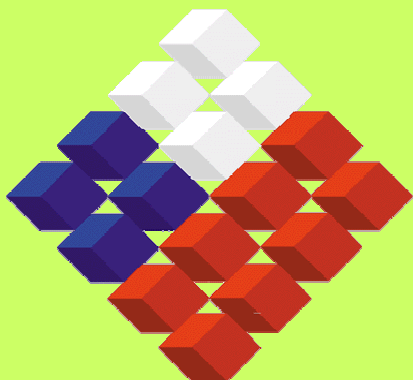


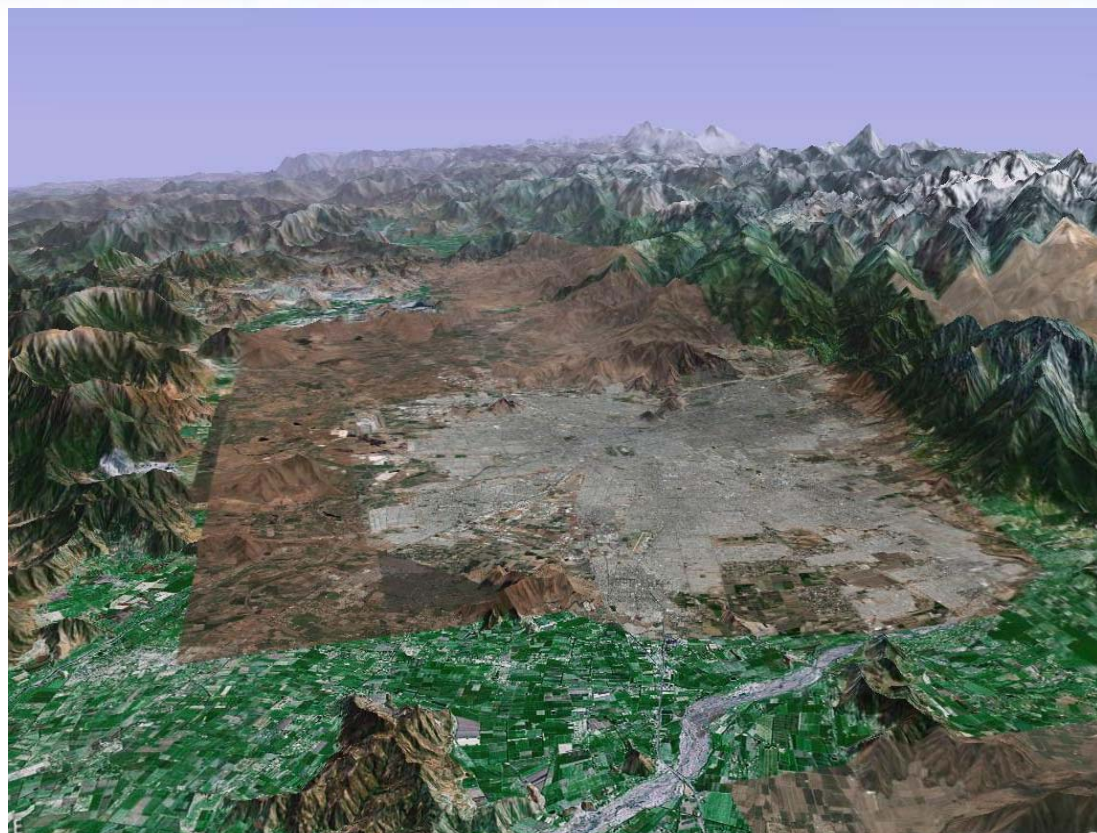
# PROPUESTA DE REDISEÑO GESTIÓN DE EPISODIOS CRÍTICOS POR MP10 en el Marco de la 2ª Actualización del PPDA



**GOBIERNO DE CHILE**  
CONAMA  
REGION METROPOLITANA

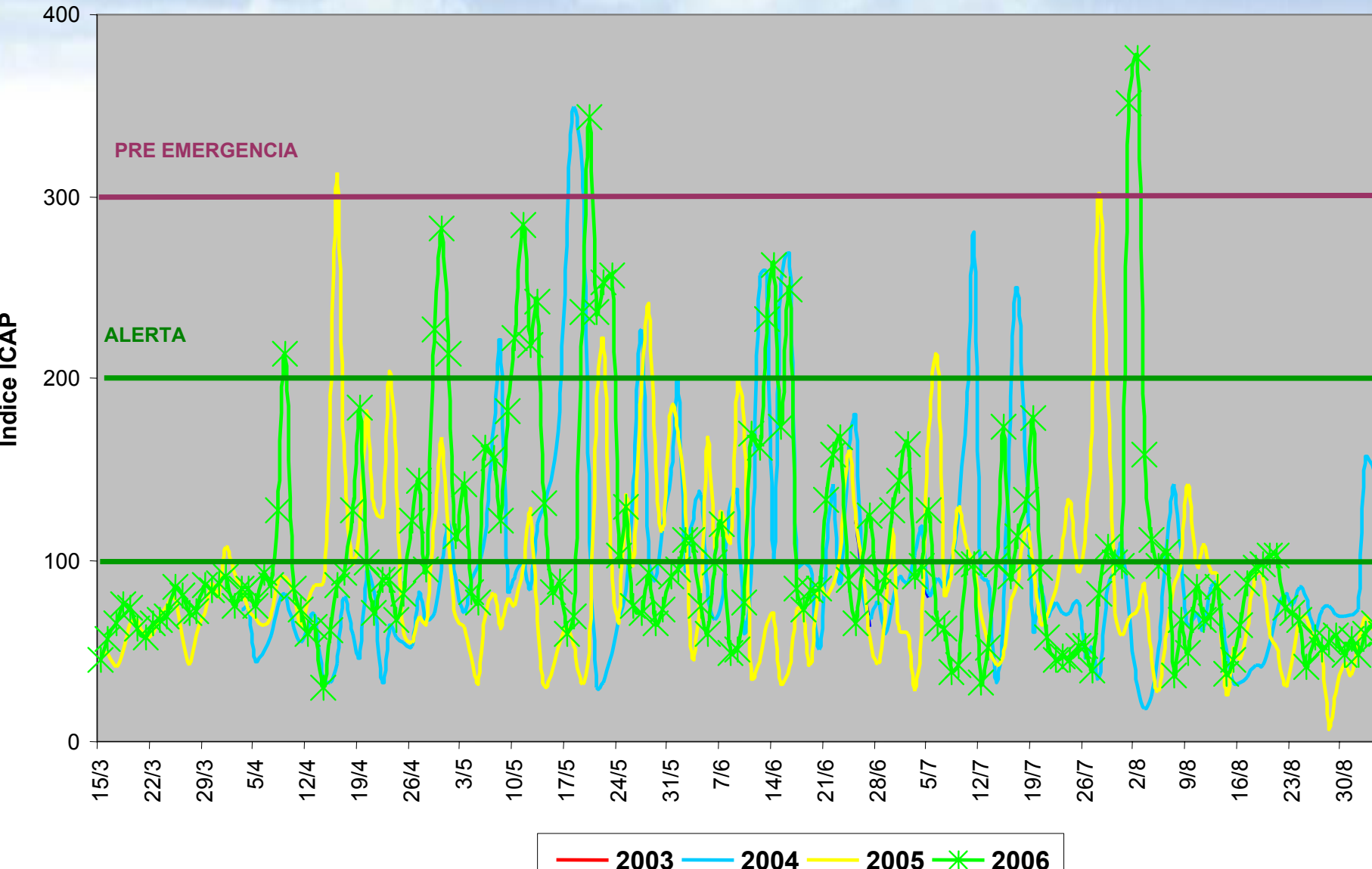
**Marcelo Fernández G.**

Jefe Área Descontaminación Atmosférica  
Conama Metropolitana de Santiago  
mfernandez.rm@conama.cl  
www.conamarm.cl



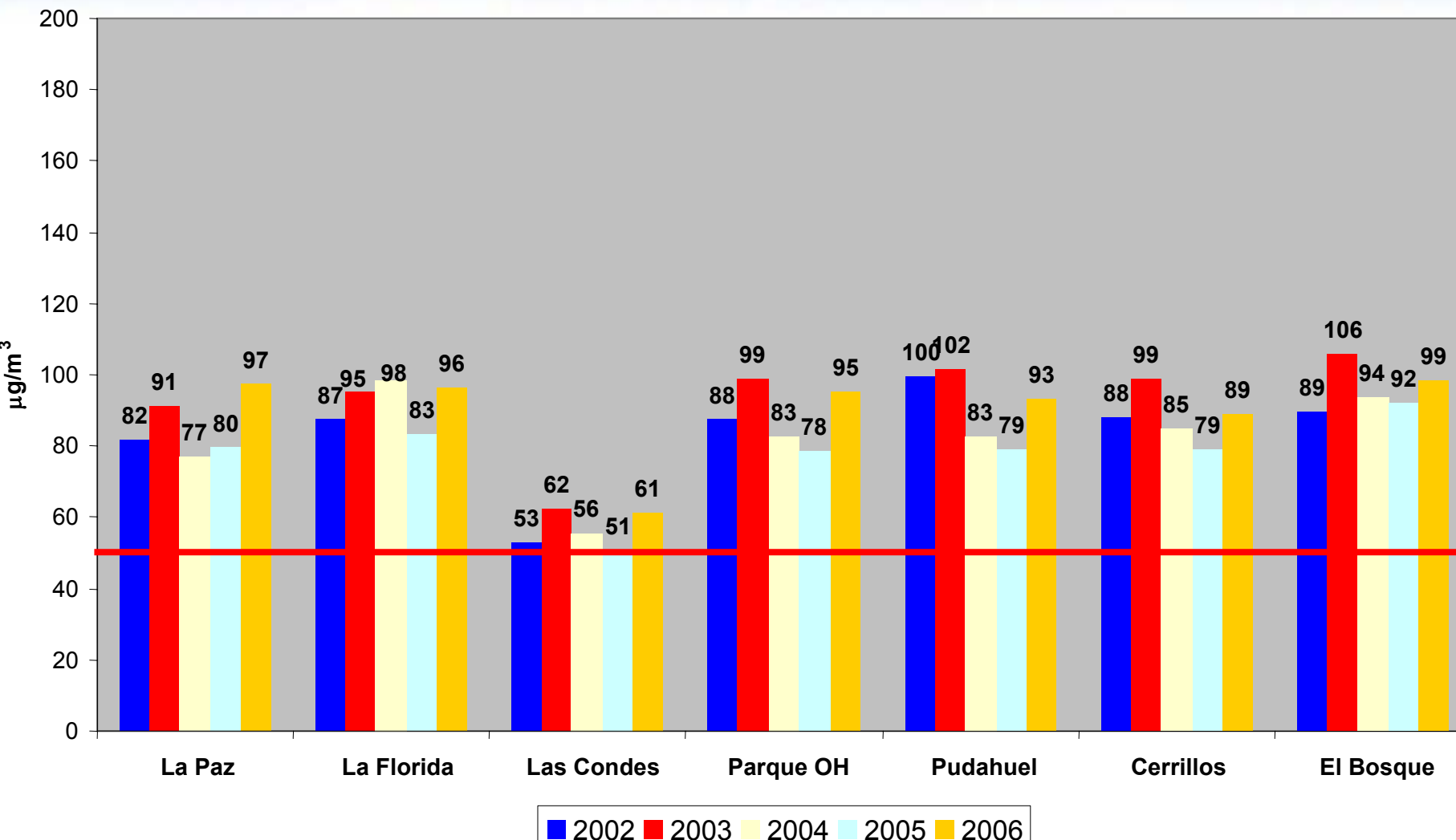
**SEGUNDA REUNIÓN COMITÉ AMPLIADO**

# Periodo de Gestión de Episodios



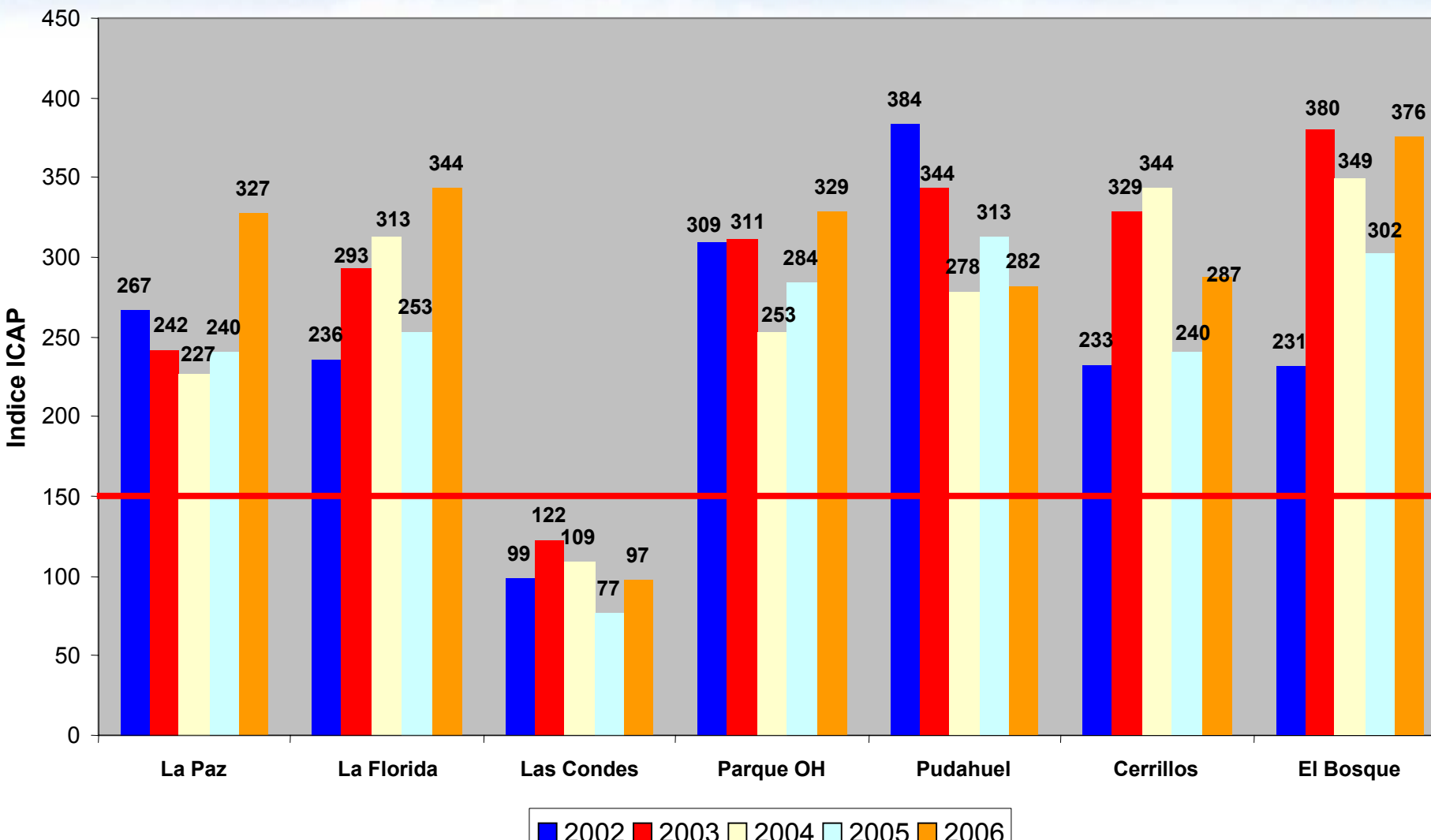
# Concentraciones Promedio, Periodo de GEC

Promedio Concentraciones de Material Particulado registradas en cada estación  
Período 15 Marzo al 31 Agosto (2002-2006)

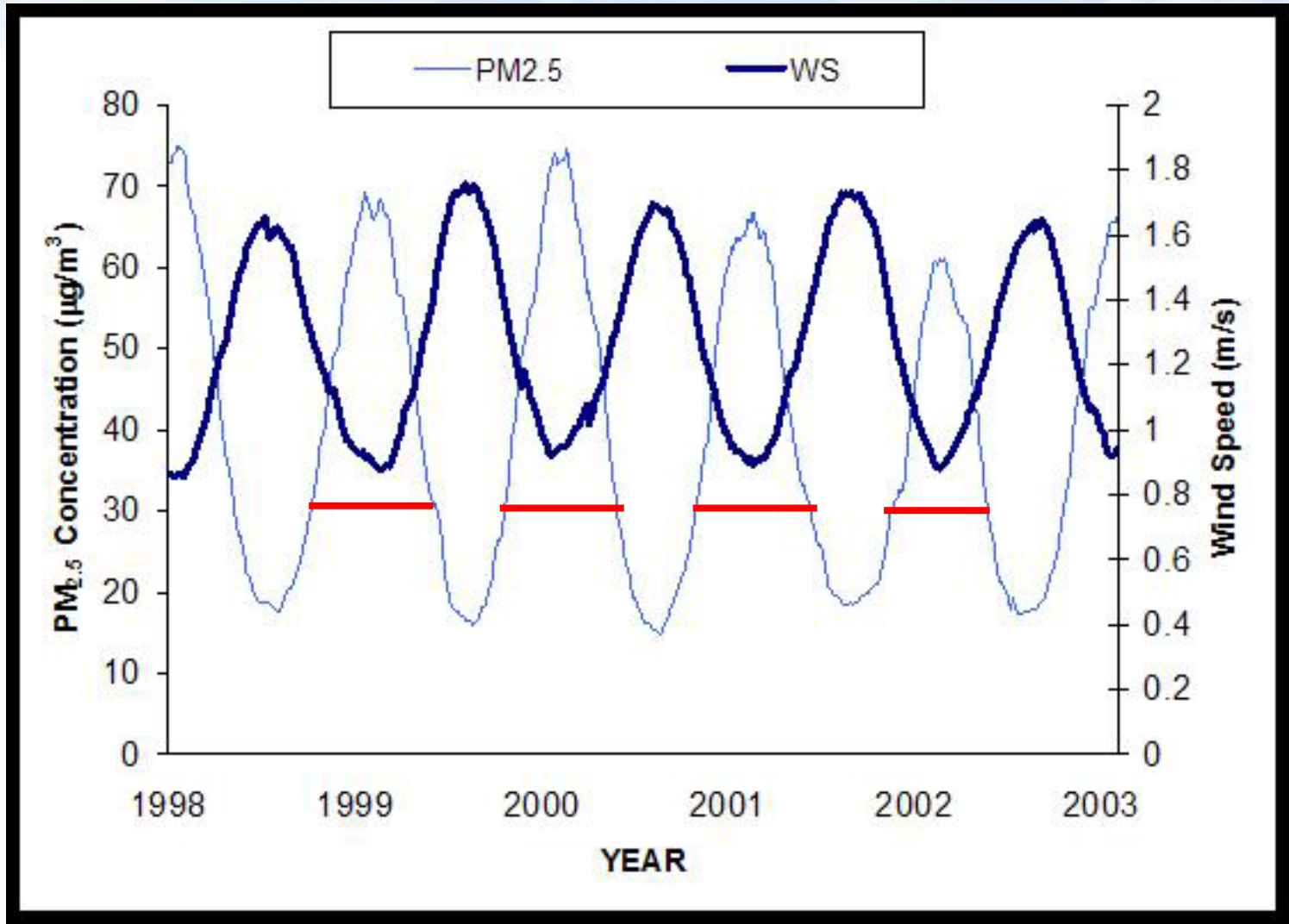


# Concentraciones Máximas, por Estación

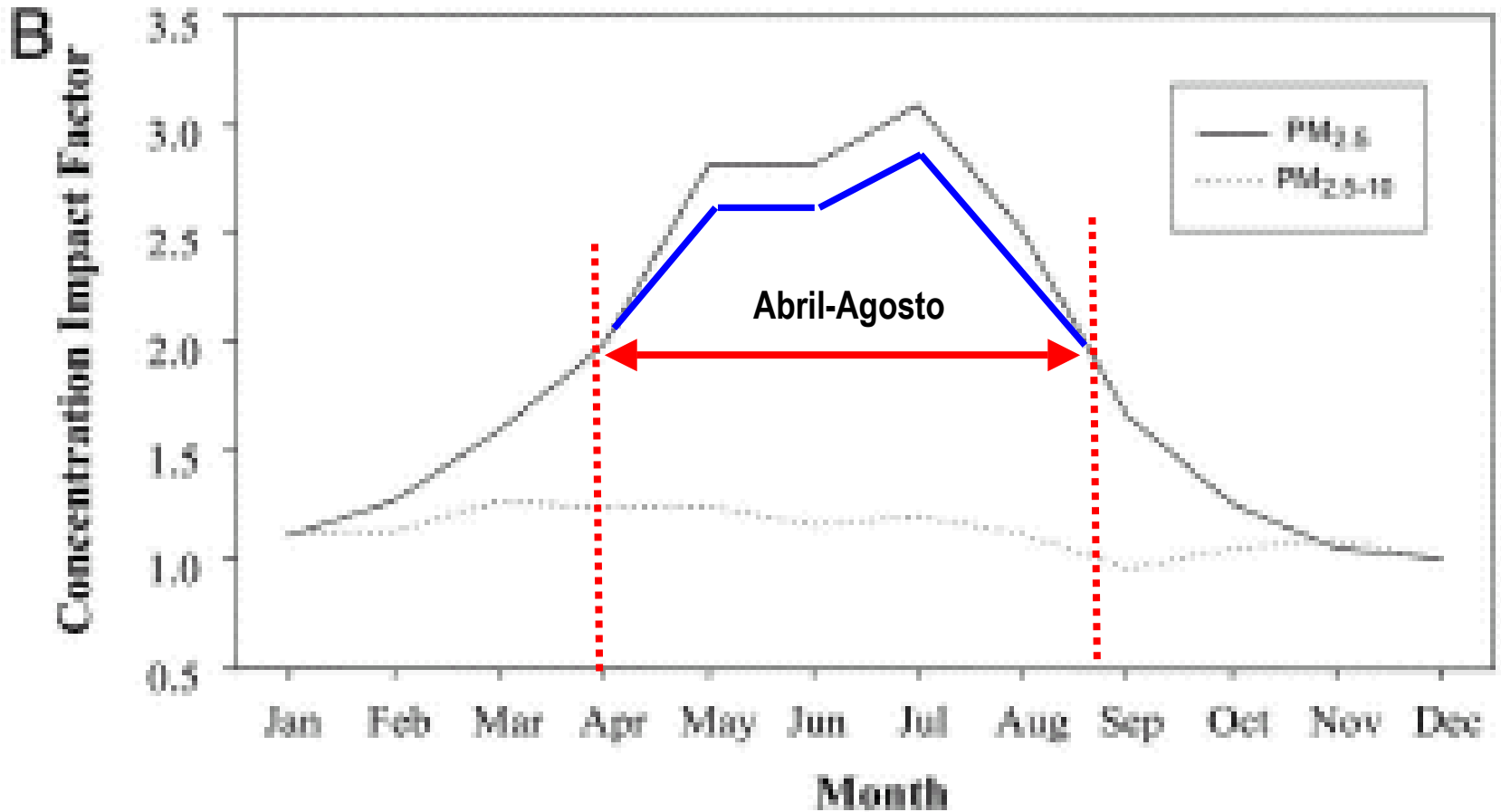
Máximos ICAP registrados por Estación  
Período 15 Marzo al 31 Agosto (2002-2006)



# Aumento del Impacto en Salud



# Aumento del Impacto en Salud



# Problemas Detectados

- La discusión se centra en el modelo de pronóstico
- Errores de pronóstico generan sensación de improvisación
- Sólo en los días en que se alcanzan altos niveles se informa a la población
- Algunas medidas que se implementan han perdido efectividad con el tiempo.
- La reducción de emisiones que se alcanza en forma permanente y en episodios es reducida.
- Algunas medidas son complejas de fiscalizar en los días de episodio.
- Persiste un alto nivel de superación del nivel de alerta y norma de 24 horas

# Qué se propone para mejorar la GEC?

- Aumentar las medidas que se implementan en forma permanente, con un enfoque preventivo durante todo el periodo de mala ventilación.
- Fiscalización permanente durante todo el periodo de GEC, con énfasis en los episodios.
- Usar el modelo de pronóstico para informar a la población la calidad del aire y para la implementación de medidas adicionales en eventos de preemergencia (2 ó 3 veces por año)
- Mantener una difusión permanente para:
  - ← Reducir la exposición
  - ← lograr un mayor nivel de cumplimiento de las medidas

# Metodología

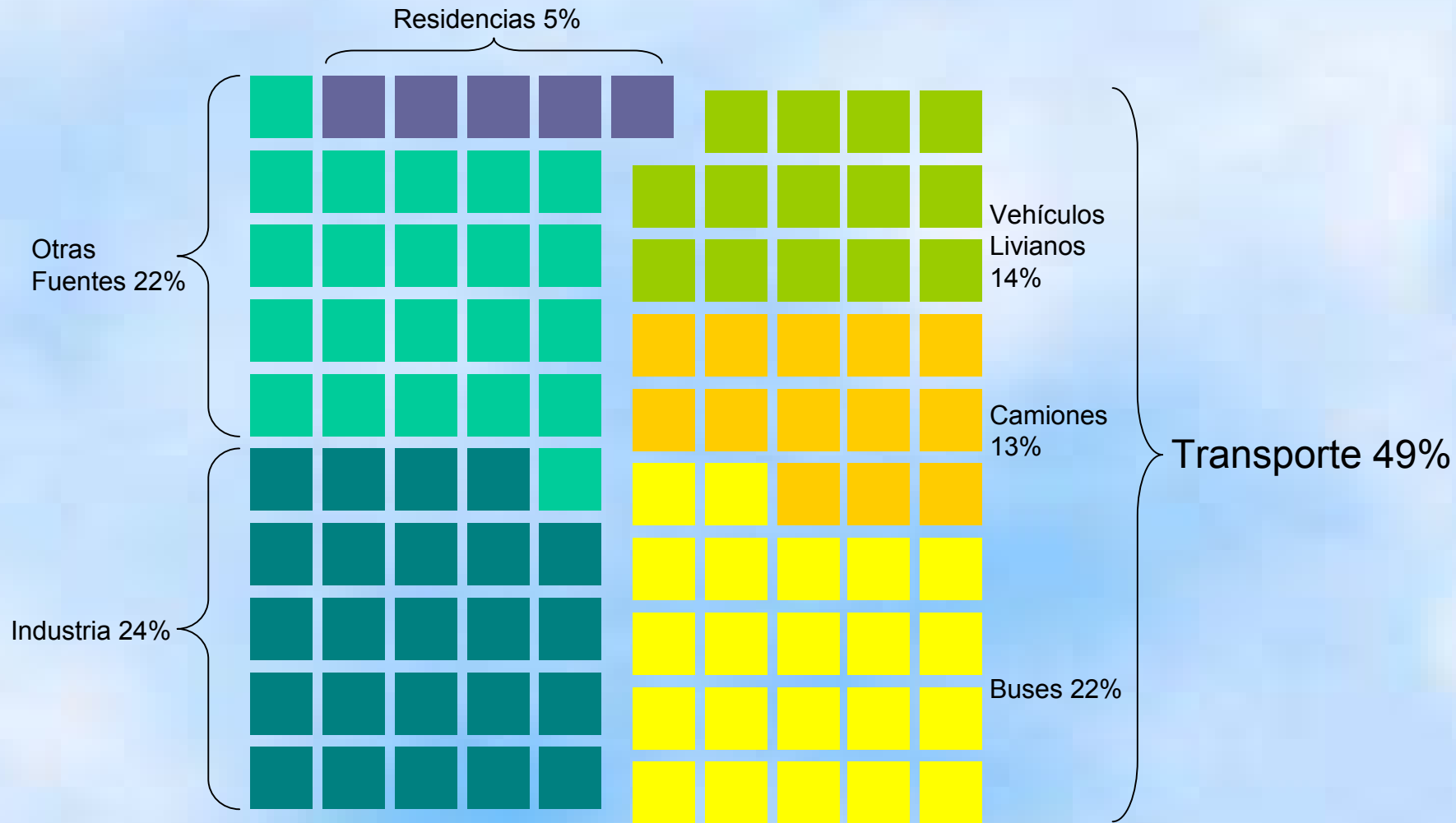
- Mesas de trabajo con servicios competentes para identificar medidas que permitan reducir emisiones en el periodo de GEC:
  - ← Transportes
  - ← Industrial / Residencial
  - ← Quemadas Agrícolas
  - ← Otras Medidas
- Paralelamente, se están desarrollando consultorías que apoyarán la generación de los antecedentes necesarios.
- Las alternativas de control que se identifiquen, serán evaluadas en términos del costo beneficio (reducción de emisiones, impacto en calidad del aire, impacto en salud, costos)

# Criterios para definición de Medidas para el Periodo de GEC

- Deben generar una reducción significativa de emisiones
- Deben apuntar en el mismo sentido que las medidas estructurales.
- Deben operar como un incentivo a la mejora tecnológica
- Deben ser implementables para el invierno 2007
- Deben ser fiscalizables

# **Propuesta de Rediseño Plan Operacional de Episodios Críticos de Contaminación Atmosférica**

# Responsabilidad Antropogénica Sobre el PM10 (Escenario 2000)



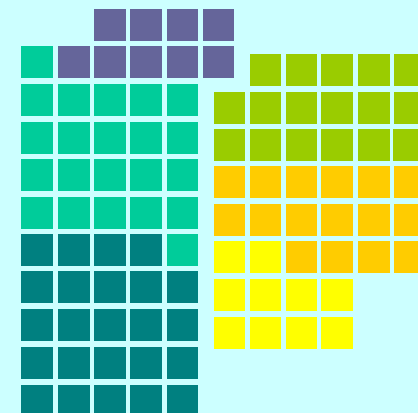
# Metodología de Estimación de la Responsabilidad Antropogénica Sobre el PM10 (Escenario 2005)

Inventario de Emisiones de la Región Metropolitana 2005  
y Proyecciones al 2010 (DICTUC) En Desarrollo

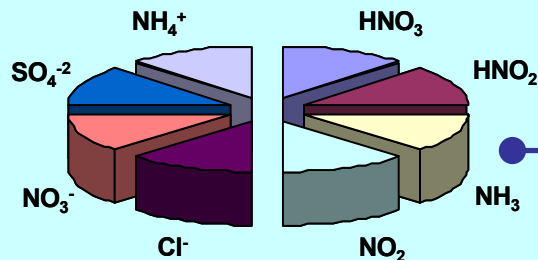
## Inventario de Emisiones 2005

Categoría de Fuente	MP ton/año	CO ton/año	NOx Ton/año	COV ton/año	SO2 ton/año	NH3 ton/año
Buses	1208	6020	20428	2478	1507	5
Camiones	810	3333	9209	2388	895	5
Vehículos livianos	408	164843	16543	19590	728	924
Industria	1043	6504	5263	4128	6601	201
Residencias	328	888	1392	30309	239	2002
Otras fuentes	576	5851	1175	21198	21	26213
<b>TOTAL</b>	<b>4373</b>	<b>187439</b>	<b>54010</b>	<b>80091</b>	<b>9991</b>	<b>29350</b>

Responsabilidad Antropogénica Sobre el PM10, 2005



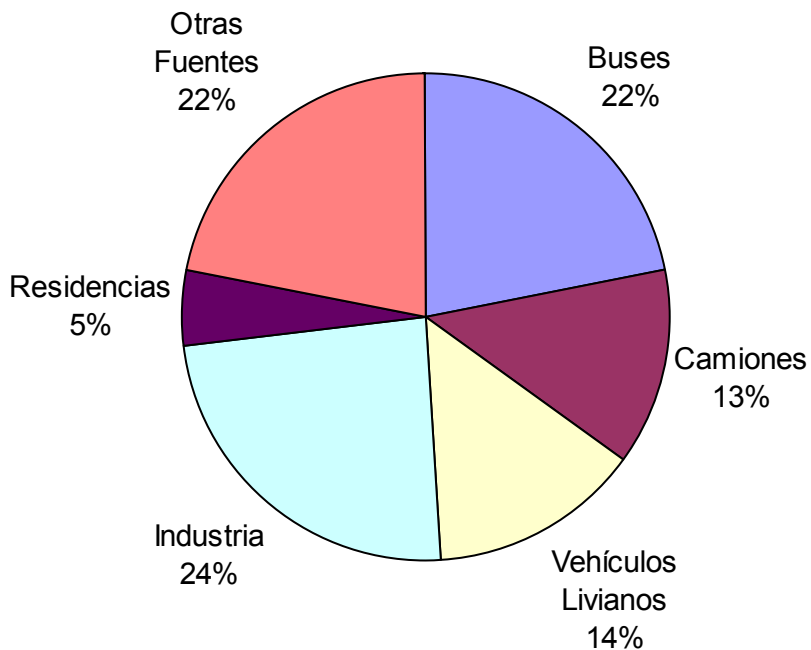
## Caracterización Físicoquímica del MP10



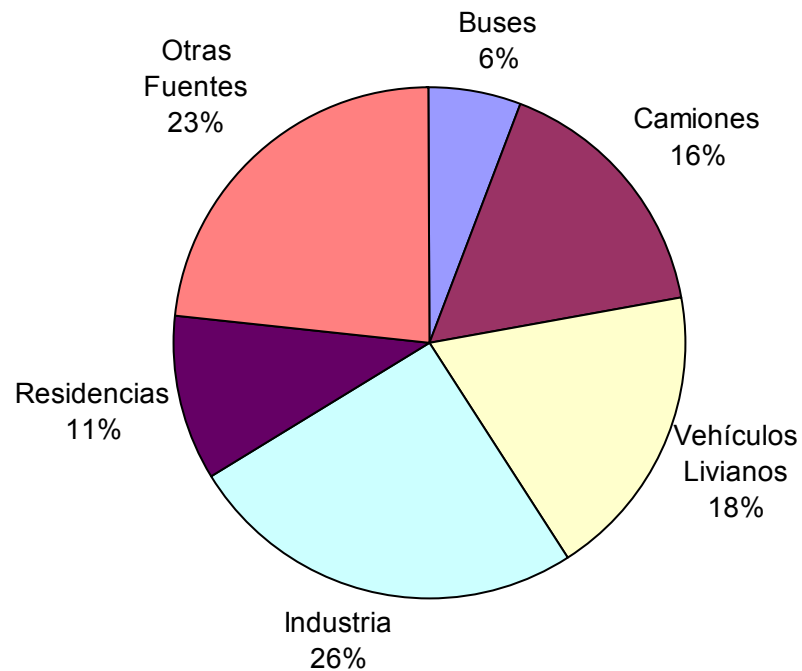
Caracterización Antropogénica del PM10 y PM2.5,  
Escenario 2005 (USACH) Terminado

# Estimación Preliminar de la Responsabilidad Antropogénica Sobre el PM10 (Escenario 2005)

## Año 2000



## Año 2005



# Objetivo del Rediseño

**Generar una GEC adecuada a las nuevas condiciones de la Región Metropolitana y que sea coherente con la Actualización del PPDA.**

**Este rediseño se hará con un enfoque preventivo, con énfasis en la difusión a la comunidad**

# Medidas Permanentes

(1° Abril -31 Agosto)

- Aumento de la restricción vehicular permanente
- Medidas de gestión de tránsito permanente tendientes a privilegiar el transporte público.
- Aumento del periodo de prohibición de quemas agrícolas (1° Abril-31 Agosto)
- Restricción al consumo de leña residencial en la zona urbana.
- Programa de Lavado y Aspirado de Calles

# Medidas en Preemergencia

- Aumento de la restricción vehicular, en vehículos csv y ssv
- Implementación de medidas de gestión de tránsito.
- Revisión de límites de paralización industrial u otra alternativa para reducir emisiones en el sector
- Intensificación del programa de lavado y aspirado de calles.

# **Control de Emisiones del Transporte**

**Restricción vehicular  
Gestión de Tránsito**

# Restricción Vehicular

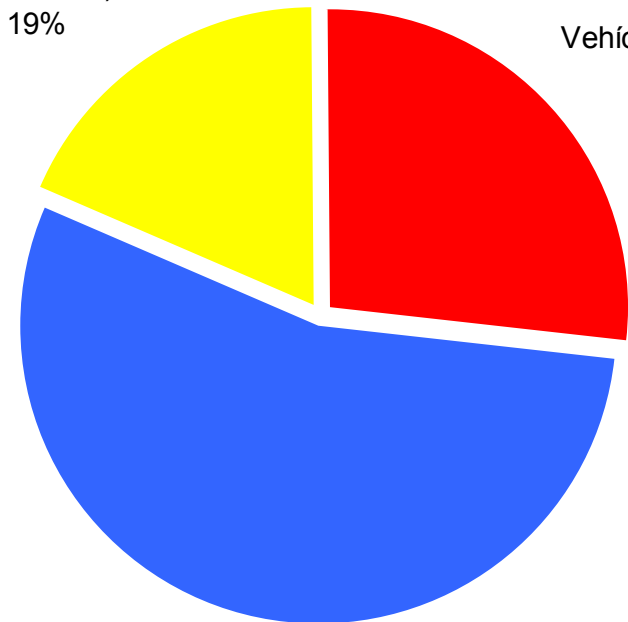
Escenario	Estado	Nº dígitos	Nº Vehículos afectados
Restricción Actual	Permanente (5 mar-31dic)	2 dig ssv	45.544 (5,4%flota)
	Alerta	4 dig ssv	91.087 (10,8%flota)
	Preemergencia	6 dig ssv, 2 dig csv	136.631 123.792 total:260.423 (30,8%flota)
	Emergencia	8 dig ssv 4 dig csv	182.174 247.584 total: 429.758 (50,8%flota)

# Parque Vehicular 2005

## Distribución del Parque Vehicular R.M. (2005)

Tipos de vehículos	Nº vehículos	Porcentaje
Vehículos sin sello verde	227.718	26,9%
Vehículos con sello verde	618.959	73,1%
Vehículos con sello verde (-10 años antigüedad)	460.712	54,4%
Vehículos con s/verde (+10 años antigüedad)	158.247	18,7%
Total parque	846.678	100,0%

Vehículos CSV  
(+10 años )  
19%



Vehículos SSV  
27%

Vehículos CSV  
(-10 años )  
54%

# Restricción Vehicular

Escenario	Estado	Nº dígitos	Nº Vehículos afectados
Propuesta 1 Restricción	Permanente (5 mar-31 dic)	2 dig ssv	45.544 (5,4% flota)
	1º abril-31 agosto	4 dig ssv	91.087 (10,8% flota)
	Preemergencia	6 dig ssv, 4 dig csv	136.631 247.584 Total: 384.215 (45% flota)
	Emergencia	8 dig ssv 6 dig csv	182.174 371.375 Total: 553.549 (65% flota)

# Restricción Vehicular

Escenario	Estado	Nº dígitos	Nº Vehículos afectados
Propuesta 2 Restricción	Permanente (5 mar-31 dic)	2 dig ssv	45.544 (5,4% flota)
	1º abril-31 agosto	4 dig ssv y 2 dig csv con más de 10 años de antigüedad	91.087 31.650 Total: 122.737 (14,5 % flota)
	Restricción en preemergencia	6 dig ssv y 4 dig csv con más de 10 años de antigüedad	136.631 63.299 total: 199.930 (23,6% flota)
	Restricción en emergencia	8 dig ssv y 6 dig csv con más de 10 años de antigüedad	182.174 94.948 total: 277.122 (32,7% flota)

# **MEDIDAS DE GESTION EN PERIODOS CRITICOS**

## **1.- Aumentar Capacidad Vial en Horarios Puntas:**

- Prohibición de estacionamiento en vías de flujos vehicular superior a 600 veh/hr.
- Prohibición de carga y descarga en la vía pública.
- Coordinación con UOCT en tiempos de semáforos

## **2.- Privilegiar Transporte Público:**

- Pistas o vías segregadas.
- Control de paraderos

# **Control de Emisiones Quema de Biomasa**

**Control de quemas agrícolas  
Control de leña residencial**

# Control de Quemas Agrícolas

QUEMAS LEGALES TEMPORADA 2005 - 2006.		
MES	Nº DE AVISOS	SUPERFICIE (Hà)
septiembre/05	1128	1953,16
octubre/05	609	1068,04
noviembre/05	438	435,57
diciembre/05	474	1180,39
enero/06	8	185,00
febrero/06	600	1173,71
marzo/06	719	1289,93
abril/06	649	1877,47
<b>TOTAL</b>	<b>4625</b>	<b>9163,27</b>

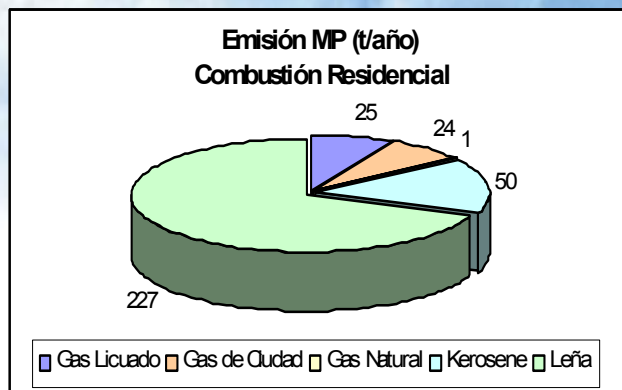
**329 ton PM10**

	abril	Mayo - Agosto	Septiembre
Nº de Quemas	649	447	1128
Nº de Hectáreas	1877.47	76.36	1953.16
Emisión MP10	67 Ton	2.73 Ton	70 Ton

# **Antecedentes para el control de la Combustión Residencial de Leña**

	<b>Antecedentes</b>	<b>Principales Resultados</b>
1	CNE – INTEC, 1992	Medición de emisiones de artefactos, encuesta uso y consumo de leña, 1992.
2	Inventario de emisiones. CENMA, 2000	Revisión y uso factor de emisión US-EPA.
3	Inventario de Emisiones. DICTUC, 2001	Actualiza nivel de actividad en base a CASEN.
4	Diagnóstico del Mercado de leña. CNE, 2005.	Proyección consumo 1992 al 2003.
5	Informes de medición de calefactores (11)	Emisiones método 5H (4,2 a 12 g/h)
6	Medición de 4 estufas. SERPRAM, 2006.	Emisiones método 5G
7	Recomendaciones de límites de emisión. T.Nusbaumer 2004-2005-2006.	Recomendaciones respecto a valores, unidades para expresar límites de emisión. Utilidad de valores contenidos en PPDA- Cap. VII y su objetivo ambiental.
8	Medición de estufa chilena en Suiza. COSUDE, 2005	Emisiones y conteo de partículas. Variación de las emisiones de acuerdo a modo de operación, leña húmeda o seca, tecnología de combustión. Recomendación de F.E. local.
9	Bases Técnicas para la Norma de Emisión de Artefactos de Combustión a Leña. CONAMA, 2006.	Descripción del sector de fabricantes. Descripción del calefactor tradicional usado en Chile. Recopilación de experiencia internacional de valores de emisión y medidas en episodios.
10	Auditoría Internacional del PPDA, 2005	Audidores Recomiendan prohibición

## Inventario de Emisiones CENMA, 2000



Fuente: Actualización Inventario Emisiones 2000. Cenma

Nivel de Actividad: Estudio INTEC-CNE, 1992.

Factores de Emisión: US - EPA

Consumo de Leña	Año 2000 Cenma
Informal [t/año]	12.371
Formal [t/año]	3.053

**Estudio CNE – INTEC, 1992:** Indica que el 19,4% de las viviendas del Gran Santiago usan leña para calefacción, el consumo total se calcula en 148.714 m<sup>3</sup> sólidos

**Diagnóstico del Mercado de leña. CNE, 2005:** Se proyecta para el año 2003 en la RM un consumo de leña residencial de 82.470 m<sup>3</sup> sólidos (Urbano) y 7.663 m<sup>3</sup> sólidos (Rural)

## Inventario Emisiones DICTUC, 2001

Participación por Combustible en el Total de Emisiones  
Combustión Residencial

COMBUSTIBLE	COV	CO	NOx	SOx	MP	NH <sub>3</sub>
	t/año	t/año	t/año	t/año	t/año	t/año
GLP	51,90	131,51	647,48	0,48	19,91	1,2
GN	12,43	44,20	103,58	0,69	12,62	575,8
GC	8,23	29,26	68,58	0,46	8,36	0,1
Kerosene	44,88	90,00	324,02	535,86	45,00	11,3
Leña	140,02	1896,68	107,27	0,00	875,93	59,3
Total	<b>257,5</b>	<b>2191,7</b>	<b>1250,9</b>	<b>537,5</b>	<b>961,8</b>	<b>647,</b>

Fuente: Estimación DICTUC

Nivel de Actividad: Encuesta CASEN, año 2000

Factores de Emisión: US - EPA

Consumo de Leña	Año 2000 Dictuc
Informal [t/año]	51.405
Formal [t/año]	3.053

# Resultados Medición Estufa Chilena (Proyecto COSUDE, 2005)

**Table 1:** Particle emissions in mg/m<sup>3</sup> at 13 Vol.-% O<sub>2</sub> according to EPA, data according to VDI are given in brackets.

Operation	Wood	Water content Log size	Stove 1 Chile stove	Stove 2 Swiss stove	Stove 3 Two-stage stove	Remarks
1) Ideal operation with small, dry wood logs and fuel hopper of stove 1 and 2 only 30% filled* without start-up including start-up	Beech	w = 12% m <sub>log</sub> = 750 g	20	40	10 – 20	Operation is not relevant for practice but can be simulated in approval tests, hence approval tests need to be performed under reasonable conditions
			50	50	20 – 30	as above
2) Typical operation for heating, i.e., fuel hopper well filled**	Beech or Roble	w = 20% m <sub>log</sub> = 1500 g	250 – 1200 (125 – 600)	150 – 250 (100 – 125)	30 – 50 (30 – 50)	Two-stage combustion enables app. 90% reduction
	Roble	w = 33% m <sub>log</sub> = 1500 g	500 – 1200 (250 – 600)	not measured	60 – 150 (50 – 100)	Two-stage combustion enables > 50% reduction but w = 33% is too high for all stoves
3) Bad operation for long heating period with closed air inlet according to manual of stove 1	Beech	w = 20% m <sub>log</sub> = 1500 g	6600 (5500)	Closed air inlet not possible due to minimum air inlet; filled stove not tested with closed air inlet since not in accordance to manual	not possible due to two-stage combustion principle	

\*in stove 1: 2 x 750 g, in stove 2 slightly more, stove 3 fully filled

\*\*in stove 1: 3 x 1500 g, in stove 2 slightly more, stove 3 fully filled

Source: Thomas Nussbaumer Results from Tests on Wood Stoves and revised recommendations for Emission Limit Values for Chile Report for CONAMA and COSUDE

# Factores de Emisión

## FE MP

Factores de Emisión Estufa Chilena de Combustión lenta	
Condiciones de uso	g/kg de leña seca
ideales	0,6
típicas	3,0 - 14,4
malas	79,3

Fuente: Mediciones Thomas Nussbaumer

Factores Emisión en [g/kg de leña]		
Contaminante	Estufa o Salamandra	Combustión abierta
CO	34,8	34,8
NO <sub>x</sub>	1,4	2,0
Partículas	7,3	16,6

Fuente: Cenma - Dictuc

# Propuesta de medidas en Episodios Críticos

## Medida 1:

- Restringir el uso de equipos de calefacción residencial a biomasa en el período 1 abril al 31 agosto, en zonas de protección.

## Medida 2:

- Restricción de uso para todo artefacto que no cumpla la norma de emisión de emisión nacional.

## Medida 3 (escenario actual)

- Mantener escenario actual de restricción

## Medida 1 requiere:

- Análisis jurídico sobre atribuciones de prohibición y fiscalización (organismos públicos)

## Medida 2 requiere:

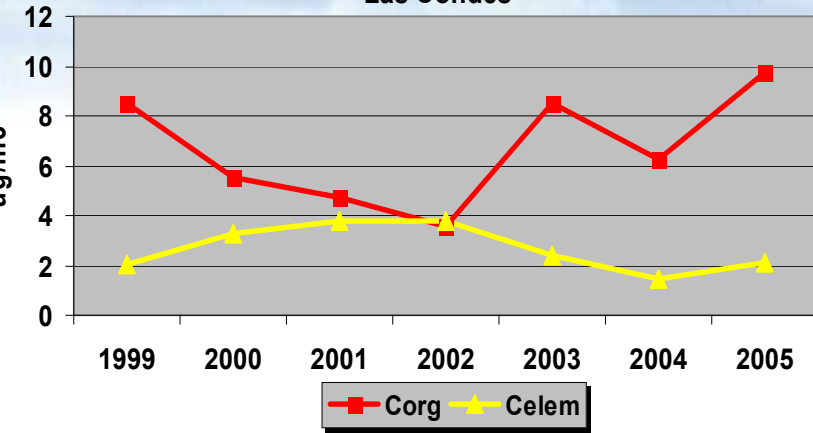
- Implementar registro de modelos, etiquetado y procedimientos de control y fiscalización

## Medida 3 requiere:

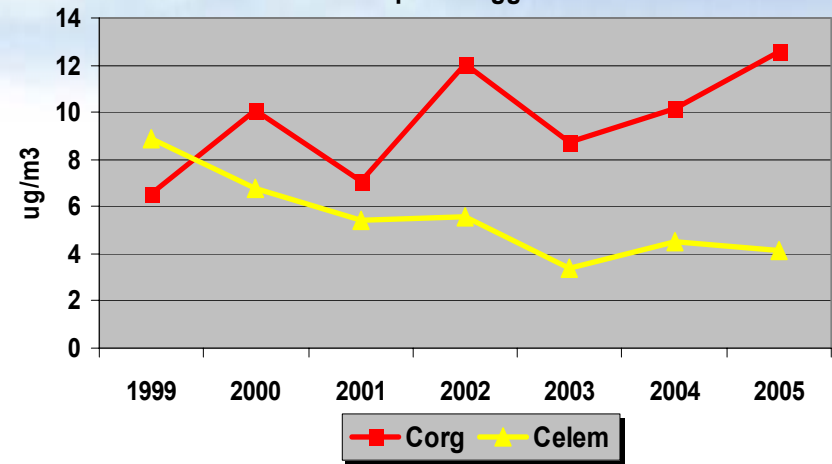
- Evaluar efectividad de esta medida. Desventajas en el control y fiscalización, omitir concepto "doble cámara y mecanismos de captación de partículas".

# Concentraciones Carbono Orgánico y Elemental

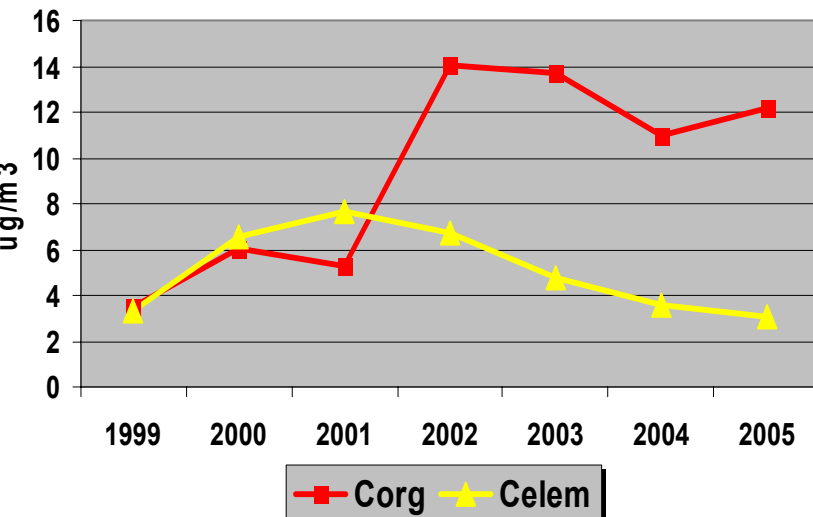
Concentraciones Promedio Carbono Orgánico-Elemental  
Las Condes



Concentraciones Promedio Carbono Orgánico-Elemental  
Parque O'Higgins



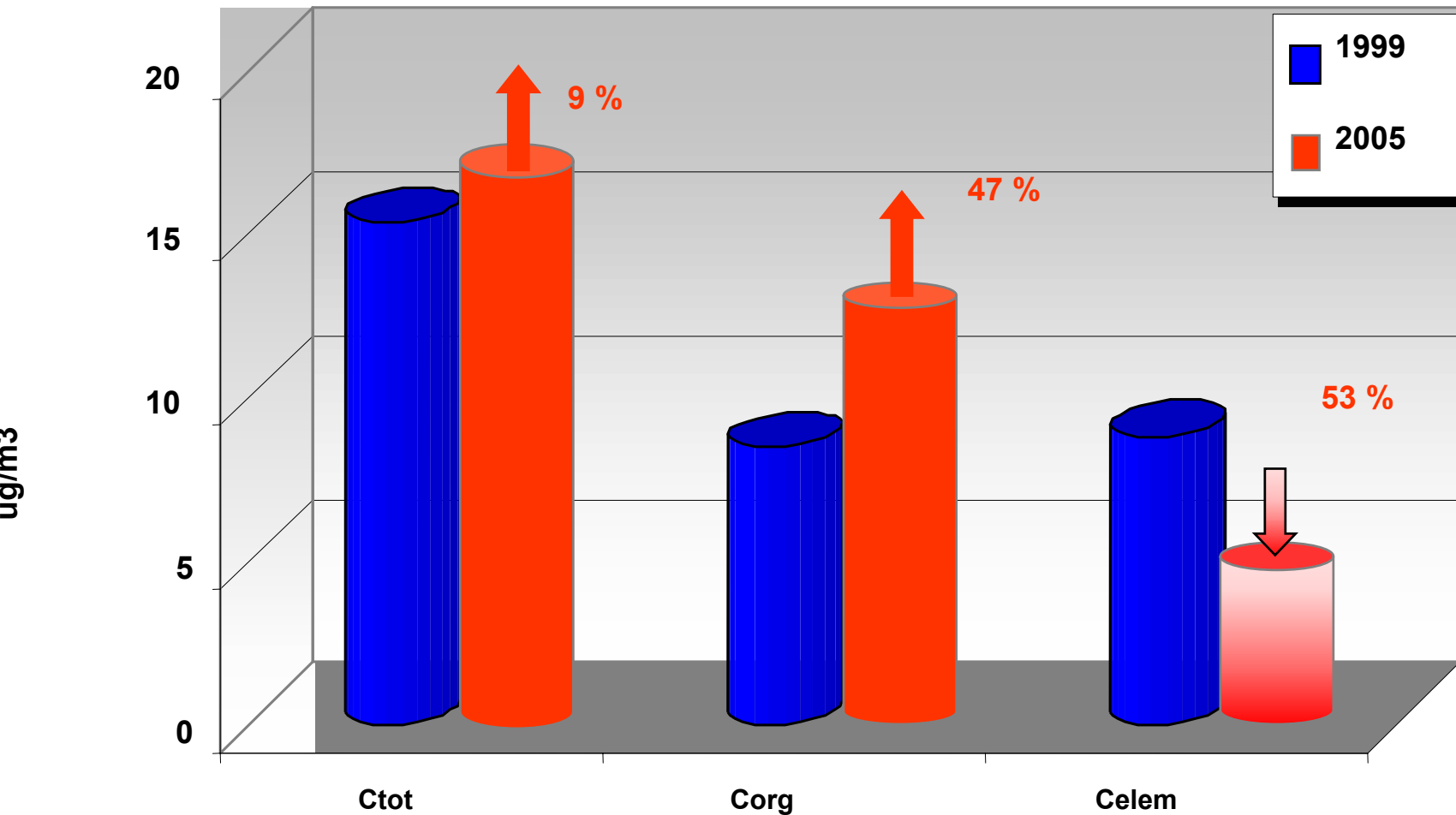
Concentraciones Promedio Carbono Orgánico-Elemental  
Pudahuel



Se presume que el aumento de las concentraciones de Carbono Orgánico podría deberse a la combustión de biomasa (entre otras fuentes)

# Evolución de las Concentraciones de Corg y Celem

Comparación Concentraciones Promedios carbono Elemental y Orgánico



# **Antecedentes para el Rediseño de la Gestión de Episodios Fuentes estacionarias de la RM**

2ª Reunión Comité Ampliado 13 octubre 2006

Descontaminación Atmosférica, CONAMA RM

# Situación Actual

- **Paralizan fuentes cuyas concentraciones están sobre 32 mg/m<sup>3</sup>N (Pre-Emergencia) y 28 mg/m<sup>3</sup>N (Emergencia)**
- **Además paralizan fuentes con muestreos vencidos y que no acreditan concentración.**
- **Escenario 2006:**
  - Restricción de Gas Natural casi permanente en invierno Titulares no miden con combustible de respaldo y algunos solicitaron plazo para realización de muestreos con GN.
  - A la Fecha aprox. 33 fuentes registran Combustible Alternativo
- A la luz de los precios relativos de combustibles (aún cuando se disponga de GNL en el futuro) los grandes consumidores de combustible en la Región Metropolitana se están cambiando a petróleos pesados.
- **Más de 5.000 fuentes no miden emisiones (Calderas y Hornos panificadores que no compensan emisiones). Se les estima la concentración en 30 mg/m<sup>3</sup>N (Diesel) y ó 15 mg/m<sup>3</sup>N (GN, GLP, Gas de ciudad o biogás)**
- **Sólo 57 fuentes declaran usar combustibles “no limpios” tales como: biomasa, petróleos pesados, carbón, kerosene.**
- **Se debe buscar un mecanismo para transparentar la situación real**

# Registro Oficial de Fuentes Estacionarias

## Preemergencia 2006:

- 541 fuentes
- 1404 kg/día
- Aprox 35% Emisión MP Base datos Ffijas

## Según muestreo:

- 199 fuentes sobre 32 mg/m<sup>3</sup>N
- 770 kg/día

## Emergencia 2006:

- 2021 fuentes
- 1545 kg/día
- Aprox 35% Emisión MP Base datos Ffijas

## Según muestreo o estimación:

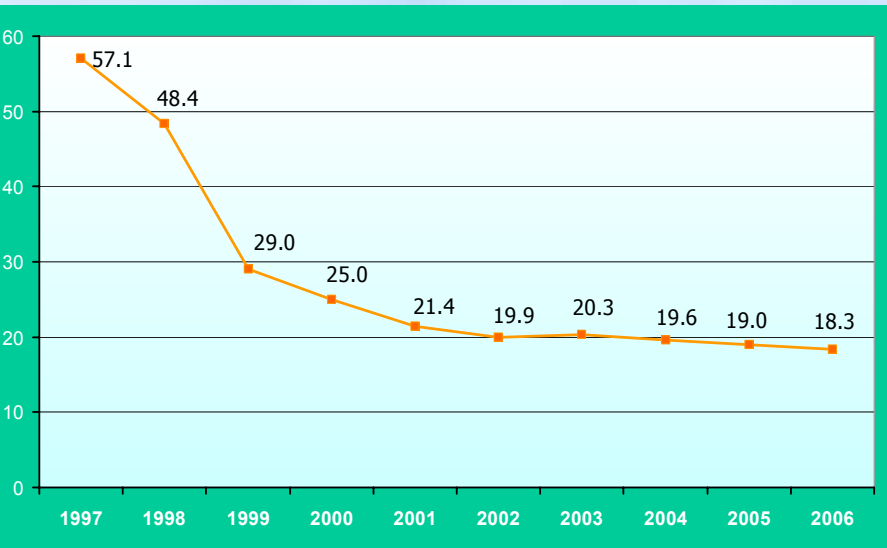
- 1.712 fuentes sobre 28 mg/m<sup>3</sup>N
- 919 kg/día

## Total Fuentes Estacionarias:

Casi 8.000 fuentes

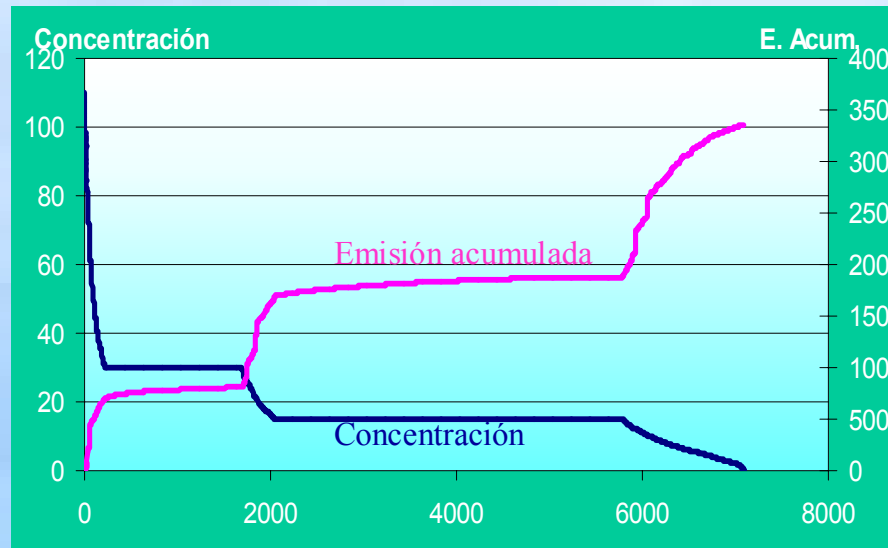
Emisión Base datos FFijas: 3,3 t/día

# Información Oficial registrada ante Autoridad Sanitaria



## Concentración promedio histórica 1997-2005

- Reducción significativa de concentración
- Mediciones con combustibles limpios (No miden con combustible de respaldo: Situación 2006)



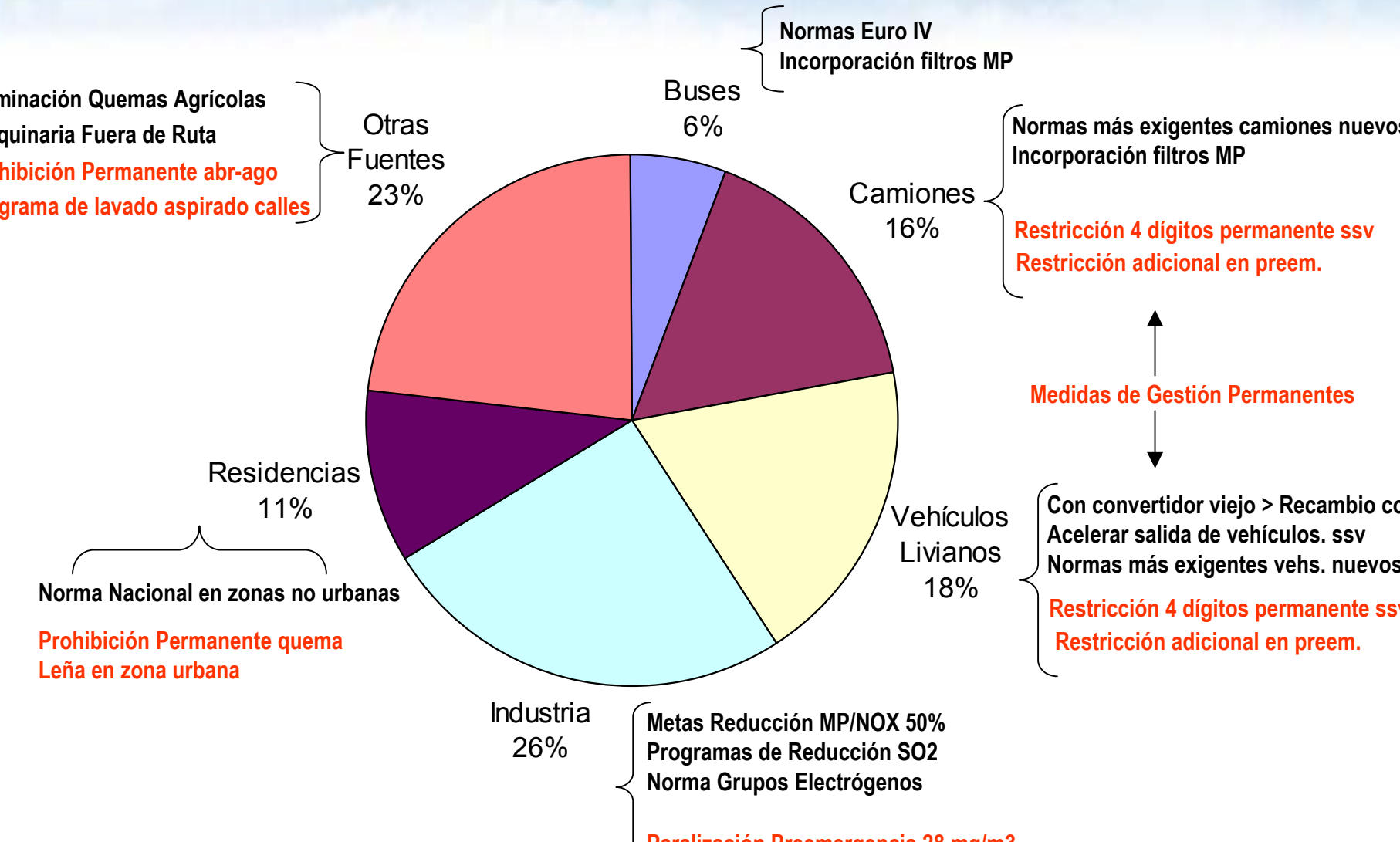
## Emisión – Concentración de MP 2006

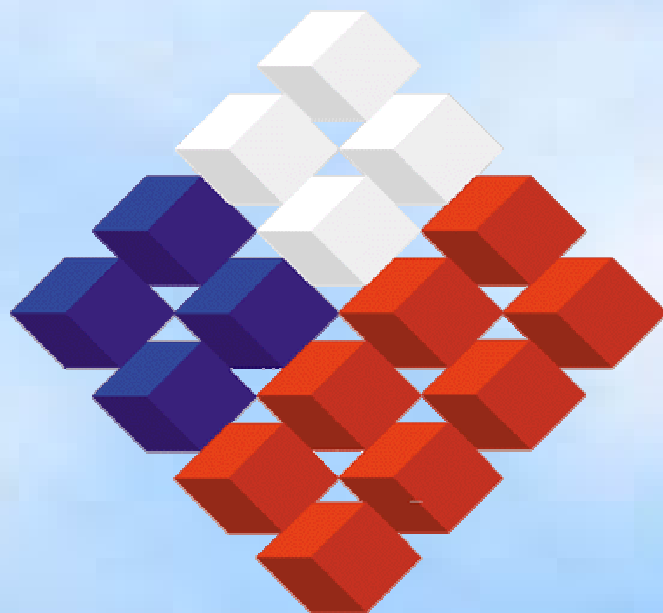
- Fuentes con baja concentración agrupan las mayores emisiones
- Gran cantidad de fuentes con concentraciones estimadas

# Comentarios

- El criterio de paralización actual en fuentes que utilizan combustibles de respaldo “no limpios” no genera reducciones reales.
- Se debe considerar en el criterio de paralización las condiciones de operación de las fuentes (por ej: procesos térmicos sin posibilidad de interrupción de operación, fuentes con posibilidad de programación temporal de operación, fuentes con posibilidad de modificar carga)
- Autoridad Sanitaria está evaluando la información disponible, a partir de los cual se elaborará una propuesta para el sector.
- Es fundamental definir un criterio de paralización realista, entendiendo que el sector industrial es el único junto con el transporte público que tiene techo de emisiones y metas de reducción para el sector.

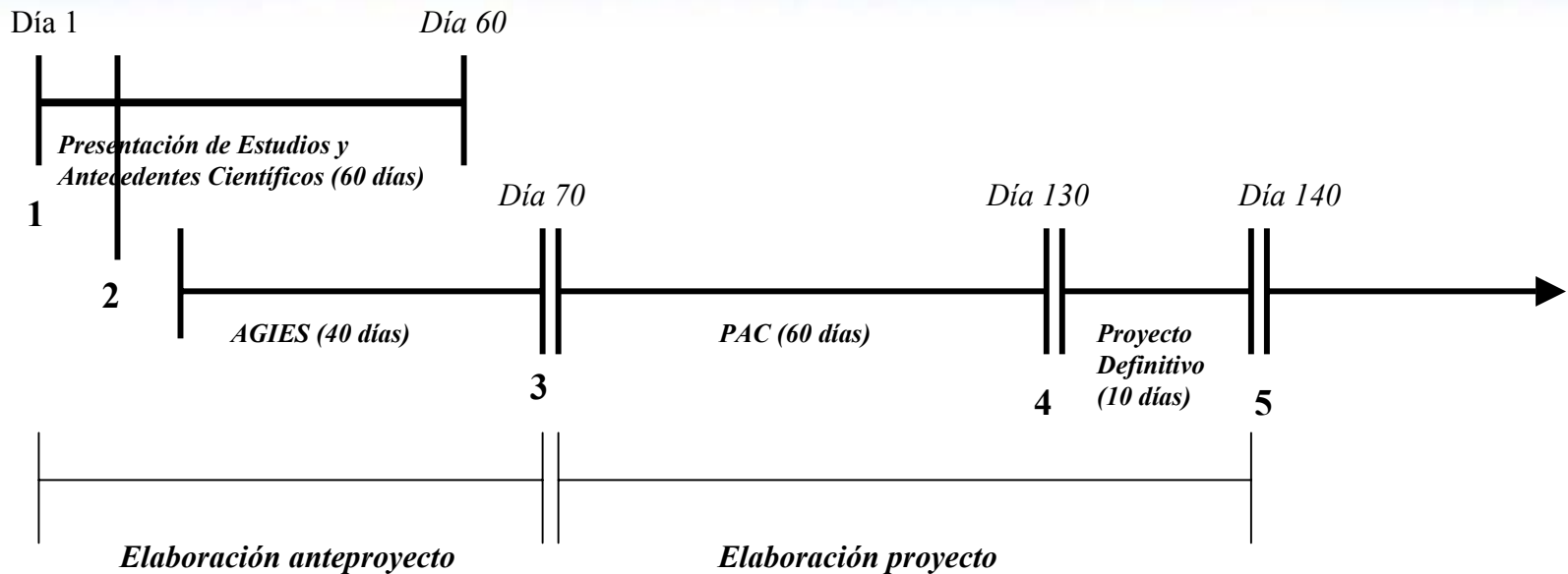
# Panorama General





**GOBIERNO DE CHILE**  
CONAMA  
REGION METROPOLITANA

# Plazos y Cronograma para la actualización del PPDA (Gestión de Episodios)



1. Publicación Resolución de inicio en Diario Oficial y diario de Circulación Nacional ( 1 de Septiembre)
2. Aprobación del Comité Operativo por parte del Consejo de Ministros ( 7 de Septiembre)
3. Presentación de Anteproyecto que será sometido a consulta pública (10 de noviembre)
4. Presentación de proyecto al Consejo Directivo.
5. Presentación de SEGPRES a Contraloría. (Enero 2007)