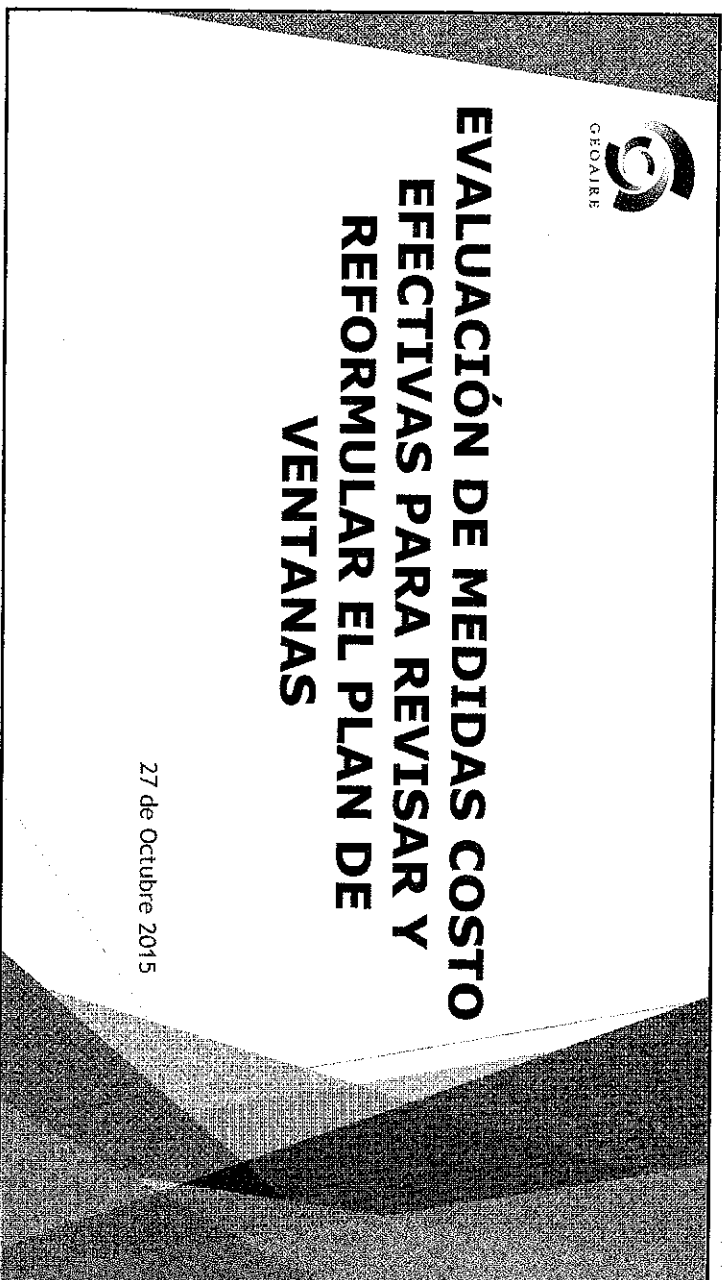


1590



1501

ANÁLISIS DE COSTOS

Resumen de costos de medidas aplicadas

Costo Unitario Equivalente (CUE) según medida y empresa

EMPRESA	ENAP	AES GENER	CODELCO	Otras
Medida	Precipitador Electrostatico en Crocking Catalitico	Encapsulamiento zonas de acopio	Sistema de control en Horno de Refino	Encapsulamiento zonas de acopio
CUE	1.240 USD/ ton abatida MP (97% de eficiencia)	465.500 - 764.176 USD/ton abatida MP 3101835-5.092.045 USD/ton abatida MP ₃	21.541 - 27.093 USD/ ton abatida MP	374.393 - 614.611 USD/ton abatida MP ₂ 2.495.580-4.096.792 USD/ton abatida MP ₃
EMPRESA	ENAP	AES GENER	CODELCO	Otras
Medidas	Reemplazo a URU (WSA)	Aumento eficiencia desulfurizadores semi-humedos		
CUE	388.872 USD/ton abatida SO ₂	276 USD/ton abatida SO ₂	0	0
EMPRESA	ENAP	AES GENER	CODELCO	Otras
Medidas	Reemplazo a quemadores low-NO _x			
CUE	9.793 USD/ ton abatida NO _x	0	0	0

PROPUESTA DE CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS

- Las medidas del Plan consideraran una serie de estudios para el diseño de ellas, así como los estudios de factibilidad y tiempos de licitación, ejecución, e implementación
- El periodo de implementación se ha establecido en base a información sobre tiempos de instalación y conexión de equipos de abatimiento entregadas por proveedores.

Medidas a Implementar	Tiempo de instalación	Tiempo de conexión
Sistema de desulfuración	18-24 meses	10-15 días
Abatimiento para metales pesados	12-16 meses	10-15 días

La experiencia en medidas aplicadas a sistemas de control de las normas de emisión de Termeléctricas y Fundiciones de cobre indican que un periodo de 2 a 3 años es un tiempo mínimo para su implementación.

Por lo anterior, se estima que un periodo de 3 a 5 años, sería suficiente para permitir que todas las medidas estén implementadas.

1592

ANÁLISIS DE COSTOS

Resumen de costos de medidas aplicadas

Indicadores económicos de costo por medida evaluada y empresa (Miles de Dolares Americanos MUSS)

Empresa	ENAP	AES GENER	CODELCO	Otras
Medida:	Precolector Electrodrítico en Cracking Catalítico	Encapsulamiento Zonas de acopio	Sistema de control en Horno Refino	Encapsulamiento Zonas de acopio
INVA	6,623	25,651-42,109	5,419-6,623	68,788-112,923
VAC	10,788	25,651-42,110	8,577-10,788	68,788-112,923
CAE	1,068	2,538-4,167	849-1,068	6,807-11,174
Empresa:	ENAP	AES GENER	CODELCO	Otras
Medida:	Reemplazo a URA (MSA)	Aumento eficiencia desulfurizador		
INVA	35,644	0	0	0
VAC	35,644	10,399	0	0
CAE	3,327	1,029	0	0
Empresa:	ENAP	AES GENER	NO.	CAE
Medida:	Reemplazo o quemadores low-NO _x		CODELCO	Otras
INVA	59,753	25,651-42,109	108,317-175,542	68,788-112,923
VAC	66,361	36,050-52,508	111,475-179,707	68,788-112,923
CAE	6,567	3,567-5,196	11,031-17,782	6,807-11,174
			TOTAL	

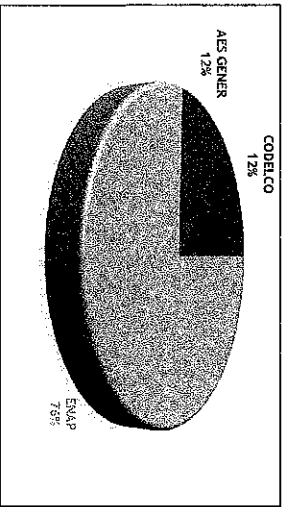
ANÁLISIS DE COSTOS

Resumen de costos de medidas aplicadas

Indicadores de costo totales (agregados) de las medidas propuestas

	Valor minimo (MUSS)	Valor maximo (MUSS)
INVA	262.508.516	390.327.829
VAC	282.673.441	411.499.308
CAE	27.971.143	40.718.739

La distribución del Costo Anual Equivalente (CAE) total de la propuesta entre las distintas empresas incluidas en el análisis, sin incluir el encapsulamiento de acopios, se muestra a continuación:





ANÁLISIS DE COSTOS

Medida M6: Cambio de tecnología de la URA 1 al tipo WSA

Se evaluó el reemplazo de la Unidad Recuperadora de Azufre N° 1 (URA1) por un sistema de mayor eficiencia. De acuerdo a lo informado por ENAP, el sistema escogido corresponde a una URA del tipo WSA (Wet gas sulphuric acid process), cuya eficiencia en la remoción de SO₂ es de un 99% según la Guía BREF para refinerías de petróleo.

El costo de inversión asociado a la implementación de esta nueva tecnología de recuperación de azufre es de US\$45.000.000, de acuerdo a lo informado por ENAP. Esta inversión se asumió ejecutada en su totalidad el año 2018.

Por otro lado, debido a los altos montos de inversión, el aumento en los costos operacionales debido al recambio de una tecnología URA por una de mayor eficiencia se consideró despreciable.



ANÁLISIS DE COSTOS

Medida M7: Encapsulamiento de zonas de acopio

Superficie y emisiones de MP fino asociadas a acopios

Código	Superficie acopios (m ²)	Emisión PM10 (ton/a)	Emisión PM2,5(ton/a)
Puerto Ventanas	175.312 (*)	27.196	4,080
Planta Cemento	94.316	12,337	1,851
AES Gener	22.881	3,234	0,485
	43.703	5,453	0,818

(*) No incluye los 4.200 m² encapsulador por COBOLCO en la División Ventanas como acopio de concentrado de cobre, lo cual fue informado durante el desarrollo de este estudio.

Se consideró la evaluación de un domo tipo Turner, cuyo costo de inversión por superficie a cubrir es de 1,090 USD/m² de acuerdo a lo estimado en el Trabajo de Título de G. Tapia de la Universidad de Chile (2012). Este valor representa el máximo del rango de costos por esta medida.

El límite inferior del rango de costos de inversión está dado por un domo de tipo geodésico, formado por tubos de acero y una cubierta de acero galvanizado. El valor de este tipo de estructura es de 741 USD/m² actualizada a 2015.

Los valores fueron actualizados de acuerdo al Índice de Precios al Consumidor (IPC) y expresado en dólares americanos, según el tipo de cambio al 04 de Septiembre de 2015.

1594



ANÁLISIS DE COSTOS

Medida M4: Implementación de un sistema de material particulado en Cracking Catalítico

Costos de inversión y operacionales de precipitadores electrostáticos

Eficiencia (%)	Concentración de salita de fip (mg/Nm3)	Inversión (EUR millón)	Costo operacional (EUR milliorario) *
90	30	4 - 6	0.25 - 0.5
85 - 95	<50	3 - 5	0.25 - 0.5
95	10 - 20 *	5,5	bajo @
90 - 95	<50 #	4 - 6	0.25 - 0.5

* Fuente: Referencia Document on Best Available Techniques for Minerals Oil and Gas Refineries, 2003

Se analizó la implementación de un Precipitador Electrostático (ESP), para lo cual se consideró el costo de inversión igual a la media del rango indicado para eficiencias entre el 90%-95%, es decir, 5 EUR millón. Este valor fue convertido a dólares americanos, además de actualizado de acuerdo al índice de Precios al Consumidor (IPC).

Respecto a los costos operacionales, se asumieron igual a la media del rango respectivo y también fueron convertidos a dólares americanos, y actualizados según IPC.



ANÁLISIS DE COSTOS

Medida M5: Conversión de quemadores convencionales a quemadores tipo Low NOx

Costos de inversión y operacionales quemadores low-NOx

Best practice 3 & 02	Control de NOx para calentadores y calderas de la refinación del gas licuado en quemadores Ultra-Low-NOx	Calderas de aceite combustible en quemadores Low-NOx	Calentadores de combustible residual en quemadores Low-NOx
Costo de inversión (EUR millón)	30	150	150
Costos operacionales anuales (excluye cargo de capital) (EUR millón)	0.2 - 0.6	0.3 - 0.9	0.3 - 0.9
	0	0 - 0.02	0 - 0.02

* Fuente: Reference Document on Best Available Techniques for Minerals Oil and Gas Refineries, 2003

Se consideró un costo de inversión unitario igual a la media del rango indicado, es decir, 0,6 EUR millón. Este valor fue convertido a dólares americanos, además de actualizarlo de acuerdo al Índice de Precios al Consumidor (IPC).

Respecto a los costos operacionales unitarios, se asumieron igual a la media del rango respectivo y también fueron convertidos a dólares americanos, y actualizados según IPC.

ANÁLISIS DE COSTOS

Medida M2: Implementación de sistema de control de material particulado en el Horno de Refino

Costos de inversión y operacionales de sistemas de control de MP

Medida	Eficiencia (%)	Costos de Inversión (Millas USD/MW)	Costos O&M Fijos (Millas US\$/MW)	O&M Costos Variables (USD/MWhr)	Pérdida Potencia (%)	Vida Útil (Años)
ESG ⁽¹⁾	50.0%	31	0	0	0	30
ESP ⁽²⁾	98.0%	110	0.6	0	0.002	30
FA 99% ⁽³⁾	99.0%	90	0	0.5	0.003	30

Fuente: Análisis técnico-económico de la aplicación de una norma de emisión para termoelectrías, 2010.

(1) LGS: Lavado de Gases.

(2) ESP: Precipitador electrostático.

(3) FA: Filtro de mangas.

Se estimó la proporción de aumento en los costos operacionales del filtro de mangas (FM) por cada 1% de aumento de eficiencia y con respecto a los costos de un Precipitador Electrostático (ESP) de un 90% de eficiencia. De esta manera, se obtuvo un valor del costo operacional en base a la información de la guía *BREF for the Mineral Oil and Gas Refinery Industry* (2003).

Los valores fueron actualizados de acuerdo al Índice de Precios al Consumidor (IPC) y expresados en dólares americanos (USD).



ANÁLISIS DE COSTOS

Medida M3: Límite de emisión de SO2 en Planta de ácido de 200 ppm

Si bien se propone como medida aumentar la eficiencia de mitigación de SO2 de la Planta de Ácido Sulfúrico (PAS) a 200 ppm (518 mg/m³N), esto ya fue incorporado en el estudio de "Evaluación de costos de escenarios regulatorios para una norma de emisión de fundiciones de cobre" (2012), realizado por COPRIIM Ingeniería para el Ministerio del Medio Ambiente. En este análisis se consideró un límite máximo de emisión en chimenea de Planta de Ácido de 150 ppm (400 mg/m³N), es decir, más exigente que lo indicado por el D.S. N° 28/2013, para lo cual se evaluaron económicamente medidas como la de mejorar la capacidad de tratamiento de gases de la (PAS) de la Fundación Ventanas y de los gases cola respectivos.

ANÁLISIS DE COSTOS DE LAS MEDIDAS



- ▶ Para cada medida se estimaron los costos de capital y de operación
- ▶ Supuestos:
 - ▶ Tasa de descuento 6%
 - ▶ Horizonte de evaluación del 2015 al 2030
- ▶ Indicadores económicos
 - ▶ Inversión Actualizada (INVA)
 - ▶ Valor actualizado de Costos (VAC)
 - ▶ Costo Anual Equivalente (CAE)
 - ▶ Costo Unitario Equivalente (CUE)

ANÁLISIS DE COSTOS DE LAS MEDIDAS



Medida M1: Aumento de la eficiencia de los 3 desulfurizadores semi húmedo

Costos de inversión y operacionales, según eficiencia desulfurizadores

Medida	Eficiencia (%)	Costos de Inversión (Miles USD/MWh)	Costos O&M Fijos (Miles USD/MWh)	O&M Costos Variables (USD/MWh/a)	Pérdida Potencial (%)	Vida Útil (Años)
FS 50%	50,0%	0	0	0,1	0%	N/A
FGD Wet 60%	60,0%	220	2	0,333	0,013	30
TGD Wet	90,0%	220	2	0,5	0,02	30
SDA 60%	60,0%	160	2	0,857	0%	30
SDA	90,0%	160	2	1,3	1%	30
SW/FGD 60%	60,0%	200	2	0	1%	30
SW FGD	90,0%	200	2	0	2%	30
FS + FGD Wet	95,0%	220	2	0,6	2%	30

Fuente: Análisis técnico-económico de la aplicación de una norma de emisión para termoelectricas, 2010



SDA-FGD: 0,014 USD/MWh por aumento de un 1% eficiencia.

La producción anual de energía para cada una de las unidades del complejo fue obtenida a partir de Información del CDEC-SIC (operación real).

Se mantuvo las diferencias porcentuales de los costos variables informados por el CDEC-SIC



EVALUACIÓN DEL RIESGO EN SALUD

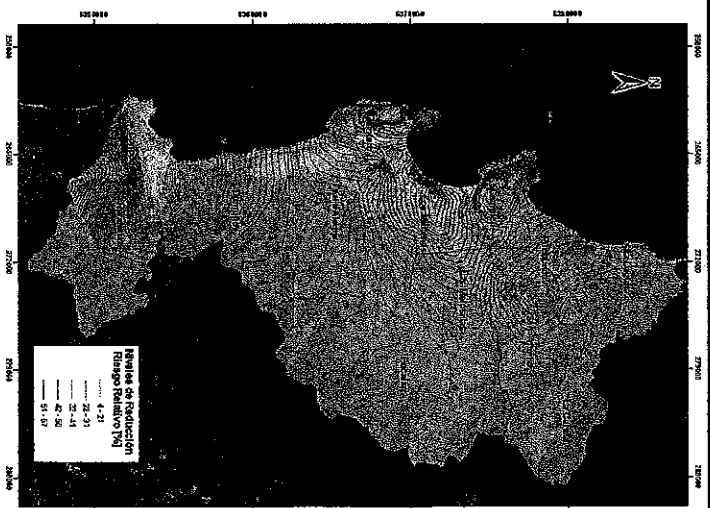
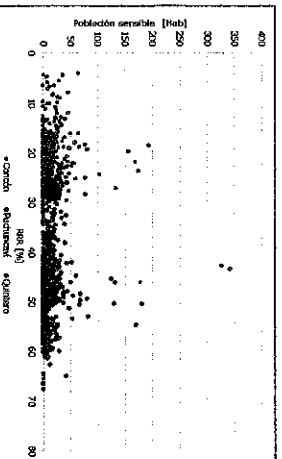
- ▶ El riesgo se asocia a la proporción que representa la concentración que respira la población en relación al valor de la norma.
- ▶ Riesgo base = Concentración caso base/Norma MP2,5
- ▶ Riesgo futuro con Plan = Concentración con Medidas/Norma MP2,5
- ▶ RRR = Reducción Relativa del Riesgo

$$RRR = \frac{R_{base} - R_{futuro}}{R_{base}} * 100$$

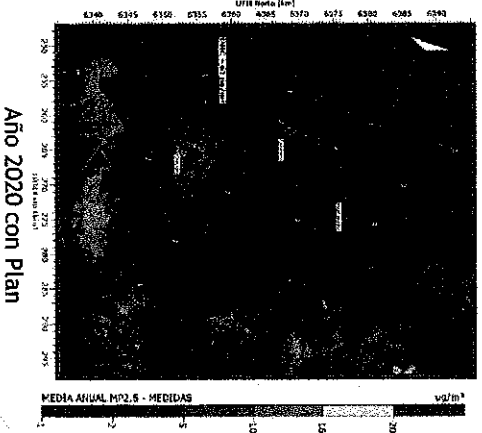
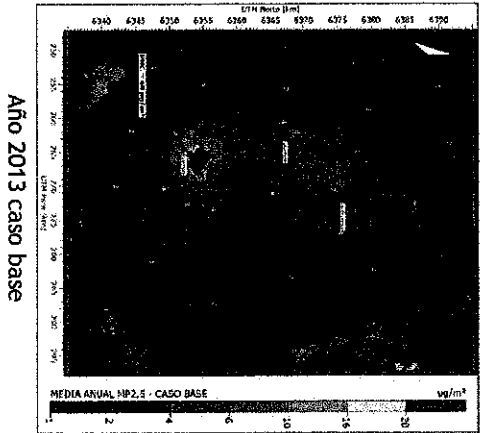


Reducción Relativa del Riesgo

Comuna	Dirección	Población sensible (Q. 65 años)	RRR ponderado (%)
Concepción	Refinería	6.489	20
Concepción	Total	181	46
Concepción	Carrocillo	6.670	41
Concepción	La Candelita	1.421	51
Concepción	La Laguna	47	31
Concepción	Las Melostillas	326	49
Concepción	Las Maternas	10	51
Concepción	Placita de Puctuncavi	42	69
Concepción	Pucallan	248	42
Concepción	San Antonio	130	50
Concepción	Total	569	45
Quintero	Dunino	2.793	48
Quintero	Quintero	342	43
Quintero	Valle Alegre	5.470	45
Quintero	Total	8.605	43
Quintero	Total	5.937	43
Quintero	Total	13.400	34



Comparación de las isoconcentraciones de MP2,5 entre el año 2013 caso base y el año 2020 con Plan

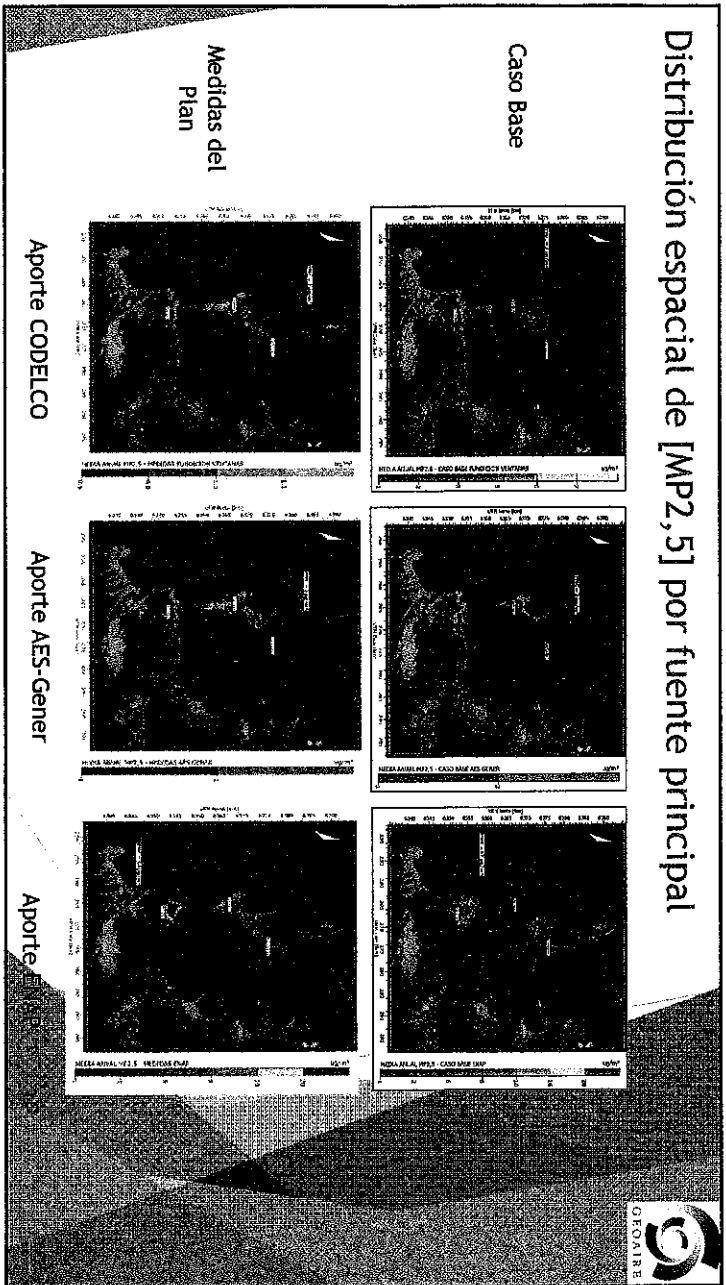


Año 2013 caso base

Año 2020 con Plan



Distribución espacial de [MP2,5] por fuente principal

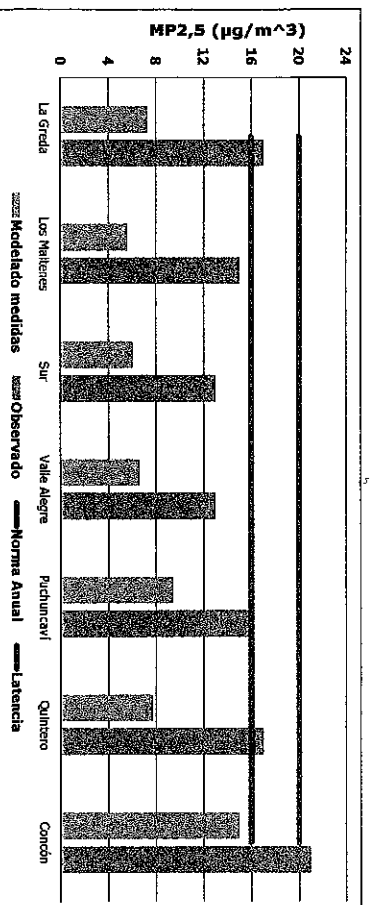


REDUCCION DE CONCENTRACIONES MP2,5 (µg/m³)

Estaciones	Concentraciones Caso Base					Concentraciones con Medidas del Plan				
	ENAP	Fundición Ventanas	AES GÉNER	Otras Fuentes	TOTAL	ENAP	Fundición Ventanas	AES GÉNER	Otras Fuentes	TOTAL
La Greda	0,9	3,8	0,9	1	6,6	0,5	0,8	0,7	1	3,0
Los Maitenes	0,8	3,2	1,3	0,4	5,7	0,4	0,3	1,0	0,4	2,1
Ventanas	1,1	4,7	1	2,3	9,1	0,5	1,0	0,7	2,3	4,5
Sur	1,4	2,5	1,2	0,5	5,6	0,6	0,5	0,9	0,5	2,5
Valle Alegre	0,7	1,3	1,5	0,3	3,8	0,4	0,2	1,2	0,3	2,1
Pichuncavi	0,5	2	1,5	1,7	5,7	0,2	0,2	1,2	1,2	2,5
Quintero	1,2	2	0,6	1,1	5,4	0,7	0,2	0,5	1,1	2,5
Concón	10,9	0,6	1	2,3	20,8	11,5	0,1	0,5	2,3	14,7
Llanquihue vecinos	4,9	0,6	0,9	3,3	11,7	2,9	0,1	0,7	5,3	8,9
Coltón	4,9	0,5	0,9	1,3	7,6	3,1	0,1	0,7	1,3	5,2
EPS GOVIOLAS	9	0,6	1	0,9	11,5	6,1	0,1	0,9	0,9	7,9

Esta Tabla muestra las concentraciones que se tienen en el caso base y aquellas que se obtendrían por la implementación de las medidas del Plan. Se observa una reducción en todas las estaciones, para el caso de Concón se observa una disminución de 6,1 µg/m³.

Comparación entre la concentración del MP2,5 anual modelado con las medidas del Plan y la concentración de MP2,5 anual registrado el año 2013



1600

PROPUESTA DE MEDIDAS DE REDUCCION DE EMISIONE

Contaminantes a reducir: MP2,5 primario, SO₂ y NO_x

ID	Emisiones	Descripción de la Medida
M1	AES GENER	DESULFURIZADOR SEMI HÚMEDO: Aumentar la eficiencia de remoción de SO ₂ por sobre 90% (200 mg/m ³ N)
M2	Función Ventanas	HORNO REFINO: Instalación de tecnología de control con eficiencia del 98% o tecnología de proceso con equivalente eficiencia (50 mg/m ³ N) PLANTA DE ACIDO: Aumentar la eficiencia de remoción de SO ₂ por sobre un 99% (200 ppm)
M4		CRACKING: Instalación de tecnología de control con eficiencia del 99% o tecnología de proceso con equivalente eficiencia
M5	ENAP	HORNOS Y CALDERAS: Cambio de Quemadores convencionales a quemadores Low Nox o tecnología primaña de control con eficiencia equivalente (~ 50%)
M6		Cumplir con exigencia contenida en RCA sobre cambio de la tecnología de la URA 1 a una tecnología con un eficiencia de remoción de SO ₂ superior o igual a 99%
M7	ACOPIOS	Encapsulamiento de las zonas de acopio o técnica con eficiencia equivalente de un 99%

EMISIONES SIN PLAN PARA EL AÑO 2017 Y CON PLAN PARA EL AÑO 2020

Tipo	Fuente	Caso Base Año 2015			Año 2017 sin Plan, con norma termoeléctrica y fundiciones			Año 2020 con Plan		
		MP2,5	SO ₂	NO _x	MP2,5	SO ₂	NO _x	MP2,5	SO ₂	NO _x
Puntual	AES GENER	892	16506	9527	269	7948	7885	269	4214	7885
	Función COPELCO	13	13763	0	119	42873	0	79	11554	0
	BMAP	1740	1723	14924	1140	1711	1197	279	1202	972
	Otras puntuales (05-138)	255	76	97	255	078	979	255	178	979
	Sub Total	1590	25925	10223	1783	22510	10061	852	17649	9241
	Urbana Pichinachi	203	0	0	208	0	34	268	0	4
	Urbana Quintero	196	0	0	186	0	42	186	0	42
	Urbana Condon	110	0	0	10	0	83	24,5	0,3	8,2
	Transporte Pichinachi	265	0	0	245	0,2	8,3	10	2,2	386,3
	Transporte Quintero	297	0	0	37	1,2	1572	37	1,2	1572
Transporte Condon	295	5	0	219	5	0	219	5	619,5	
Acopios de CODELCO	44	0	0	41	0	0	9	0	0	
Acopios de AES GENER	0,8	0	0	0,8	0	0	0	0	0	
Acopios Puerto Ventana	1,9	0	0	1,9	0	0	0	0	0	
Acopio Planta Cementera	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0	0	
Plantas deportivas	0,04	0	0	0,04	0	0	0,04	0	0	
Plantas de andes	3,7	0	0	3,7	0	0	3,7	0	0	
Sub Total	100	9,5	1153,9	110,5	9,5	1153,9	103,2	9,5	1153,9	
TOTAL										

- MP2,5 reduce en 48%
- SO₂ reduce en 22%
- NO_x reduce en 3%

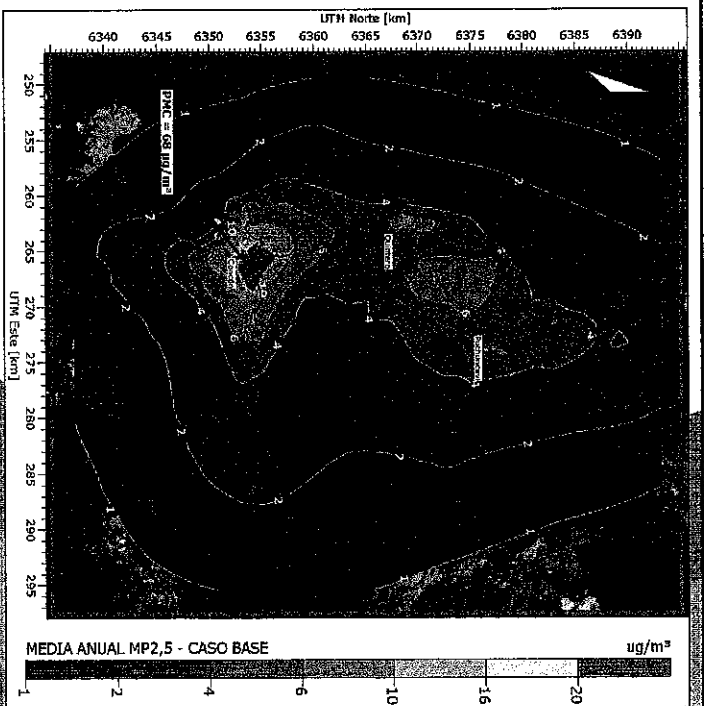


1001

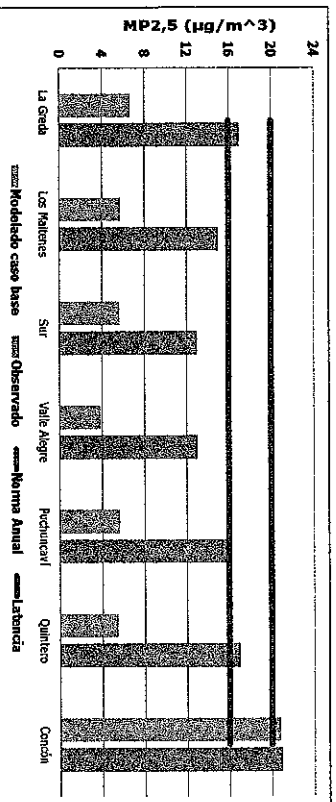
Concentraciones media anual de MP2,5 µg/m³

Se muestran los resultados de la modelación del Caso base en cada una de las estaciones de monitoreo, al considerar el total de las emisiones consideradas en este estudio

Estaciones	EMAP Ventileras	Fuente(s) Ventileras	ASE GENERAL	Otras Fuentes	TOTAL
TEGUCIGALPA	0,9	3,8	0,9	1,0	6,6
Los Molinos	0,8	3,2	1,3	0,4	5,7
VENTANAS	1,1	4,7	1,0	2,3	9,1
SUR	1,4	2,5	1,2	0,3	5,6
VALLE ALAGRE	0,7	1,3	1,5	0,3	3,8
BIGUANZA (v)	0,5	2,0	1,5	1,7	5,7
Quintero	1,7	2,0	0,6	1,1	5,4
CONCEPCIÓN	16,9	0,6	1,0	2,3	20,8
LA JARILLA (v)	4,9	0,6	0,8	5,3	11,7
COJUDO	4,9	0,5	0,9	1,3	7,6
LOS CAJONES	9,0	0,6	1,0	0,9	11,5



MP2,5 Caso Base: Observado v/s Modelado



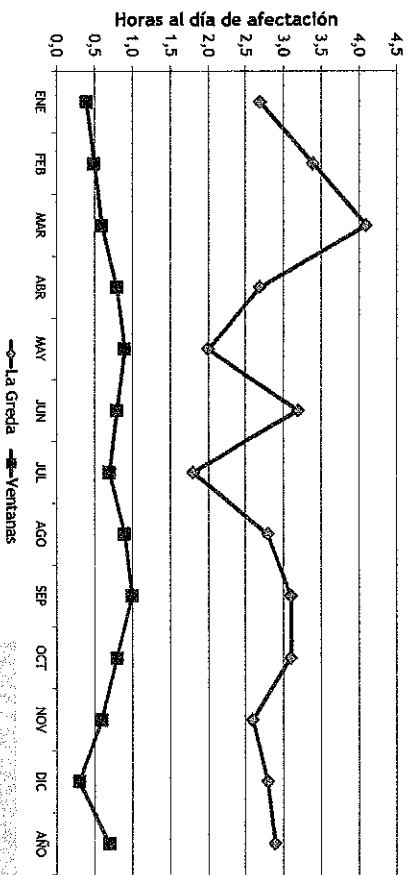
Consideraciones:

- ▶ Inventario de Emisiones
- ▶ Monitoreo MP2,5 2013
- ▶ Aporte secundario sólo por SO₄ y NO₃
- ▶ La modelación representa el aporte de las emisiones de las fuentes principales
- ▶ No todas las fuentes consideradas



1602

Horas al día de afectación (por mes) considerando todos los acopios o almacenamientos para la localidad poblada de La Greda y Ventanas



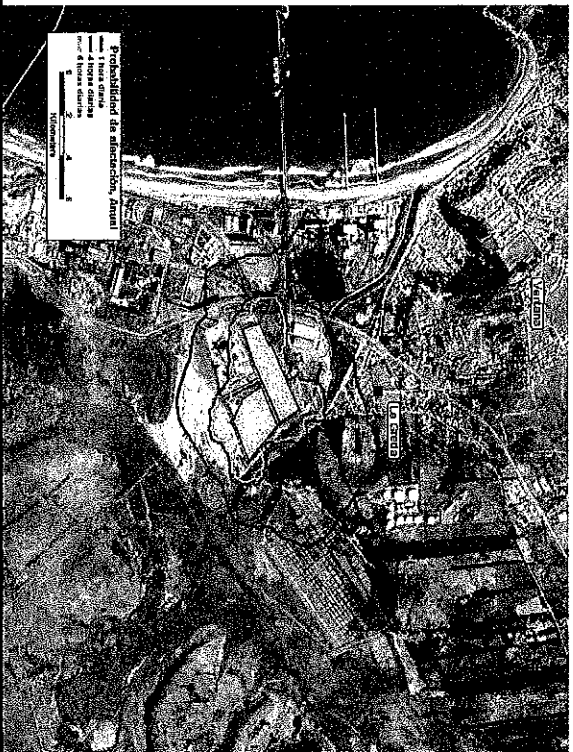
Se observa que la población de la zona de La Greda presenta un mayor número de horas al día de afectación por material particulado que la zona de Ventanas. Sin embargo, ambas zonas reciben el aporte de las emisiones de los acopios.

Resultados de la Modelación [MP2,5] Caso Base (2013)

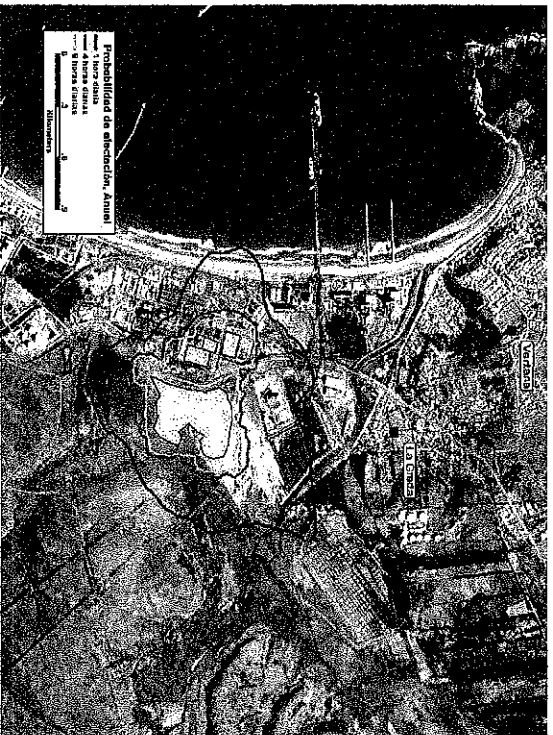


1603

Puerto Ventanas - Catamutún: Probabilidad que se afecte en 1, 4 o 6 horas diarias en un año, la zona aledaña al acopio de materiales

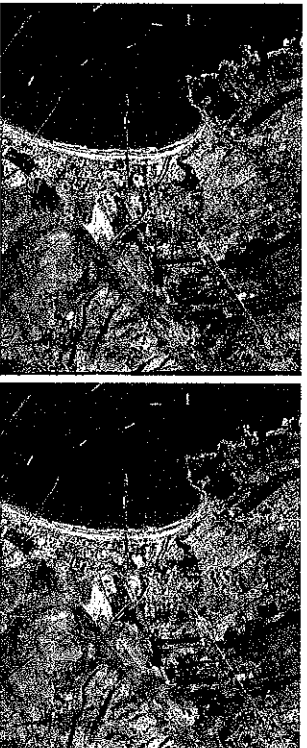


CODELCO: Probabilidad que se afecte en 1, 4 o 6 horas diarias en un año la zona aledaña al acopio del concentrador



Trayectorias de masas de aire

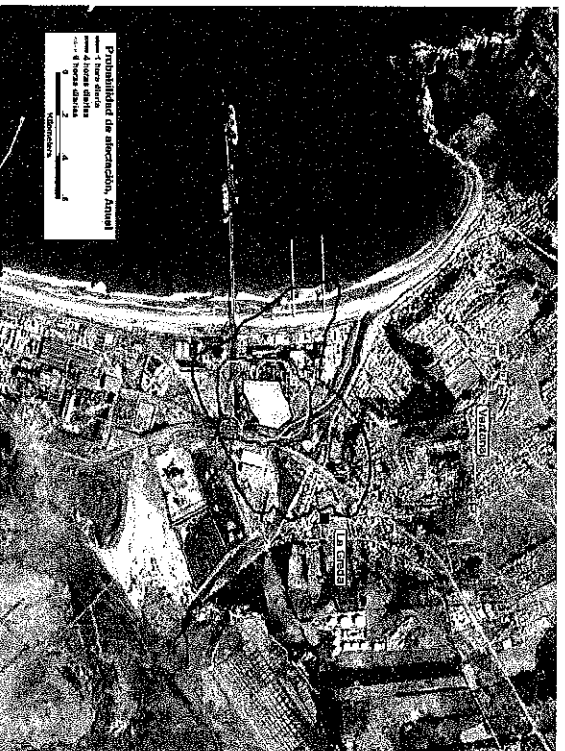
- ▶ Análisis de la dinámica espacial atmosférica
- ▶ Trayectorias hacia adelante (desde la fuente)
- ▶ Para fuentes de acopio y grandes emisores



Un vertice: todas las horas del día 19/07/2013 Todos los vertices: para la hora 12:00 del día 19/07/2013



AES-Gener: Probabilidad que se afecte en 1, 4 o 6 horas diarias un año la zona aledaña al acopio de la cancha a carbón



INVENTARIO DE EMISIONES TOTAL

Tipo	Fuente	Emisión 2013 (ton/año)			
		MP2.5	SO ₂	NO _x	
Puntual	AES GENIER	382	10.301	8.557	
	Fundición CODELCO	133	13.743	0	
	ENAP	1.140	1.711	1.197	
	Otras puntuales (DS 138)	255	178	979	
	Sub Total	1.910	25.933	10.733	
	Fugitivas	Urbana Puchuncavi	20,8	0,4	3,4
		Urbana Quintero	18,6	0,4	4,2
		Urbana Concón	24,5	0,3	8,3
		Transporte Puchuncavi	10	2,2	366,3
		Transporte Quintero	3,7	1,2	152,2
		Transporte Concón	21,9	5,0	619,5
		Acopios de CODELCO	4,1	0	0
		Acopios de AS GENIER	0,8	0	0
		Acopios Puerto Ventana	1,9	0	0
Acopio Planta Cementera		0,5	0	0	
Canchales deportivas		0,04	0	0	
Plantas de ándos		3,7	0	0	
Sub Total		110,5	9,5	1153,9	
TOTAL			2.021	25.943	11.887

Las emisiones consideradas al año 2013 representan un 84% (MP2.5), 80% (SO₂) y 89% (NO_x), respecto al total de las emisiones para estas tres comunas consideradas en el inventario regional desarrollado por Ambiovis para el año 2008.

Para el desarrollo del presente estudio se asumió que el MP10 es MP2.5 considerado que prácticamente todo los procesos que generan emisiones a la atmosfera son de combustión.

MODELACION DE CALIDAD DEL AIRE

GEOAIRE

Se modeló MP2.5

Modelo:

- WRF-CALPUFF
- MESOPUFF II (sulfatos (NH₄)₂SO₄ y Nitratos (NH₄)NO₃)

Dominio de Modelación:

- 50x60 Kilómetros
- Grilla: 200 metros

```

graph TD
    WRF([WRF]) --> CALPUFF([CALPUFF])
    CALPUFF --> Emisiones[Emisiones]
    Emisiones --> Puntuales[Puntuales]
    Emisiones --> Fugitivas[Fugitivas]
    Emisiones --> Recepciones[Recepciones]
    CALPUFF --> Concentraciones[Concentraciones MP10, MP2.5, Gases]
    Concentraciones --> CALPOST([CALPOST])
    CALPOST --> Resultados[Cálculo percentiles, medidas anuales, etc.]
            
```

INVENTARIO DE EMISIONES FUENTES FUGITIVAS

Emisión Transporte

Emissiones (ton/año)

10	2,2	366,3
3,7	1,2	152,2
21,9	5	619,5
35,6	8,4	1.138

Información del 2008 actualizado al 2013.
Actualizado según Plan Nacional de Censo
de la Dirección de Validad del MOP



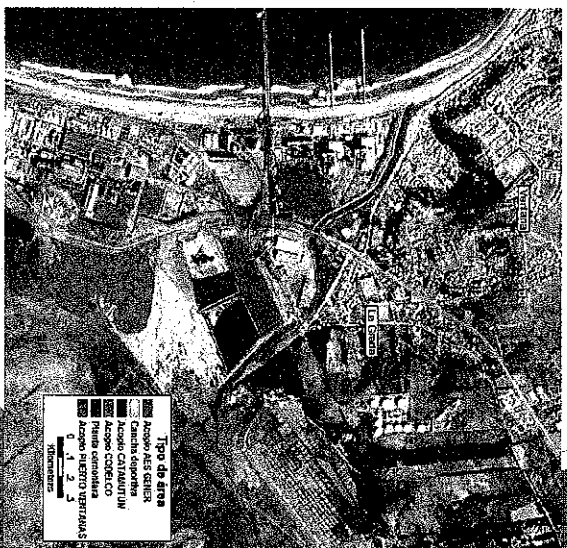
INVENTARIO DE EMISIONES FUENTES FUGITIVAS

Emisión Erosión edáfica acopios

Emissiones (ton/año)

4,1
0,8
1,9
0,5
0,04
6,9

Función de la velocidad del viento
(Veranias y Principal)



Consecuencias de la modelación meteorológica:

Comparación	Estadístico	Dirección GSD	Velocidad m/s	Temp. °C	HR %	RAJD mm
Observado	Media	214	2.4	12.2	83	183
	Min	0	0.4	-1.1	45	0
	Max	360	9.5	26.0	96	1098
	CV	46	54.7	30.4	10	154
Modelado	Media	244	2.3	15.1	82	240
	Min	0	0.0	3.0	0	0
	Max	360	9.9	29.0	99	946
	CV	49	64.5	25.3	17	128

- ▶ Velocidad y dirección del viento están bien representadas
- ▶ Temperatura sobreestimada → Mayor altura de mezcla → Subestima concentraciones
- ▶ Humedad Relativa levemente subestimada → Subestimación de MP2,5 secundario
- ▶ Radiación Solar levemente sobreestimada → Sobreestimación del MP2,5 secundario

INVENTARIO DE EMISIONES : Consideraciones

AÑO BASE: 2013

FUENTES DE INFORMACIÓN UTILIZADAS:

- DS N° 138
- Informes de las empresas a la Autoridad Ambiental (RCA, Normas emisión)
- Encuesta a las empresas
- Trabajo en terreno en las 3 empresas más importantes: ENAP, CODELCO y Termoeléctricas Ve

Fuentes: PUNTUALES: 2012 y 2013

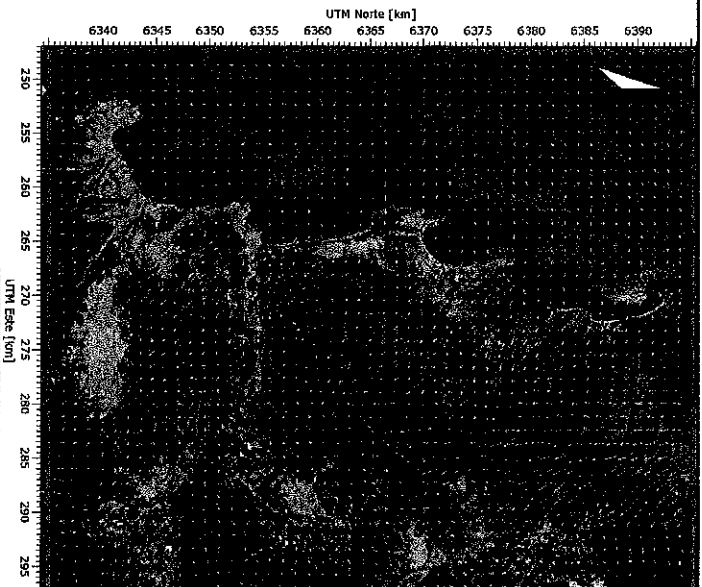
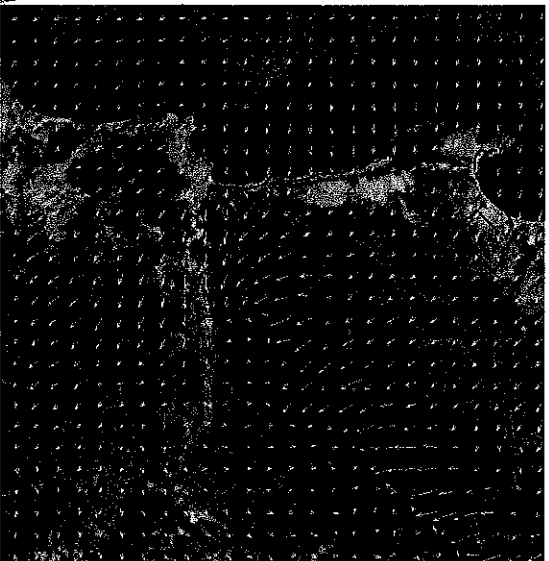
- Chimeneas de procesos industriales

Fuentes FUGITIVAS: 2008 (se actualizó al 2013, utilizando factores)

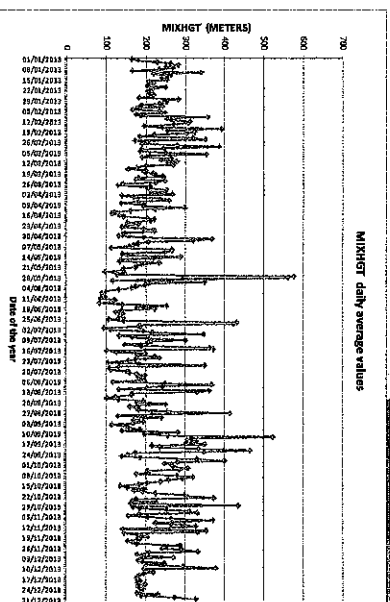
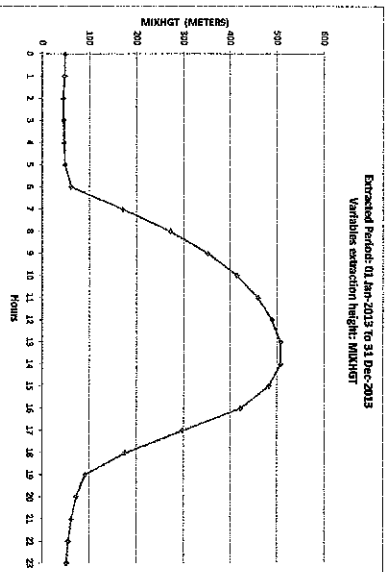
- Residenciales
- Transporte
- Erosión eólica : Para obtener las áreas de acopio se utilizaron imágenes satelitales de alta resolución
- Plantas de áridos

1609

Las Figuras muestran los campos de viento a las 12:00 horas en la zona de estudio, a 10 metros. De ella se observa que los vientos en general presentan un comportamiento Oeste-Este.



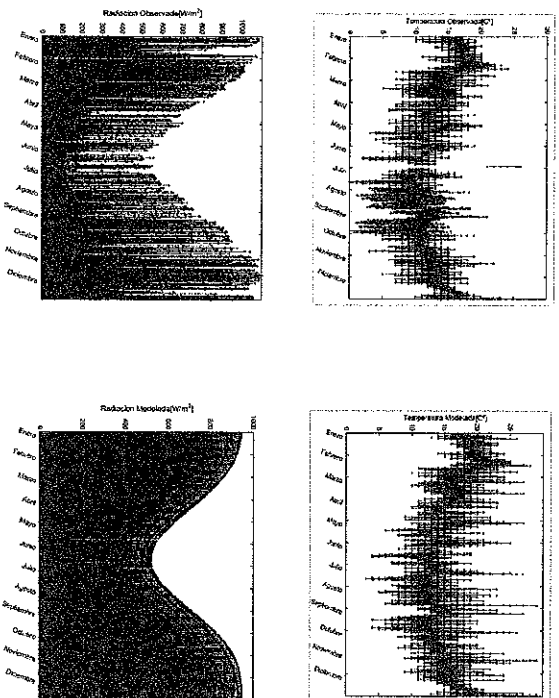
Altura de la Capa de Mezcla



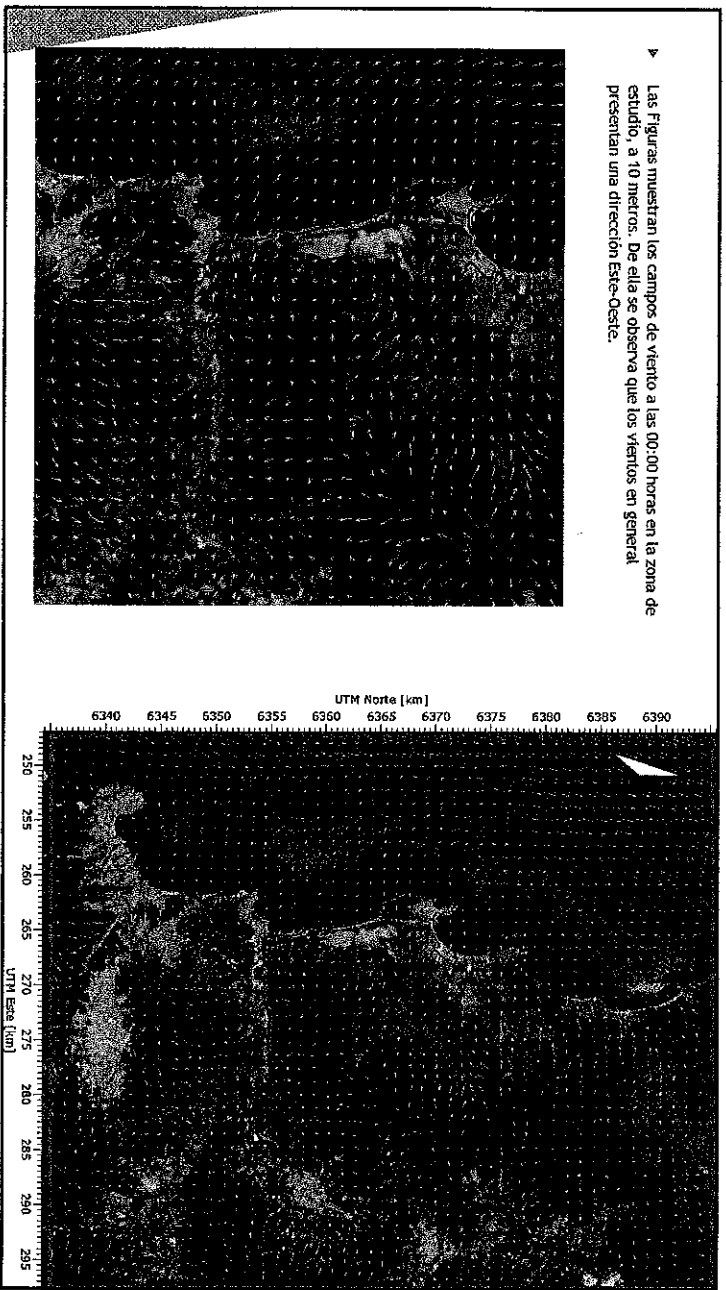
Validación gráfica modelación meteorológica



De las Figuras se observa que fue sobrestimada, lo cual genera desarrollo de la capa de mezcla una concentración menor de WP que se espera un mayor volumen mezclan los contaminantes.



Las Figuras muestran los campos de viento a las 00:00 horas en la zona de estudio, a 10 metros. De ella se observa que los vientos en general presentan una dirección Este-Oeste.





Bondad de Ajuste de la Modelación Meteorológica

Se aceptan dos tipos de análisis:

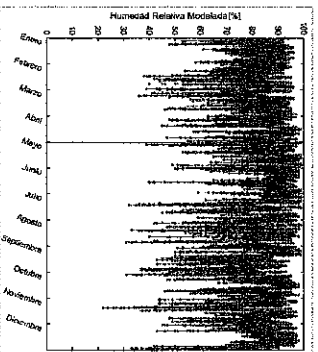
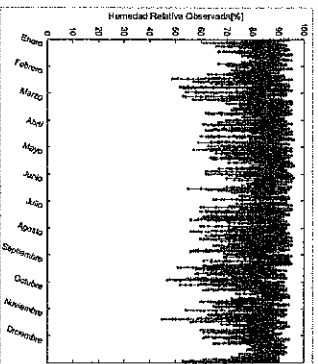
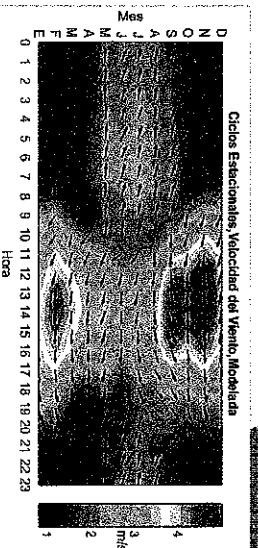
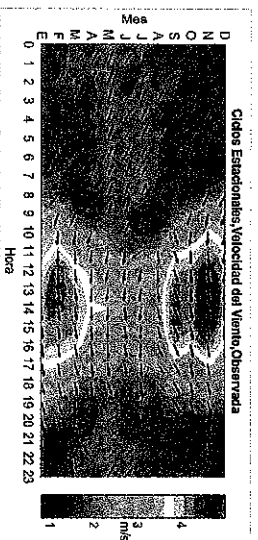
- ▶ Análisis Gráfico: Ciclos diarios y estacionales
- ▶ Análisis Analítico: Estadígrafos recomendados por la USEPA

Variable	Bias	Tarjeto Bias	IOA	Tarjeto IOA
Wind Dir[gr]	-3.8	<+/-10	0.84	>0.50
Wind Sp[mi/s]	-0.1	<+/-0.5	0.84	>0.50
Temp[°C]	2.9	<+/-0.5	0.84	>0.50
S.H[gr/kg]	0.9	<+/-1	0.83	>0.50

- Indíces recomendados por la US -EPA
- IOA: Index of agreement
 - Target IOA:
 - Bias: desviación
 - Target Bias: desviación aceptada



Validación gráfica modelación meteorológica



De las Figuras se observa que la reproducción en forma satisfactoria para todas las horas y meses del año. Además la humedad relativa se reproduce por tanto, se espera menor sulfatos y nitratos

1012

Condiciones meteorológicas y su efecto en calidad del aire

Interface tierra-agua - Capa Limite Interna Termal

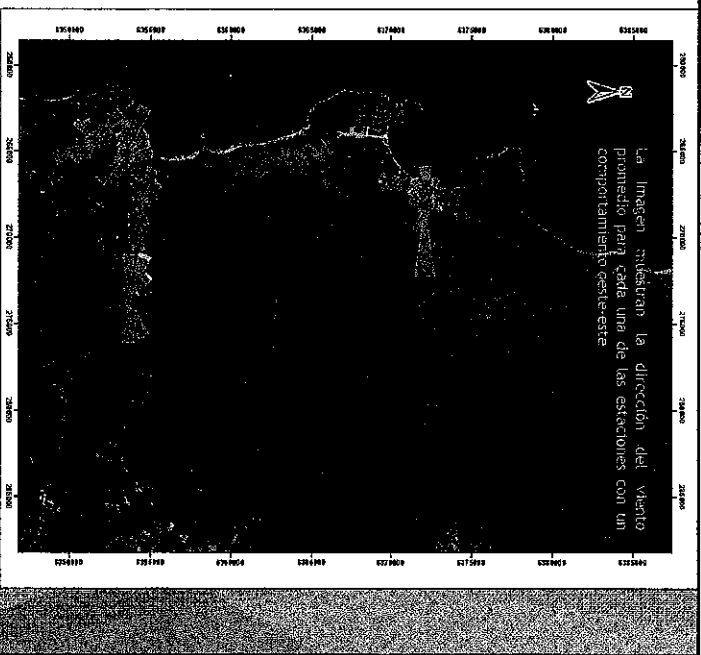
- ▶ Fuentes emisoras ubicadas cerca de la costa generan: "fumigación costera". Altas concentraciones afectando a la salud de la población y la agricultura
- ▶ La mayor parte de la población se ubica en la zona costera
- ▶ Principalmente en Puchuncaví con la Termoeléctrica y la Fundición de cobre, y en Concón con las emisiones de las chimeneas del proceso cracking y URA de ENAP

Humedad Relativa:

- ▶ Alta (promedio > 80%): Formación de sulfatos

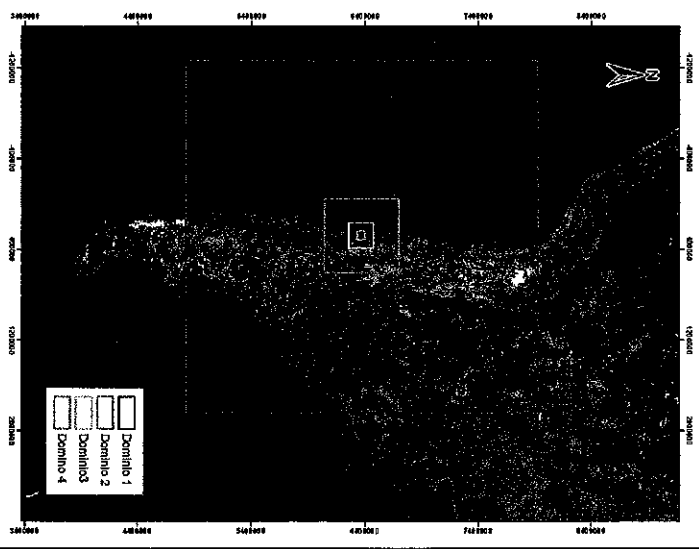
Brisa Mar-Tierra

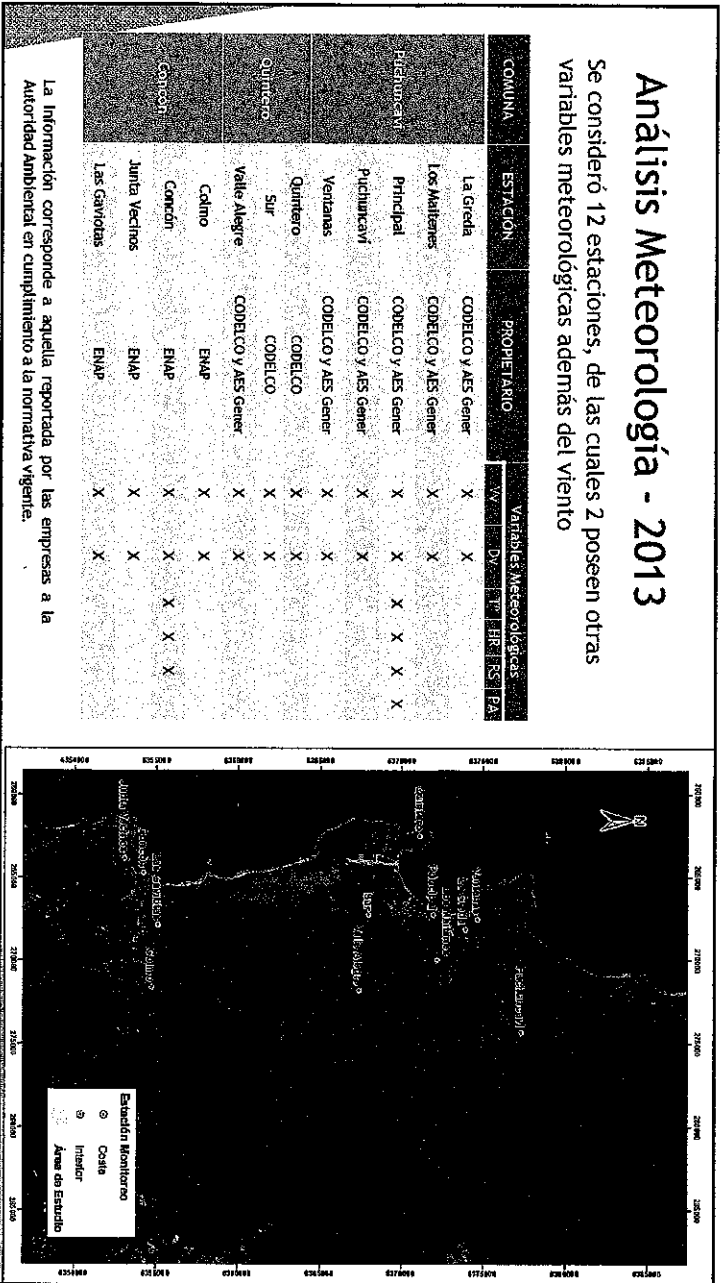
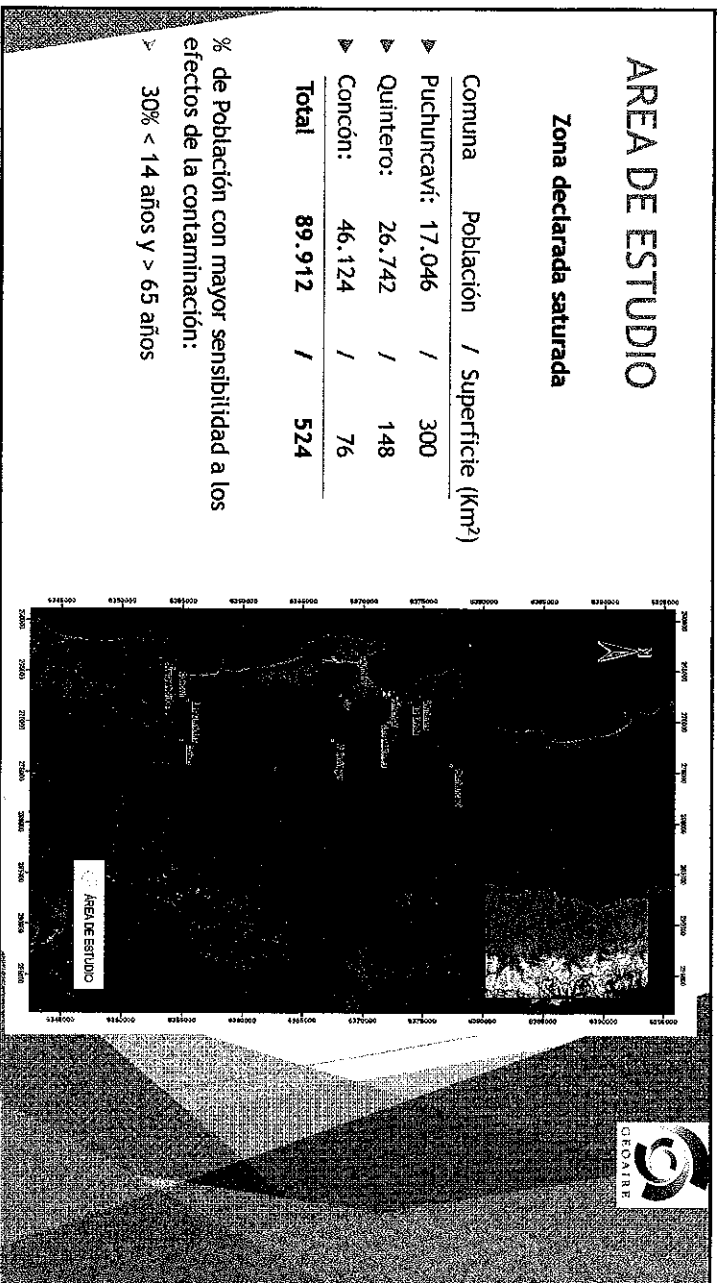
- ▶ Vientos de superficie Oeste-Este
- ▶ De Mar a Tierra: 09:00 a 20:00 horas
- ▶ De Tierra a Mar: 21:00 a 08:00 horas



Modelación Meteorológica

- ▶ Modelo de Mesoescala WRF
- ▶ Modelo de alta resolución CALMET
- ▶ Dominio interior de 50 x 60 km
- ▶ Grillas de 200 m







EVALUACIÓN DE MEDIDAS COSTO EFECTIVAS PARA REVISAR Y REFORMULAR EL PLAN DE VENTANAS

Noviembre 2015

OBJETIVO DEL ESTUDIO



- ▶ Evaluar Medidas para Reducir las Emisiones de MP2.5 primario y sus precursores, en las Comunas de Puchuncaví, Quintero, y Concón.
- ▶ Comportamiento de la meteorología de la zona
- ▶ Inventario de emisiones
 - ▶ Fuentes Puntuales
 - ▶ Fuentes Fugitivas
- ▶ Modelación Emisión-Concentración: Caso Base
- ▶ Modelación Emisión-Concentración: Caso con Medidas
- ▶ Reducción del Riesgo en Salud (Base-Medidas)
- ▶ Evaluación costo-efectiva de las Medidas