida en la zona.

Maquinaria Marina

La medida propuesta es de atribución de DIRECTEMAR que mediante el Servicio de Inspecciones Marítimas, dependiente del Estado Rector del Puerto, deberá implementar la fiscalización de la medida, la que deberá ser registrada por cada nave en un libro específico para tal efecto.

El Anexo VI del MARPOL, entró en vigor internacional el 19 de mayo del 2005 y en Chile se encuentra ratificado desde el 2007, mediante la Norma DTO-174, la que fue publicada el 27.03.2008 y promulgada el 11.10.2007 por el Ministerio de Relaciones Exteriores.

La medida de uso de diesel en las embarcaciones marinas y maquinaria industrial, debería ser implementada por las empresas de distribución y fiscalizada por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

7.4. MEDIDAS DE GESTION PUBLICA

La fiscalización de las medidas de control de emisiones de polvo generadas por la construcción, catastro de sitios eriazos, e implementación de registro de denuncias y comunicación a la comunidad, puede ser implementada por la Municipalidad, por medio de las ordenanzas municipales.

En la actualidad los municipios no cuentan con encargados de gestión ambiental municipal, sin embargo se ha considerado dentro de la propuesta de nueva institucionalidad ambiental nacional que las municipalidades cuenten con este cargo.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El crecimiento de la actividad industrial, pone en peligro el cumplimiento de las normas de calidad del aire, a pesar de que en la actualidad las concentraciones de contaminantes se encuentran en niveles de latencia, se estima que en el futuro con la implementación de los proyectos que se encuentran aprobados en el SEIA, aumentarán considerablemente las emisiones y su impacto en la calidad del aire. Por este motivo se sugiere realizar una modelación de la calidad del aire con las emisiones proyectadas en este estudio para escenarios 2015 y 2020.

A pesar de que en la evaluación ambiental de los proyectos que ingresan al SEIA, se ha considerado el impacto de los proyectos en las emisiones de MP y SO_x, las estimaciones de emisiones sólo consideran las fuentes principales, sin considerar y estimar el aumento en las actividades de transporte de materias primas, productos y personal en la zona de Ventanas, lo que implica un aumento en el tráfico vehicular, en la actividad portuaria y uso de maquinaria industrial. Estas emisiones son de baja altura y tienen un impacto muy local que no ha sido evaluado en el marco del SEIA.

Por otro lado el cumplimiento de la declaración de emisiones ha estado enfocado, como lo establece el DS 138/2005 del MINSAL, sólo en algunos tipos de fuentes, por lo que no se cuenta con información del total de fuentes fijas que pudiera servir como base para la elaboración de un inventario más detallado, y por lo tanto, del establecimiento de medidas de control para éste tipo de fuentes.

En la actualidad la evaluación ambiental se ha centrado en las inmediaciones de las actuales fuentes de emisión y en el impacto que ellas generan por sus emisiones de MP y SO₂, dado que se estima necesario la modificación del plan de descontaminación vigente, sin embargo, se sugiere que se evalúe también el impacto de fuentes que están más alejadas de la zona estudiada, la confección de campos de viento en la zona puede orientar a la definición de las localidades, fuentes industriales o actividades humanas que puedan estar impactando la calidad del aire en la zona.

Se sugiere estudiar el impacto que tienen las emisiones de precursores de material particulado tales como el SO_x y NO_x en las inmediaciones de la zona, además del impacto por Ozono que puedan generar las actuales y futuras emisiones.

Se sugiere establecer un sistema de compensación de emisiones formal, en el marco de la actualización del plan de descontaminación de la zona de Ventanas.



La futura modificación del plan de descontaminación vigente, debe considerar la necesaria capacitación de los distintos organismos fiscalizadores en los nuevos procedimientos, sistemas de registro y herramientas de fiscalización que será necesario implementar, por lo cual se deben prever los recursos económicos, físicos y de nuevos profesionales necesarios.

Como parte de los temas a considerar en la capacitación se estima de gran relevancia, para el adecuado seguimiento a las emisiones generadas por las fuentes fijas, implementar un sistema similar al existente en la Región Metropolitana que permita calificar a los laboratorios de medición de gases y material particulado, considerando la calificación del personal (supervisor, operador de caja y operador de sonda), así como las instalaciones de laboratorio necesarios. Se deben considerar además las exigencias relacionadas con calibraciones de equipos, tanto a través del ISP como del programa de calibraciones propio del laboratorio de medición, el cual debe ser parte integrante del Manual de Procedimientos que debe ser presentado dentro de la documentación requerida para la autorización del laboratorio.

Se recomienda implementar además el sistema de aviso de las mediciones oficiales y registro por parte de la Autoridad Sanitaria con el fin de establecer un programa de auditorías en terreno, de manera de poder fiscalizar tanto el cumplimiento de las metodologías y procedimientos de muestreo y análisis, como de la operación a plena carga, lo cual junto a la programación de mediciones de referencia sin aviso previo al titular de la fuente son consideradas herramientas de gestión de gran relevancia al momento de controlar la representatividad de las mediciones oficiales y del cumplimiento de los límites de emisión/concentración establecidos para los distintos contaminantes.

Se recomienda implementar una base de datos para el registro de los resultados obtenidos de las mediciones realizadas por las distintas fuentes fijas existentes y nuevas en la zona de Ventanas.

En cuanto al monitoreo continuo de emisiones, es necesario contar con un Reglamento Técnico que permita establecer y estandarizar los procedimientos y requisitos mínimos tanto de los instrumentos y sistemas de medición como de los Protocolos que deben presentarse para su validación (que actualmente son requeridos en el SEIA), de modo de asegurar la representatividad y precisión respecto de cada uno de los parámetros que deben ser medidos en forma continua. Es importante mencionar que los sistemas de monitoreo continuo deben ser certificados internacionalmente, sin embargo la validación debe realizarse considerando la Verificación con Gases Patrón y mediante los Ensayos de



Comparación con Laboratorio Autorizado acreditando el cumplimiento de la Desviación de la Calibración y Exactitud Relativa.

Es importante poder contar con un sistema de gestión que permita estandarizar las exigencias establecidas para los distintos tipos de fuentes fijas identificadas en la zona de Ventanas, con el fin de contar con requisitos ambientales mínimos que deben cumplir cada una de las actividades, considerando cada una de las recomendaciones planteadas en el presente informe.

Otro punto importante a tener en consideración es la fiscalización de la calidad del combustible empleado tanto en fuentes fijas como en fuentes móviles, incluyendo el uso de aditivos. Es necesario aumentar la frecuencia de las campañas de fiscalización, las que son realizadas normalmente, por el personal de la SEC a las instalaciones de consumo propio existentes al interior de los establecimientos industriales, con el fin de tener información de la caracterización del combustible empleado normalmente más allá del declarado al momento de las mediciones y revisiones técnicas, con el fin de detectar cualquier adulteración que pudiera afectar la generación de emisiones que impactan en la calidad del aire de la zona de Ventanas.

Se recomienda la realización de los estudios y trámites necesarios para la declaración, por parte de DIRECTEMAR, de zona bajo control de emisiones de SOX en el marco del MARPOL para la zona de Ventanas, con el fin de poder restringir el contenido de azufre en los combustibles empleados en buques para reducir el impacto de las emisiones de SO_x en la zona de Ventanas. La fiscalización debe ser implementada por el Servicio de Inspecciones Marítimas, dependiente del Estado Rector del Puerto.

Se recomienda incluir en el inventario de emisiones la quema abierta de residuos domiciliarios, incluidos los residuos de podas, hojas y matorrales de pequeño tamaño, para los cuales no existe un registro en ningún organismo, este tipo de actividades debe ser prohibido, fiscalizado y sancionado por la Municipalidad respectiva en toda la zona de estudio.

Se recomienda realizar un catastro detallado de los equipos de combustión residencial de leña que se encuentran operando en la zona, se propone que el organismo encargado sea la Municipalidad. Como segundo paso se sugiere la evaluación de un programa de recambio de calefactores por tecnologías de menor emisión, educación en el correcto uso de los calefactores, mejoramiento en la calidad de la leña y apoyo en la mejora del aislamiento térmico de las viviendas.



Se recomienda generar un catastro de calles sin pavimentar (longitud, coordenadas, tráfico, etc.) y generar un plan maestro de pavimentación de forma tal de priorizar aquellas calles de mayor tráfico.

Para el control de las emisiones de polvo generadas en calles sin pavimentar en los proyectos que sean sometidos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, se recomienda considerar las medidas de mitigación que se exige a los proyectos que ingresan al SEIA en la Región Metropolitana.



9. GLOSARIO.

ACA: Air Compliance Advisor Software.

CDEC-SIC: Centro de Despacho Económico de Carga del Sistema Interconectado Central

CO: Monóxido de Nitrógeno

CONAF: Corporación Nacional Forestal

CONAMA: Comisión Nacional del Medio Ambiente

COREMA: Comisión Regional del Medio Ambiente

COV: Compuestos Orgánicos Volátiles

CPS: Horno Convertidor Pierce-Smith

CUEcost: Coal Utility Environmental Cost

DFGD: Dry Flue Gas Desulphurization (Desulfurización Seca)

DIRECTEMAR: Dirección de Territorio Marítimo y Marina Mercante

DWT: Dead Weight Ton (Tonelada de Peso Muerto)

EPA: Environmental Protection Agency (U.S.)

HCNM: Hidrocarburos No Metánicos

HCT: Hidrocarburos Totales

Hg: Mercurio

LNB: Low NOx Burner (Quemadores de Bajo NOx)

MARPOL: Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación desde Barcos

MINSAL: Ministerio de Salud

MP: Material Particulado

MP₁₀: Material Particulado bajo 10 micrones de diámetro aerodinámico

MP_{2,5}: Material Particulado bajo 2,5 micrones de diámetro aerodinámico

MTT: Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

MW: Mega Watt



NH₃: Amoníaco
NO₂: Dióxido de Nitrógeno
NO_x: Óxidos de Nitrógeno
PES: Precipitador Electroestático
PIB: Producto Interno Bruto
PTS: Particulado Total en Suspensión
RAF: Horno de Refinación a Fuego
RCA: Resolución de Calificación Ambiental
SAG: Servicio Agrícola y Ganadero
SCR: Selective Catalytic Reduction (Reducción Catalítica Selectiva)
SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustibles
SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
sL: Silt Load (Carga de Silt: material granulado inferior a 75µm)
SNCR: Non Selective Catalytic Reduction (Reducción Catalítica No Selectiva)
SO_x: Óxidos de Azufre, generalmente expresado como SO₂ (Dióxido de Azufre)
SWFGD: Sea Water Flue gas Desulphurization (Desulfurización con Agua de Mar)
UF: Unidad de Fomento
USACERL: U.S. Army Construction Engineering Research Laboratories
USD: Dólar de Estados Unidos
VAPCCI: Vatavuk
WFGD: Wet Flue Gas Desulphurization (Desulfurización Húmeda)

10. BIBLIOGRAFIA.

INVENTARIO DE EMISIONES DE LA ZONA DE VENTANAS Y ESTIMACIÓN DE SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL AIRE”, DICTUC S.A. para CONAMA V Región año 2007.

Emissions Factors & AP 42, US EPA, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, 1995.

Estudio Preliminar del Material Particulado de Fuentes Estacionarias: Aplicación al Sistema de Compensación de Emisiones en la Región Metropolitana, Chile, Margarita Préndez, Roberto M. Corvalán y Michael Cisternas, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Depto. de Química Orgánica y Fisicoquímica, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Depto. de Ingeniería Mecánica, Mutual de Seguridad, 2007.

Analysis of Commercial Marine Vessels Emissions and Fuel Consumption Data. EPA. February 2000.”.

Code of Federal Register CFR-40, part 60 Standart of perfomance for primary copper smelter, USEPA, 41 FR 2338, Jan. 15, 1976.

DIRECTIVA 2001/80/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión, 23 de octubre de 2001.

”Dwyer et al, 1992. Assessing The Benefits and costs of the Urban Forest. En: Journal of Agriculture, vol.18. Nº5 de septiembre de 1992. Páginas 227-234. Johnsons and Newton, 1990 Building Green. London ecology Unit. Londres, Inglaterra”