

Evaluación de Estrategias de Control de Emisiones en la ZMVM

J. Víctor Hugo Páramo Figueroa
Director General de Gestión de la Calidad del Aire

Agosto 2009

Proceso de Gestión de la Calidad del Aire en la Ciudad de México

En la Ciudad de México y su área conurbada se ha logrado instrumentar un proceso completo de gestión de la calidad del aire.

ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS

Cumplimiento de las Normas de Calidad del Aire

Contaminante	Exposición típica	Valor límite
PM ₁₀	24 horas	150 µg/m ³
PM ₁₀	3 meses	50 µg/m ³
PM _{2.5}	24 horas	120 µg/m ³
PM _{2.5}	3 meses	35 µg/m ³
SO ₂	24 horas	800 µg/m ³
SO ₂	3 meses	35 µg/m ³
NO ₂	24 horas	400 µg/m ³
NO ₂	3 meses	100 µg/m ³
O ₃	24 horas	160 µg/m ³
O ₃	3 meses	50 µg/m ³
CO	24 horas	4.0 ppm
CO	3 meses	1.0 ppm
Lead	24 horas	0.5 µg/m ³
Lead	3 meses	0.15 µg/m ³

¿Que reducciones se requieren?

- Reducción de emisiones
- Metas progresivas de la calidad del aire

¿Como alcanzar las reducciones requeridas?

- Políticas
- Programas
- Acciones

• Políticas de calidad del aire

- Reducción de emisiones en la industria y servicios.
- Introducción de vehículos limpios.
- Mejoramiento de las características ecológicas de los combustibles.
- Reducción de emisiones de vehículos en circulación.
- Promoción del uso de combustibles alternos.
- Transporte de pasajeros limpio y eficiente.
- Regulación ambiental del transporte de carga.
- Armonización del desarrollo urbano con el medio ambiente.
- Conservación de los recursos naturales.
- Educación ambiental.

• ProAire 2002-2010

PROCESO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZMVM

Herramientas

- ✓ Estudios científicos de química atmosférica y efectos en la salud.
- ✓ Monitoreo atmosférico
- ✓ Inventario de emisiones
- ✓ Modelación de la calidad del aire
- ✓ Monitoreo de efectos en la salud
- ✓ Estudios de Costo-Efectividad
- ✓ Etc.

Instrumentación de políticas

- Normatividad más estricta.
- Inspección y vigilancia de fuentes emisoras.
- Incentivos económicos.
- Programas para el transporte, industria, comercios y servicios.
- Etc.

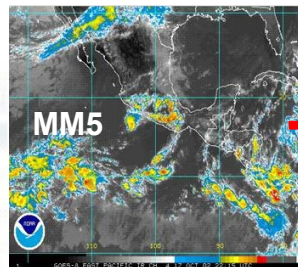
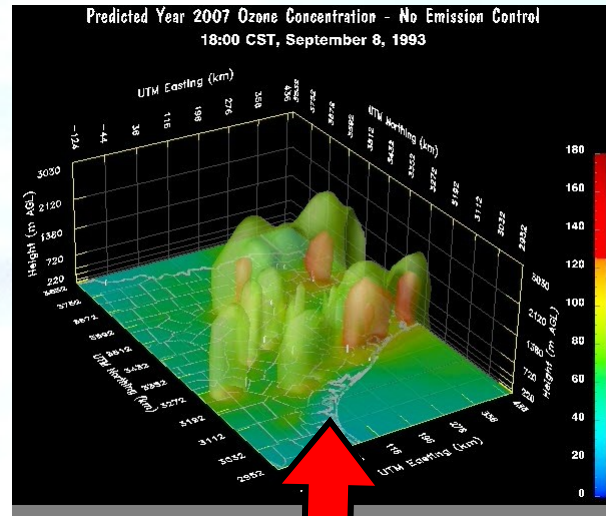
Evaluación de resultados

Tendencias

- Emisiones
- Calidad del aire
- Efectos en salud

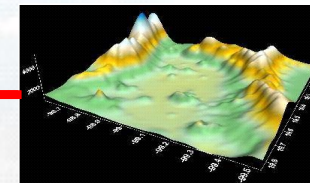


Información básica de entrada para la utilización de la modelación



Condiciones meteorológicas

Modelo de Simulación de la Calidad del Aire



Topografía y uso de suelo

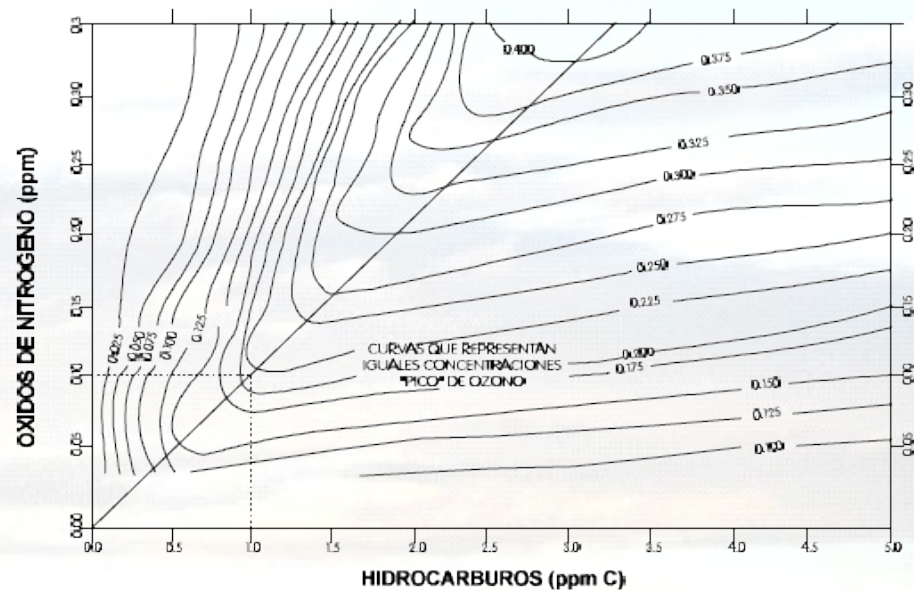


Antecedentes de la modelación de la calidad del aire en la ZMVM

En 1991, inicio el Estudio Global de la Calidad del Aire, donde el Instituto Mexicano del Petróleo y el Laboratorio Nacional de los Álamos se dieron a la tarea de desarrollar modelos de Calidad del Aire para la Ciudad de México.

Los resultados de este estudio indicaban que la generación de ozono en la ZMVM, era más sensible a las reducciones de NO_x.

Relación entre las concentraciones de hidrocarburos y óxidos de nitrógeno en la atmósfera con las concentraciones "pico" de ozono



Fuente: Instituto Mexicano del Petróleo.

Inicios de la modelación de la calidad del aire en la SMA-DF

En los años 2000-2001, se desarrolló por primera vez en la SMA-GDF la información de emisiones distribuida geográficamente y temporalmente, se realizó una caracterización de los COT

Se desarrolló el primer inventario de emisiones para modelación fotoquímica

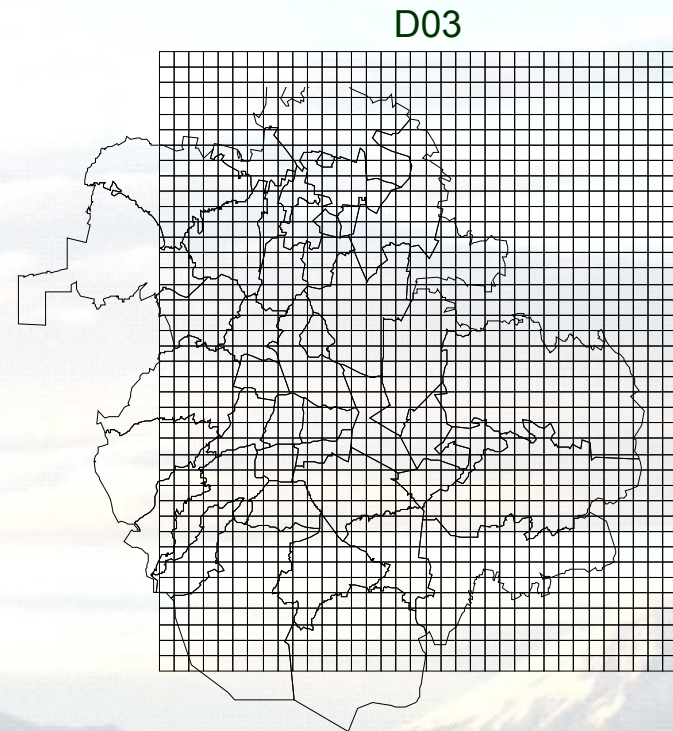
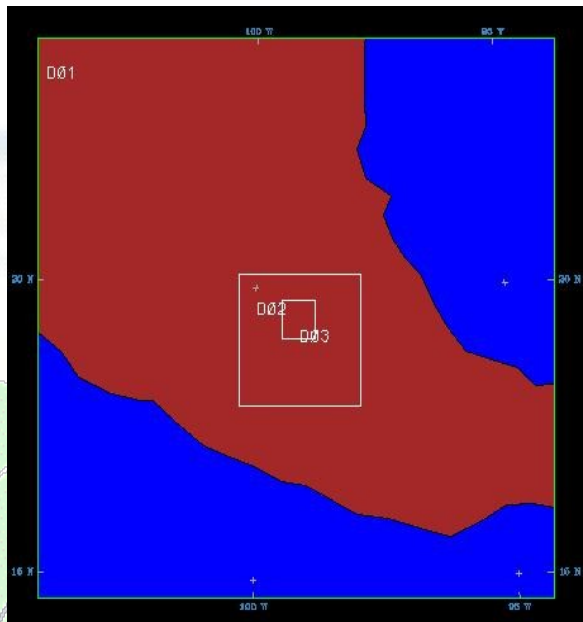


Esto permitió la modelación de escenarios con MCCM para simular diversas medidas de control de emisiones propuestas en el ProAire 2002- 2010, a instrumentarse en la ZMVM

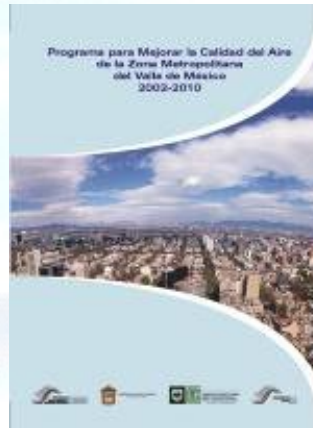
Modelación de la calidad del aire en la ZMVM en la planeación del PROAIRE 2002-2010

Unas de las primeras aplicaciones hechas con MCCM, fue estimar la concentración de ozono, en el año 2010, al no aplicarse medidas de control de emisiones; y comparativamente, las concentraciones del mismo contaminante al aplicarse control de emisiones en fuentes fijas y móviles.

D1	65x65 celdas	18km
D2	46x46 celdas	6km
D3	40x37 celdas	2km



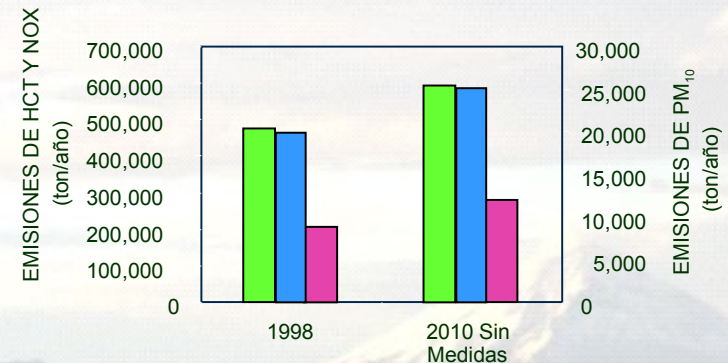
Inventario de Emisiones del año 1998 para planear la elaboración del PROAIRE 2002-2010



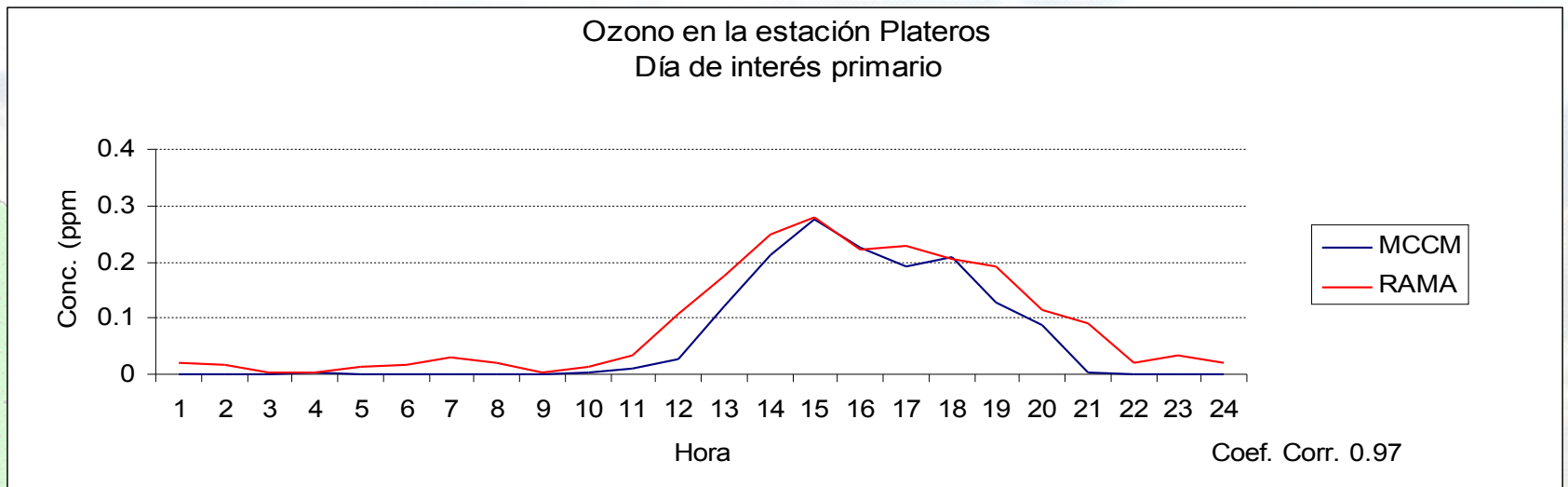
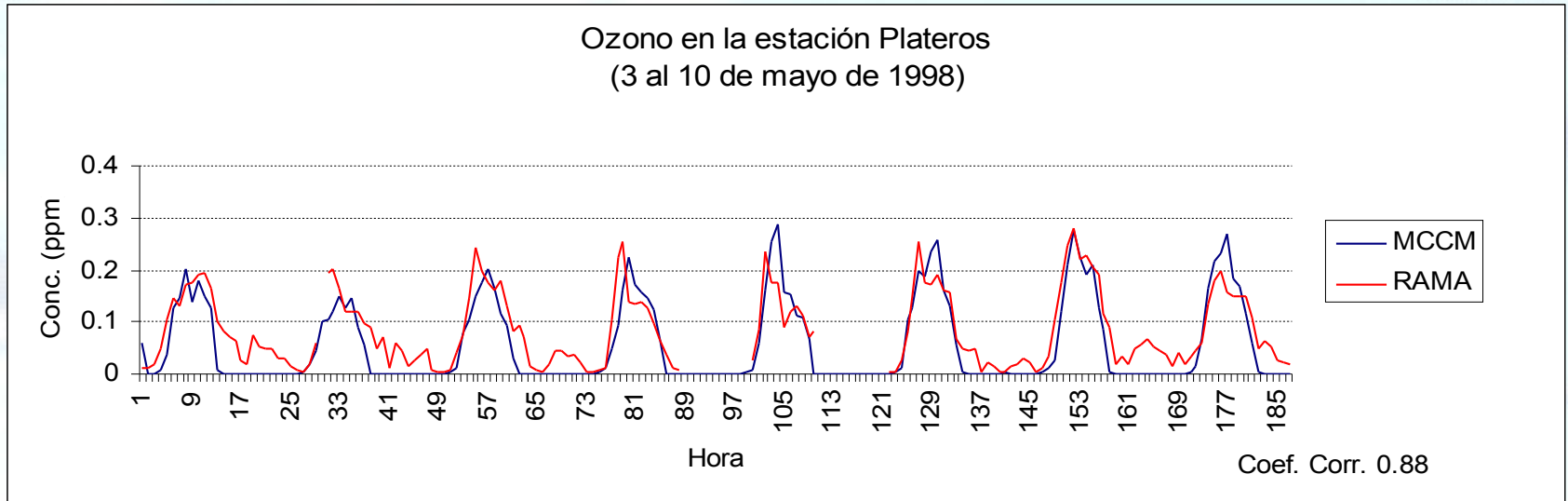
Estrategia	No. de medidas
Vehículos y transportes	38
Industria	7
Servicios	9
Conservación de Recursos Naturales	15
Protección de la Salud	8
Educación ambiental	4
Fortalecimiento Institucional	8
Total	89



Sector	Emisiones [ton/año]				
	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
Fuentes puntuales	3,093	12,442	9,213	26,988	23,980
Fuentes de área	1,678	5,354	25,960	9,866	247,599
Fuentes móviles	7,133	4,670	1,733,663	165,838	187,773
Total	11,904	22,466	1,768,836	202,692	459,352

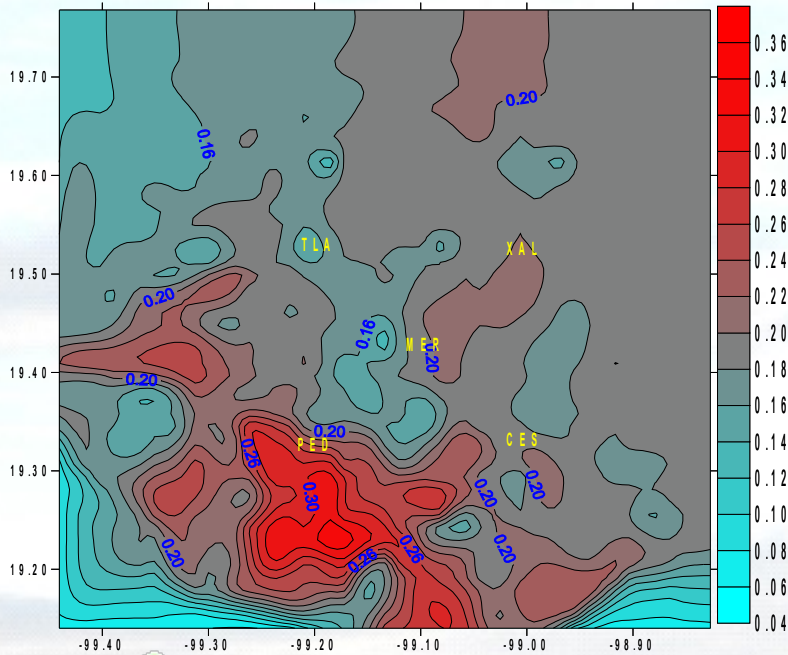


Resultados de calibración del modelo (Datos medidos vs Datos estimados)



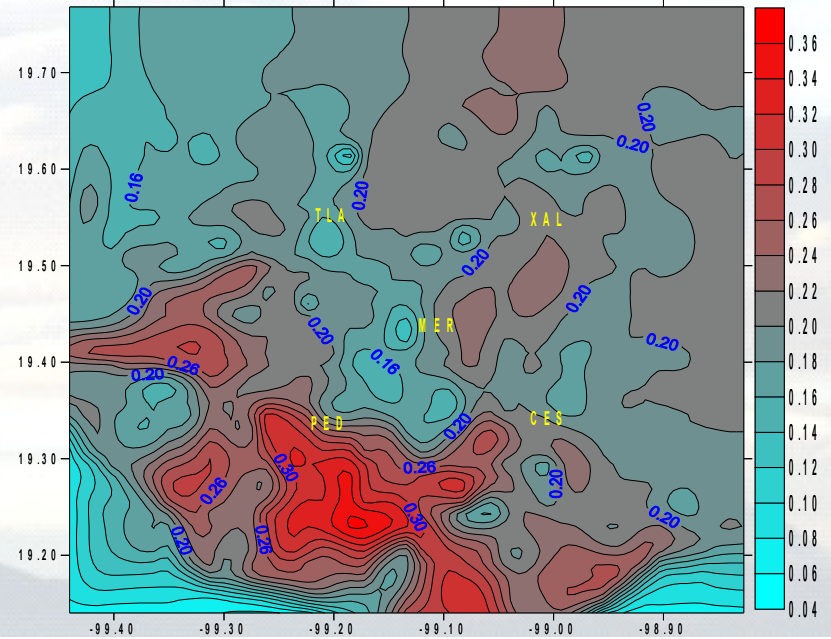
Resultados: Calidad del Aire

Caso base 1998 vs. Escenario 2010 sin medidas adicionales



Caso base 1998
Concentración de Ozono el 15 de Mayo, 15 h

Escenario 210 sin medidas
Concentración de Ozono el 15 de Mayo, 15 h



Medidas

- Establecimiento y aplicación de límites de emisión más estricto para vehículos nuevos a gasolina
- Adaptación de sistemas de control de emisiones a vehículos no equipados desde fábrica (retrofit)
- Renovación de la flota vehicular de transporte de pasajeros de baja capacidad
- Sustitución de transporte de pasajeros de mediana capacidad por vehículos nuevos de alta capacidad
- Establecimiento y aplicación de límites de emisión más estrictos para vehículos nuevos a diesel
- Aceleración de la eliminación de vehículos viejos de uso privado
- Renovación de autobuses de la RTP y STE
- Renovación de la flota de transporte de carga local
- Expansión del Metro
- Establecimiento de una red de trenes suburbanos
- Ampliación de la red de trolebuses y tren ligero
- Localización de taxis en bases
- Reconversión energética en la industria
- Control de emisiones contaminantes en el sector industrial
- Instrumentación de programas de producción más limpia
- Disminución de emisiones generadas por las plantas de energía eléctrica situadas en la ZMVM
- Reducción de emisiones en lavanderías de lavado en seco
- Reducción de emisiones de gas L.P. en instalaciones domésticas

Reducción de emisiones

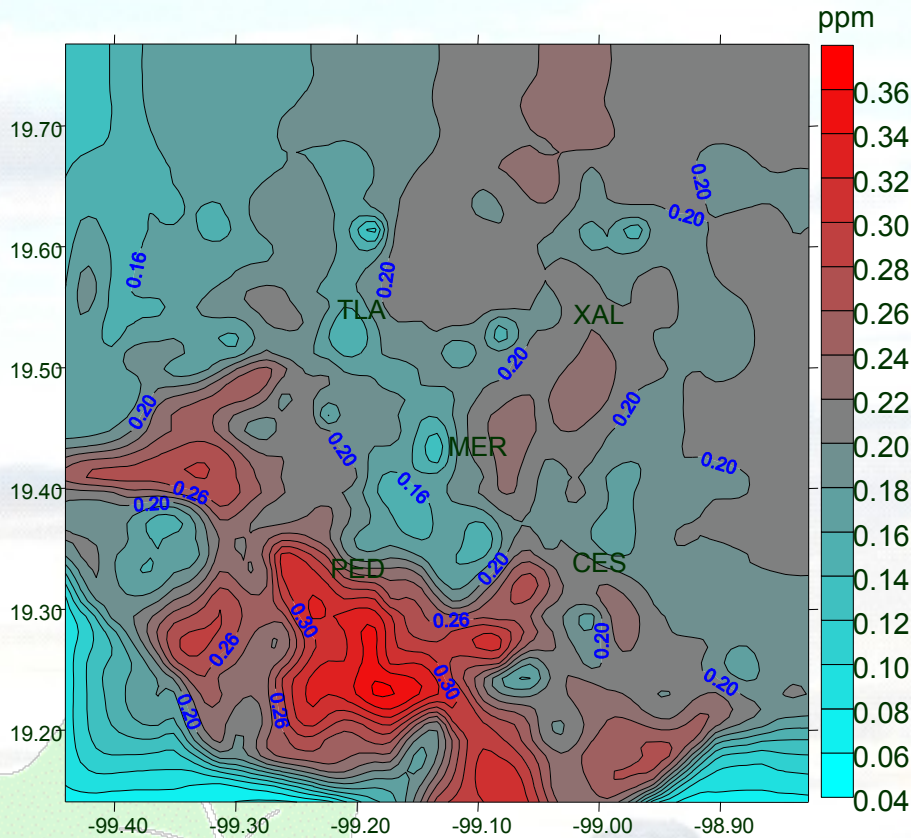
17% en HC, 43% NO_x,
16% SO₂, 26% CO y
18% en partículas PM₁₀

Resultados de la modelación

Escenario 2010 sin y con medidas adicionales

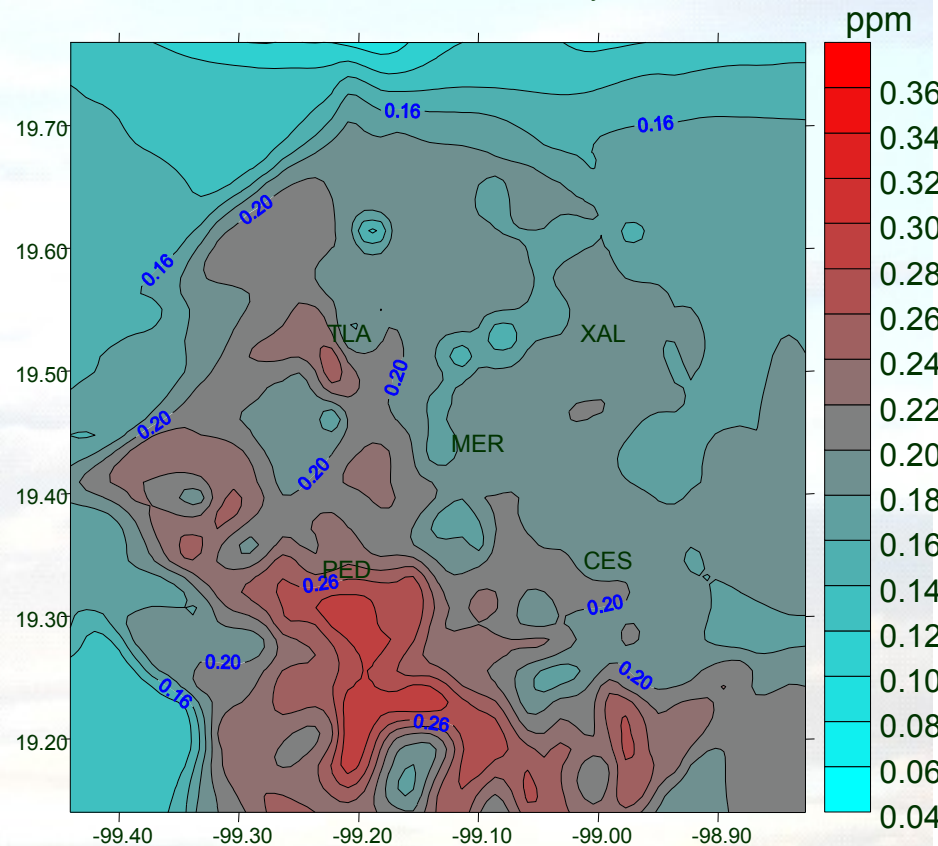
Escenario 2010 sin medidas adicionales

Concentración de ozono el 9 de Mayo a las 15h



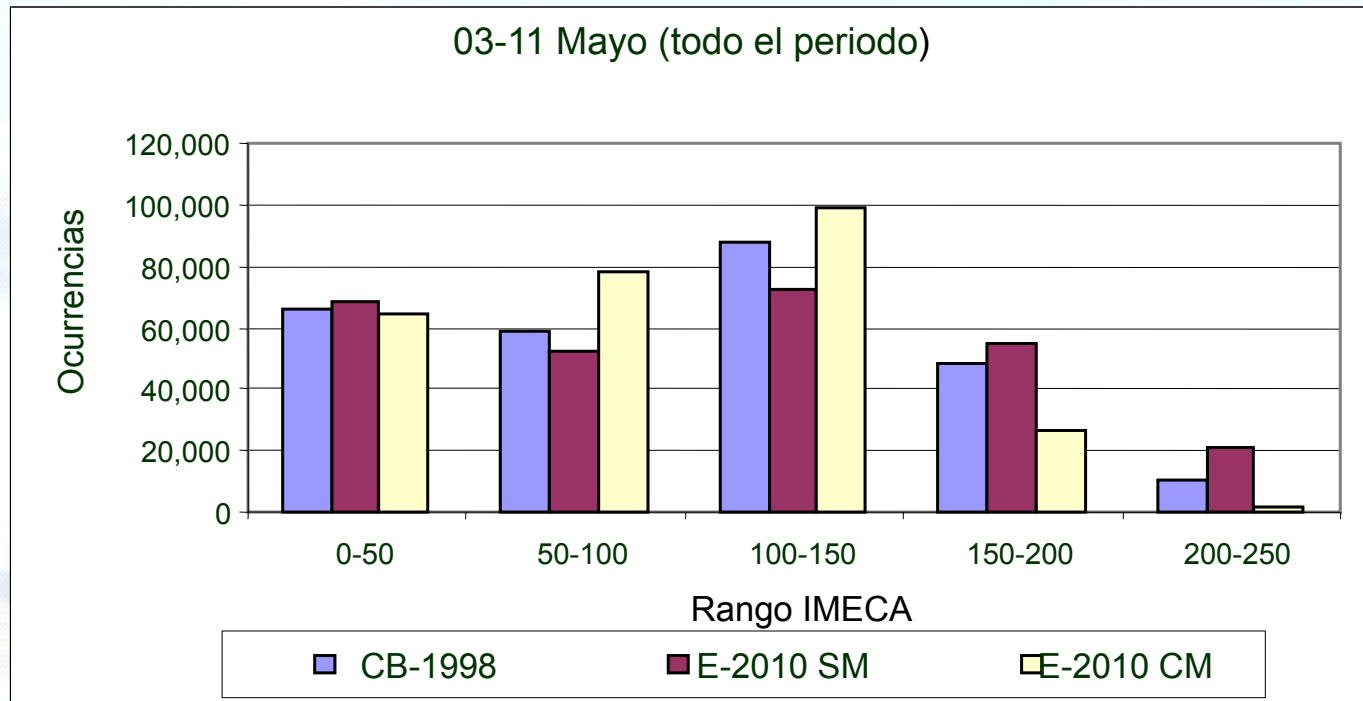
Escenario 2010 con medidas

Concentración de ozono el 9 de Mayo a las 15h



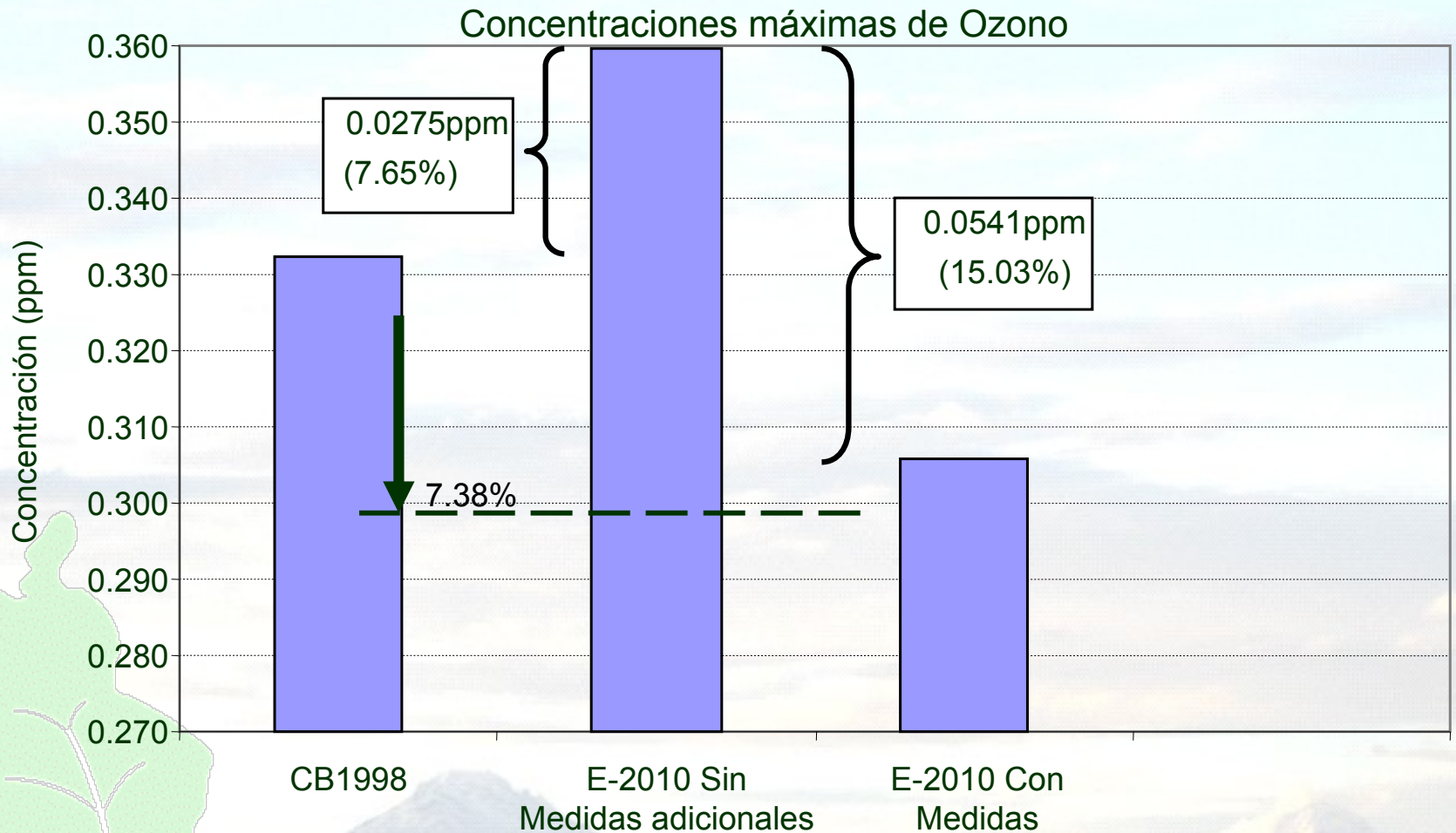
Resultados de la modelación: Caso base 1998 vs. Escenario 2010 con y sin medidas adicionales

Análisis de frecuencias



SM.- Sin Medidas, CM.- Con Medidas

Resultados de la modelación: Caso base 1998 vs. Escenario 2010 con y sin medidas adicionales



- Estimación de la calidad del aire por redistribución de emisiones del transporte de carga en la Ciudad de México de 7 a 9 de la mañana.
- Estimación de la calidad del aire por redistribución de emisiones del transporte de carga en la Ciudad de México de 7 a 10 de la mañana.
- Modelación de la calidad del aire en la ZMVM, con la actualización del Programa Hoy no Circula 2004.
- Aplicación de límites de emisión más estrictos para autos particulares a gasolina, establecidos en la NOM-041.
- Contribución de las emisiones biogénicas a la concentración de ozono en la ZMVM”
- Modelación fotoquímica de los escenarios de Precontingencia y fase I en la ZMVM.
- Estimación de ozono en la ZMVM, asociado a las emisiones de 14 plantas generadoras de electricidad.

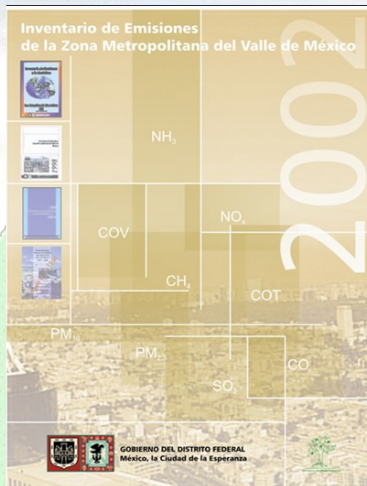
- Estimación de ozono en la ZMVM, asociado a las emisiones de 14 plantas generadoras de electricidad y cierre de la Termoeletricitad Jorge Luque.
- Estimación de las concentraciones de ozono en el 2005 con la simulación de 13 medidas de control de emisiones, incluidas en el PROAIRE 2002-2010”
- Estimación de las concentraciones de ozono en el 2006 con la simulación de 14 medidas de control de emisiones, incluidas en el PROAIRE 2002-2010”
- Modelación del impacto en la calidad del aire por ozono con la aplicación de 6 medidas metropolitanas de reducción de emisiones.
- Modelación del impacto en la calidad del aire por ozono con la aplicación del Programa Hoy no Circula sabatino.
- Estimación de las concentraciones de ozono con la reducción de emisiones de las medidas incluidas en el plan verde hasta el 2015 (PROTE).

Ejemplo de aplicación de la modelación en 13 Medidas de reducción de emisiones, del PROAIRE 2002-2010

Estimar las variaciones de ozono al implantar 13 medidas de control de emisiones incluidas en el PROAIRE 2002-2010

Para la estimación de las concentraciones de ozono con la simulación de 13 medidas de control de emisiones incluidas en el PROAIRE 2002-2010, se tomó como base el inventario de emisiones del año 2002

Emisiones del año 2002 en [ton/año]



Sector	Emisiones				
	PM ₁₀	SO ₂	CO	NOx	COT
Fuentes puntuales	4,246	3,579	6,880	19,543	75,933
Fuentes de área	12,781	40	7,612	11,818	412,432
Fuentes móviles	4,444	4,929	1,927,101	156,311	204,347
Total	21,471	8,548	1,941,593	187,672	692,712

Medidas

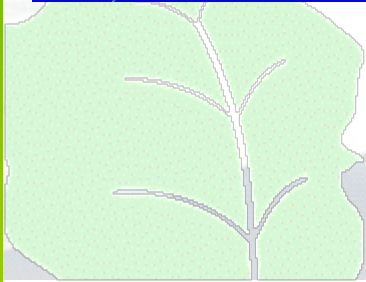
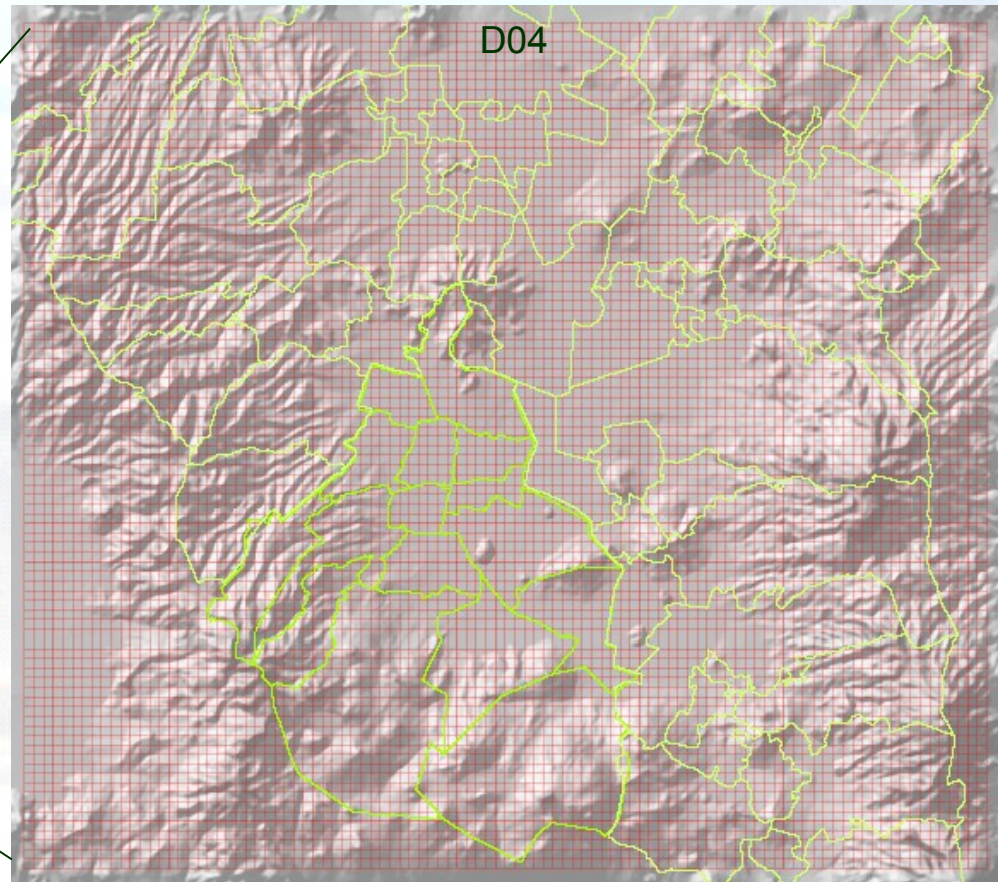
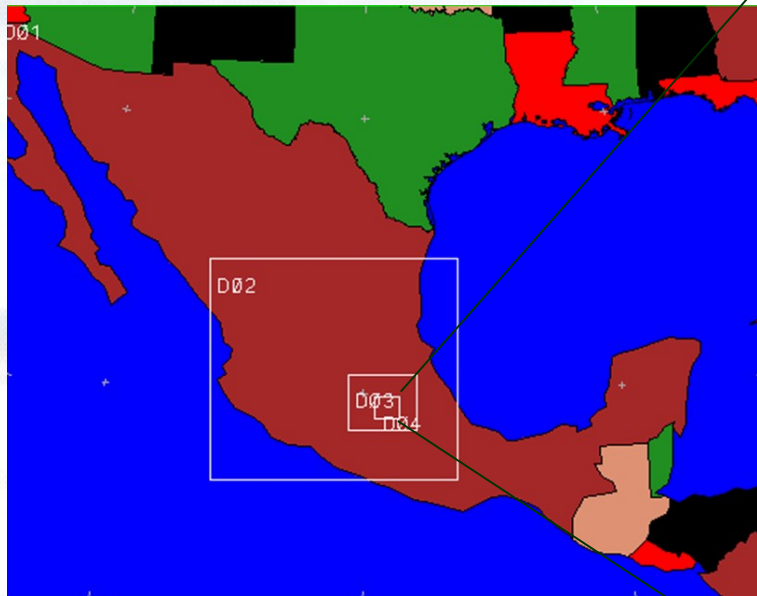
1. Modernización del "Programa de Verificación Vehicular"
2. Substitución de convertidores catalíticos
3. Uso de combustibles alternos
4. Actualización del "Programa Hoy No Circula"
5. Renovación de taxis
6. Programa de autorregulación de unidades a diesel
7. Renovación del transporte público operado por RTP
8. Substitución del transporte de mediana capacidad por transporte de alta capacidad
9. Programa ostensiblemente contaminante
10. Corredor Insurgentes (Metrobus)
11. Construcción del segundo piso del periférico y otras vialidades y distribuidores
12. Programa de reducción de emisiones en las 300 industrias más emisoras
13. Recuperación de vapores en estaciones de servicio
14. Reducción de fugas de Gas L. P.

Reducción de emisiones

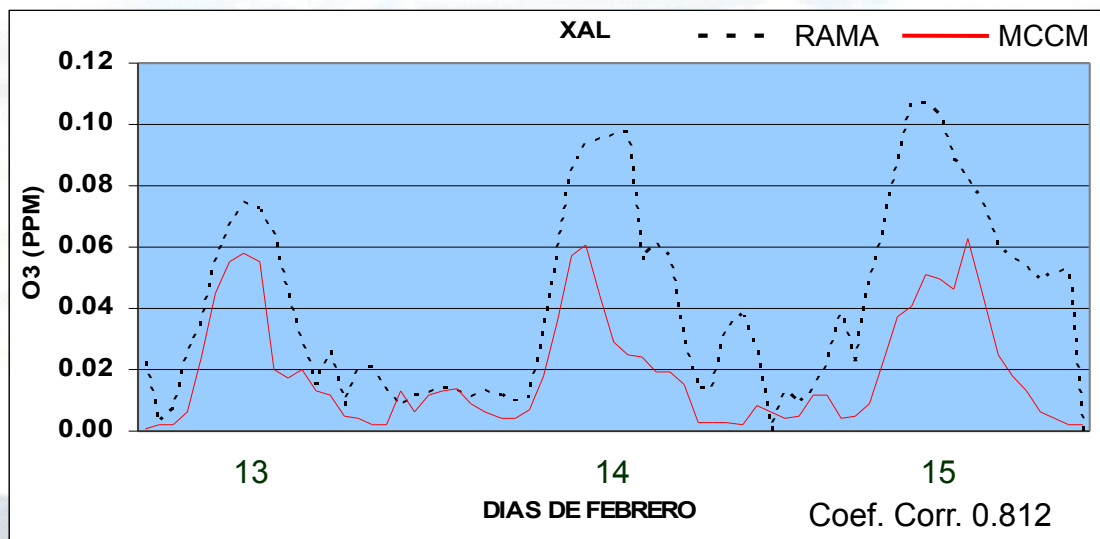
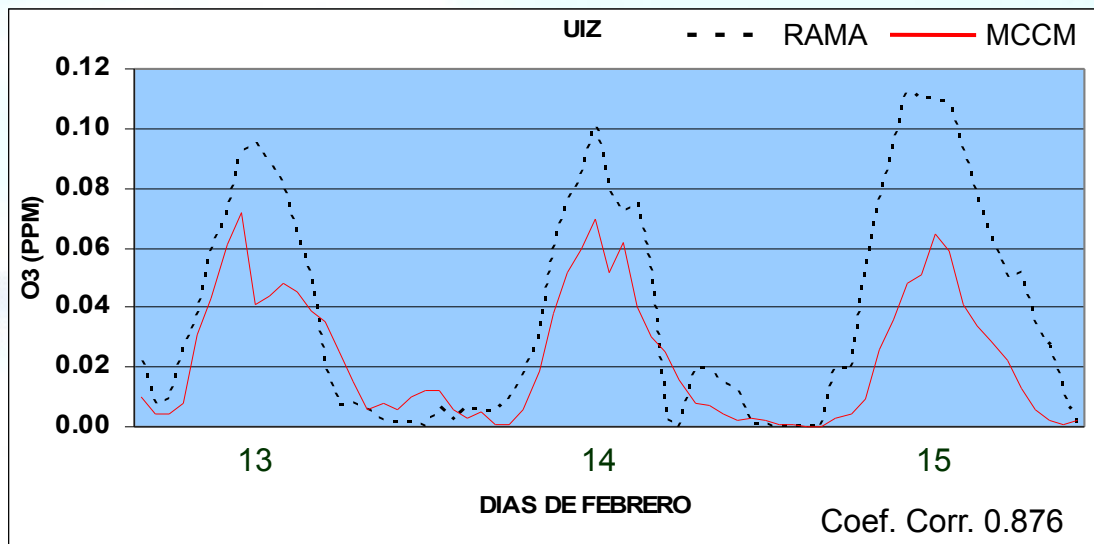
9% en COT, 31% NO_x,
16% SO₂, 17% CO y
18% en partículas PM₁₀

Dominios de la Modelación de la Calidad del aire en la ZMVM en PROAIRE 2002-2010

D1	90X115	celdas	27km
D2	100x112	celdas	9km
D3	76x94	celdas	3km
D4	91x100	celdas	1km

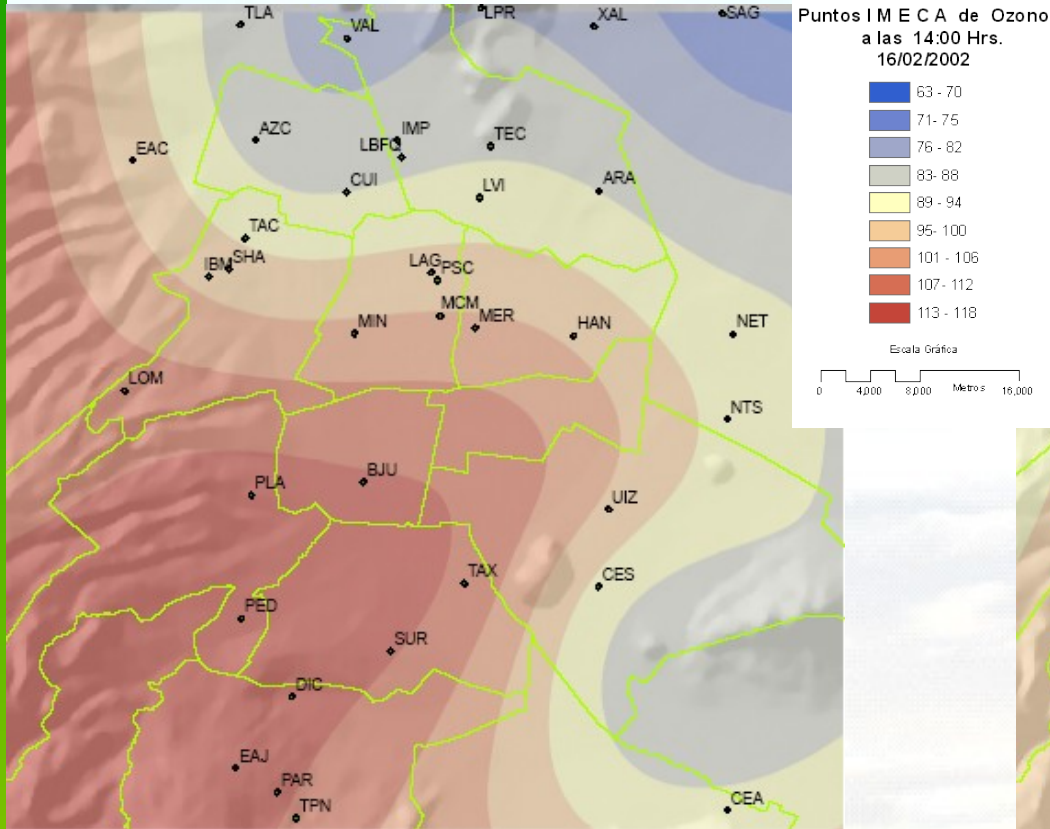


Comparación de ozono estimado y medido en las estaciones UAM Iztapalapa y Xalostoc

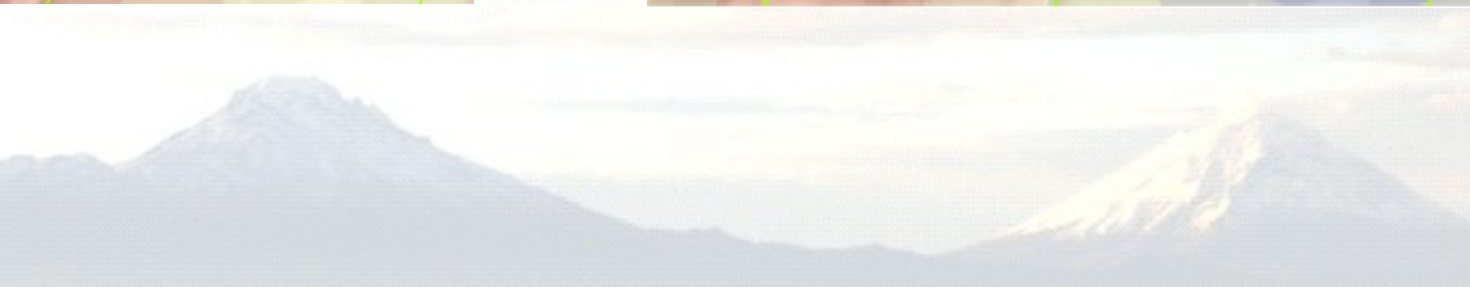
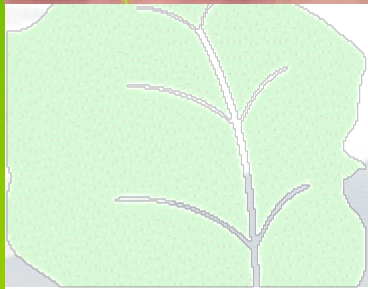
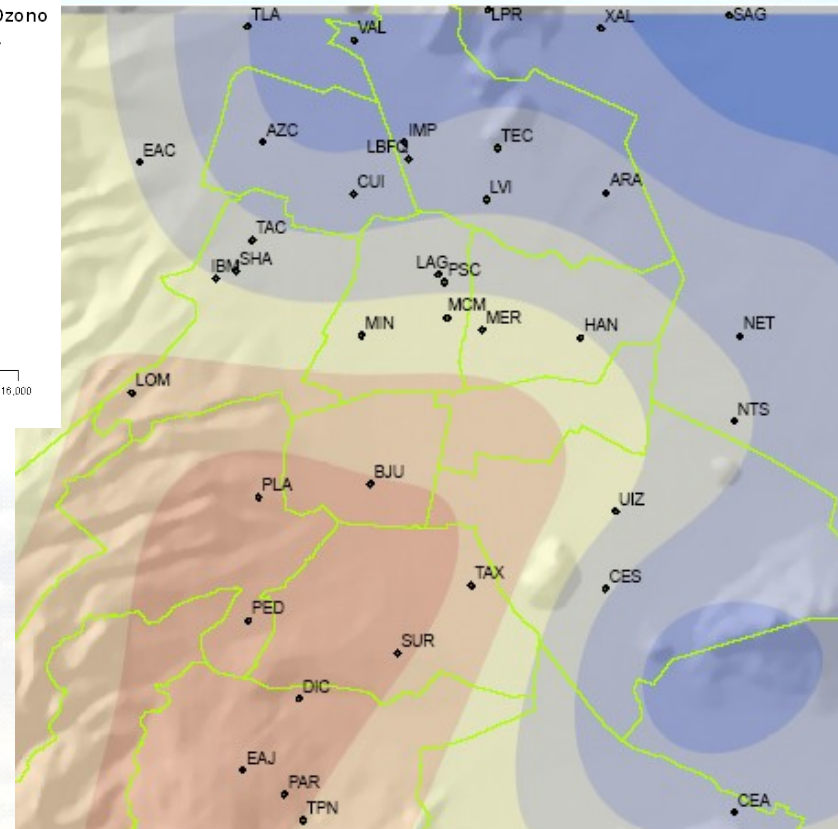


Resultados: Mapas de comparación de ozono con y sin la aplicación medidas

Escenario sin la aplicación de medidas

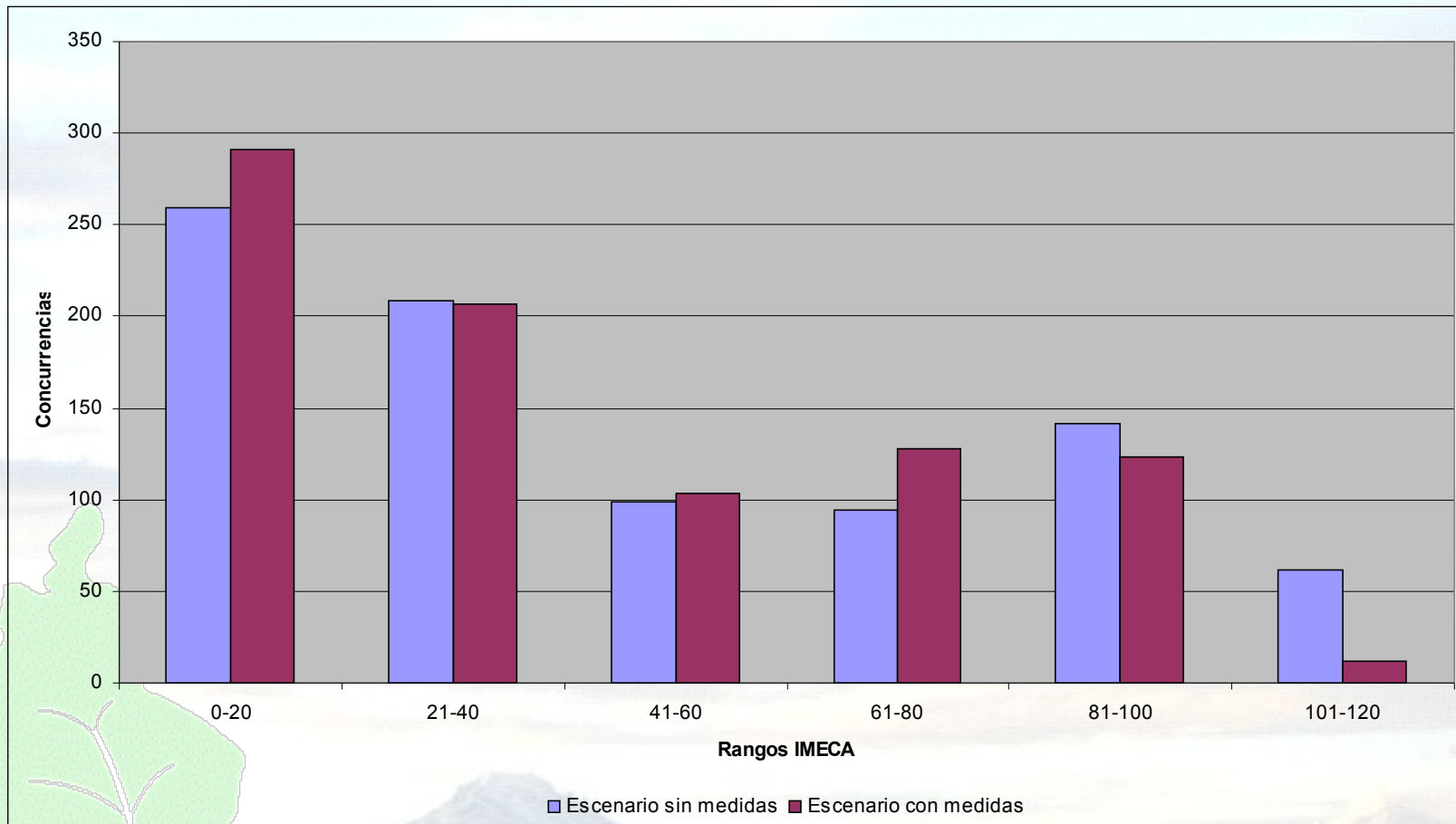


Escenario con la aplicación de medidas



Comparación de los resultados de la modelación Escenario sin y con medidas

Análisis de frecuencias



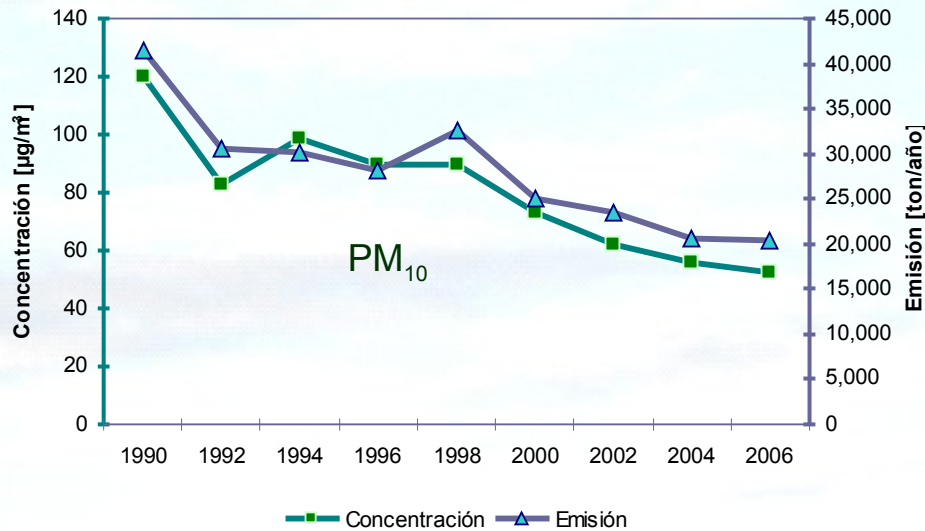
Estudios recientes de la modelación

Estudios recientes realizados por el grupo de expertos en modelación de los proyectos MCMA2003 y MILAGRO2006, indican que actualmente las concentraciones de ozono en la ZMVM son más sensibles a las variaciones de COV, a diferencia de lo que indicaba el Estudio Global de la Calidad del Aire realizado por el IMP a principios de los años 90 donde el ozono era influenciado en mayor medida por los NOx.

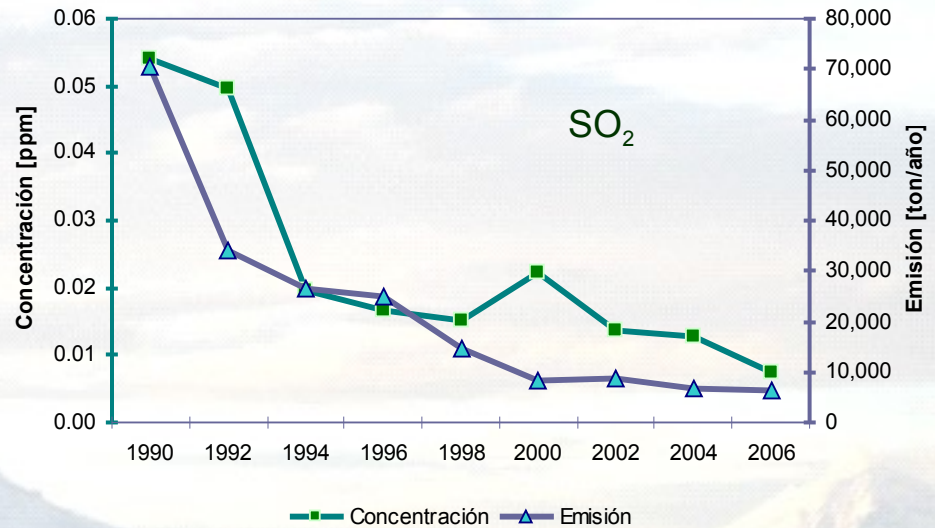
Este resultado es de suma importancia para considerarse en la elaboración del Proarie 2011-2020, para el cual se han iniciado los trabajos.



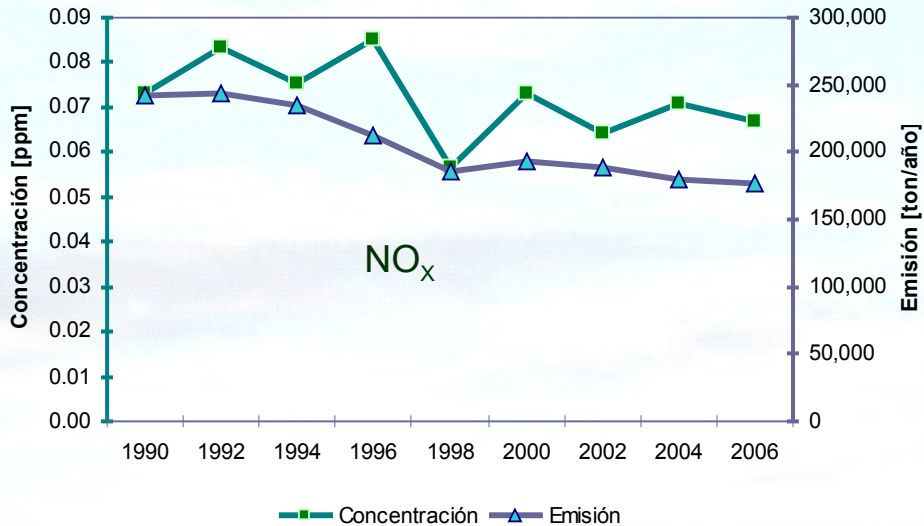
Otros métodos de evaluación de estrategias de control



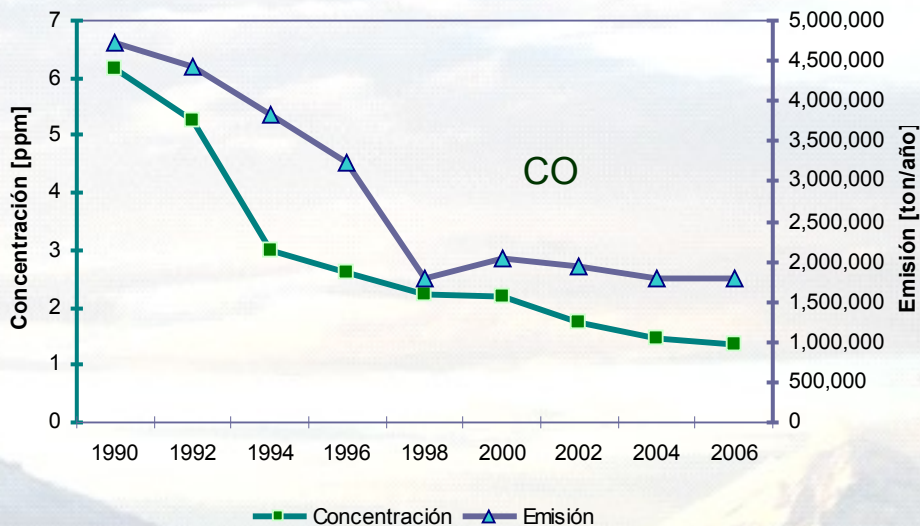
Tendencias de emisiones y concentración de PM₁₀ y SO₂ en la ZMVM



Otros métodos de evaluación de estrategias de control

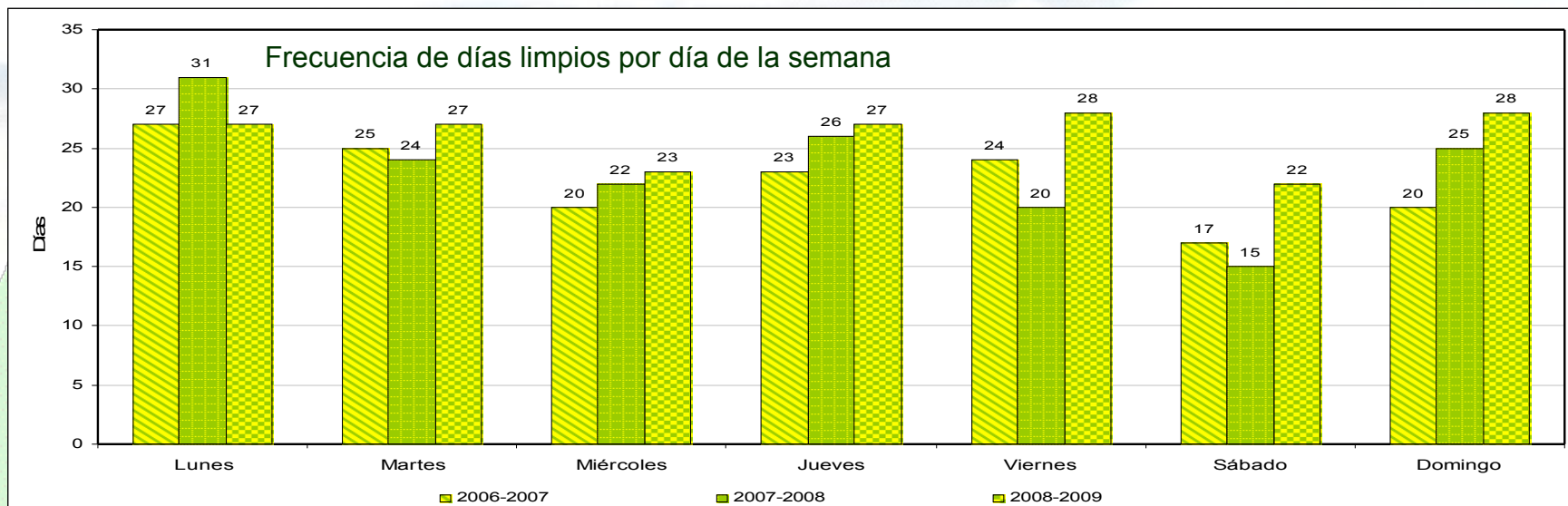
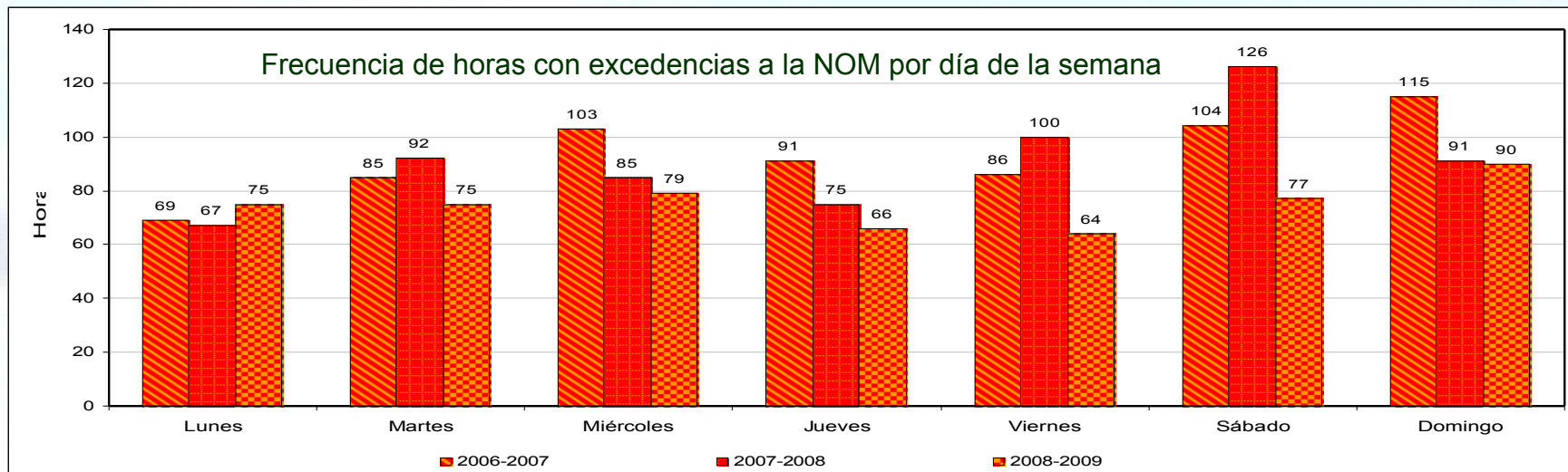


Tendencias de emisiones y concentración de CO y NO_x en la ZMVM



Otros métodos de evaluación de estrategias de control

Impacto de la aplicación del HNC sabatino en la calidad del aire en la Ciudad de México



Programa de Transporte Escolar

En el mes de febrero de 2009 se publicó:

- El Acuerdo que establece las medidas para controlar y reducir la contaminación atmosférica y congestión vial,
- El Decreto por el que se expide el Programa de Transporte Escolar en el DF, y
- El Manual de aplicación del Programa de Transporte Escolar en el DF.



EMISIONES ANUALES EN AUTOMOVIL (ton/año)					
	NOx	HC	CO	PM ₁₀	CO ₂
Colegio Oxford	1.84	1.03	12.31	0.05	712
Inst. Cumbres Lomas	1.30	0.72	8.65	0.04	501
Inst. Cumbres Vista Hermosa	1.31	0.73	8.75	0.04	506
Total	4.45	2.48	29.71	0.13	1,719

EMISIONES ANUALES EN AUTOBUS (ton/año)					
	NOx	HC	CO	PM ₁₀	CO ₂
Colegio Oxford	1.00	0.25	1.36	0.01	197
Instituto Cumbres Lomas	1.00	0.25	1.36	0.01	197
Instituto Cumbres Vista Hermosa	1.14	0.29	1.54	0.01	223
Total	3.14	0.79	4.26	0.03	617

Con el uso de autobuses escolares, sólo en esas tres escuelas se dejan de emitir 1,130 ton de contaminantes al año

- ✓ Los padres de familia recorrían alrededor de 7.1 millones de km/año para transportar a sus hijos (sumando los 3 colegios), en tanto que los camiones en los que ahora se realizan esos viajes sólo circulan 600 mil km/año, es decir 91.5% menos del kilometraje anterior recorrido en vehículos particulares.

- ✓ 85% menos de CO y PM₁₀
- ✓ 64% menos de HC y CO₂
- ✓ 29% menos de NOx



Gracias por su atención

J. Victor Hugo Páramo Figueroa

Director General de Gestión de la Calidad del Aire

vparamo@sma.df.gob.mx

<http://www.sma.df.gob.mx>



(WebCam de la Cd. De México)