

Control Conjunto de los Contaminantes Urbanos del Aire y de Gases de Efecto Invernadero en la Ciudad de México

**J. Jason West, Patricia Osnaya, Israel Laguna,
y Julia Martínez**

Instituto Nacional de Ecología, México

Con apoyo del:

Integrated Environmental Strategies Program

US Environmental Protection Agency

National Renewable Energy Laboratory



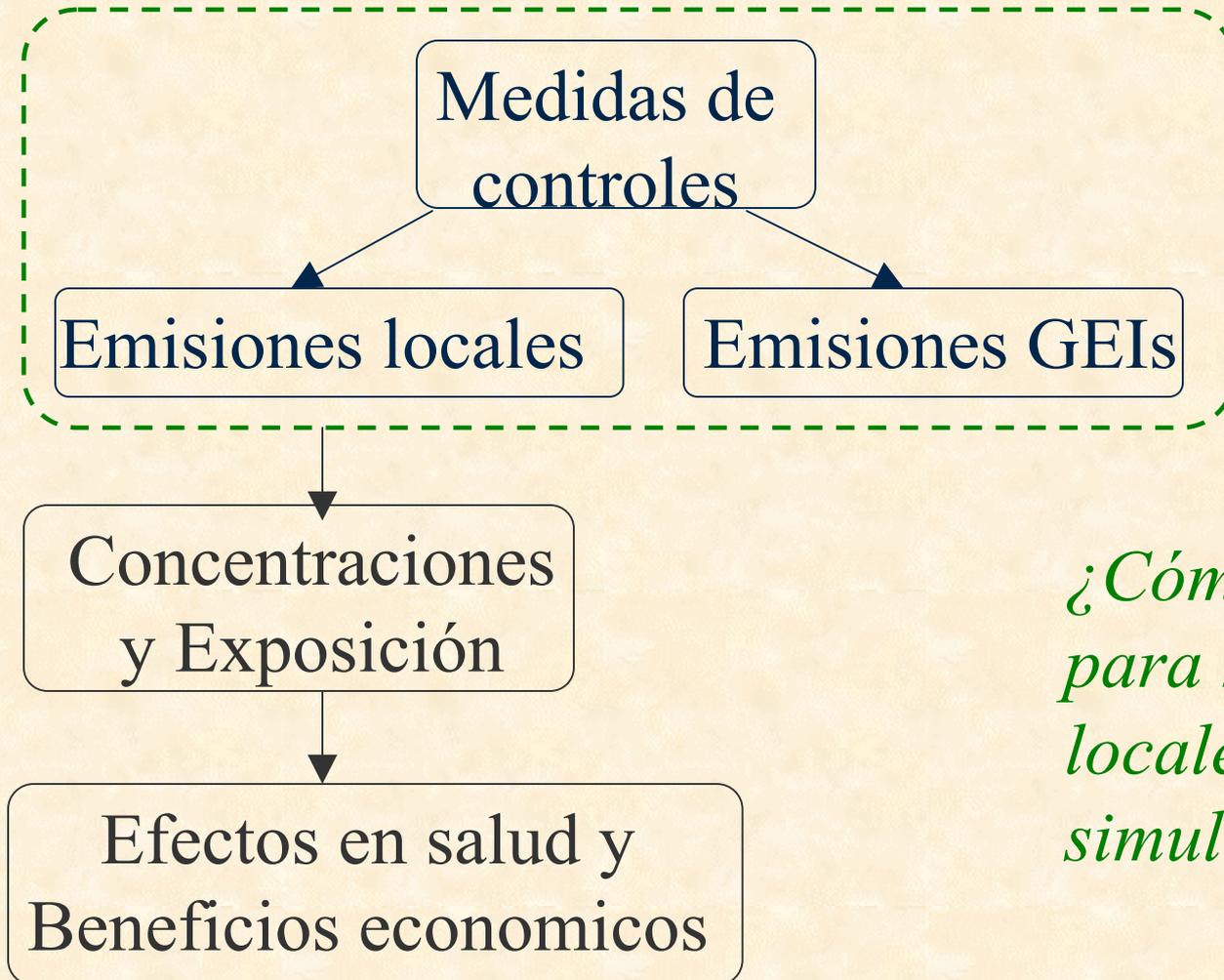
Estudios de Co-beneficios y Co-control



Co - beneficios

¿Cuál es el “co-beneficio” para la calidad del aire local y para la salud de las acciones de controlar emisiones de GEI?

Estudios de Co-beneficios y Co-control



Co - control

¿Cómo podemos planear para realizar metas locales y de GEIs simultáneamente?

Metas del estudio de “Co-control”

“Apoyar la capacidad en México y en la CAM para analizar y desarrollar políticas frente a la contaminación del aire y el cambio climático en una manera integral”

“Co-control”: considerar la construcción de planes de controles de emisiones, que promuevan que las metas de gestión de calidad del aire local y de la mitigación de GEI pueden ser realizadas.

- Desarrollar métodos de análisis complementarios a los métodos de Co-beneficios.

Objetivos más específicos

- 1) Unificar diversos estudios de medidas para el control de la contaminación local y para la mitigación de GEI, para construir una base de datos armonizada de opciones, la cual sea consistente entre las medidas.

- 2) Desarrollar y aplicar métodos cuantitativos de análisis de políticas, basado en programación lineal (LP) y “goal programming,” para analizar programas de mínimo costo que realizan metas para contaminantes múltiples, para:
 - una herramienta que la CAM puede usar para informar decisiones.
 - explorar las relaciones entre los controles en contaminantes locales y en GEI.

Base de datos PROAIRE

	Medida	Inv. pública	Inv. Privada	VPN	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC	CO ₂
PROAIRE	89 (17)	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓	×
ESTUDIO	22	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

PROAIRE: 24 medidas vehículos; 14 transporte; 7 industria; 9 servicios; 15 conservación de recursos naturales; 8 salud; 4 educación ambiental; 8 fortalecimiento institucional.

ESTUDIO: 8 medidas vehículos; 8 transporte; 4 industria; 2 servicios

Metodología

Estudio de la medidas

- Reagrupación de las medidas: V1 y V2 V1&2, V12&13
- Revisión de las cifras (hojas de cálculo J.Sarmiento, COMETRAVI, BM)
- Se corrigieron datos (en consulta con integrantes de la CAM)

Estimación del Valor Presente Neto (combustible)

- Inversiones
- Cambio en gastos (\$) del combustible utilizado
- Período de 2002-2010
- Valor de recuperación en 2010
- Tasa de retorno de 9%
- Todos los costos son con respecto a la línea base

Metodología

Estimación de reducciones de emisiones de CO₂

-Hojas de cálculo de contaminantes locales

-Factores de emisión y de eficiencia de combustible del PICC

-Para el transporte se realizó una estimación inversa a partir de la información de COMETRAVI.

Nivel máximo

El máximo nivel de aplicación de cada medida (el máximo factible técnicamente y prácticamente). El nivel de aplicación en PROAIRE es 1.0

Base de datos PROAIRE

Medidas	Costo (EUA\$ millones, 2002)				Reducción en Emisiones (ton/año en 2010)						Niv. Máx.
	Inv. pública	Inv. privada	VPN (comb.)	VPN (todo)	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC	CO ₂	
V1&2 Tecnología Tier II para auto privados nuevos. Reducción de S en gasolina	470	340	305	469	426	159	10,482	11,006	3,564	-87,185	1.0
V6 Adaptación de sistemas de control de emisiones a vehículos viejos. Retrofit	0	163	<u>182</u>		0	0	142,937	1,637	11,703	<u>-23,885</u>	1.0
V8 Sustitución de taxis viejos & taxis Tier II	80	720	690		124	0	85,108	8,579	11,434	21,122	1.1

Base de datos PROAIRE

Medidas	Costo (EUA\$ millones)				Reducción de emisiones (ton/año en 2010)					
	Invers. pública	Invers. privada	Invers. Total	VPN (comb.)	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC	CO ₂
PROAIRE Total	6,529	7,740	14,269		4,913	5,180	591,206	121,096	99,907	
PROAIRE – 22 medidas en este estudio	6,330	7,740	14,070		4,887	972	590,972	115,622	99,880	
Estudio – 22 medidas del PROAIRE	9,934	13,025	22,959	7,656	3,767 15.0%	627 1.9%	1,138,167 50.1%	90,698 32.2%	137,259 23.1%	2,246,946 3.1%
Estudio – 22 medidas de PROAIRE al nivel máximo	13,041	18,871	31,912	10,645	5,393 21.5%	796 2.4%	1,550,773 68.3%	120,106 42.6%	184,098 31.0%	3,267,473 4.6%

Los porcentajes son con respecto a las emisiones proyectadas para 2010.



Tecnologías de Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Fuentes de información

- “Support for National Action Plan” elaborado en 1997 para el INE, coordinado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM (fondos USAID).
- “Mitigating carbon emissions while advancing national development priorities: The case of Mexico”, Sheinbaum & Maser, UNAM, 2000.
- Tres estudios para la CAM con fondos del Banco Mundial, 2000.

Información obtenida de los documentos:

Potencial Nacional en los años 2000, 2005, 2010 en ton CO₂ / año

❖ Implantadas en el periodo 1997 -2010

- Costos de reducción en US\$ / ton CO₂ (anualizados)
(incluye Inversión, Operación y Mantenimiento)

Información requerida para la base de datos

Fracción local en emisiones de CO₂

- Emisiones de contaminantes locales (PM₁₀, SO₂, CO, NO_x, HC)
- Costo de Inversión (millones de dólares)
- VPN de cada medida (US\$/ton)

Medidas

a) Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)

- G2 Iluminación residencial eficiente
- G3 Iluminación comercial eficiente
- G4 Bombeo de agua potable
- G5 Motores eléctricos en la industria
- G7 Cogeneración industrial
- G11 Restauración forestal
- G12 Opciones agroforestales

Electricas

Forestales

b) Resto del País

- GN2 Iluminación residencial eficiente
- GN3 Iluminación comercial eficiente
- GN4 Bombeo de agua potable
- GN5 Motores eléctricos en la industria
- GN7 Cogeneración industrial
- GN8 Generación de electricidad eólica
- GN9 Manejo de bosque templado
- GN10 Manejo de bosque tropical
- GN11 Restauración forestal
- GN12 Opciones agroforestales

Medidas eléctricas

	Supuestos del efecto de cambios en el consumo eléctrico en la generación de las plantas de la ZMVM	%
1	Totalmente fuera de la ZMVM	0
2	Totalmente en las plantas de la ZMVM	100
3	Considerando el sistema interconectado	3.1
4	Función de la relación generación ZMVM / consumo ZMVM	20

Cálculos

Inversión

- ❖ Número de equipos
- ❖ Costo unitario (US\$) (documento)

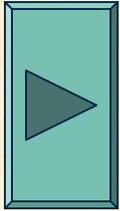
Valor Presente Neto (VPN)

- ❖ Tasa de descuento 9%
- ❖ $n = 14$ periodos (1997 –2010)
- ❖ Costo anual unitario (US\$ ton CO₂)

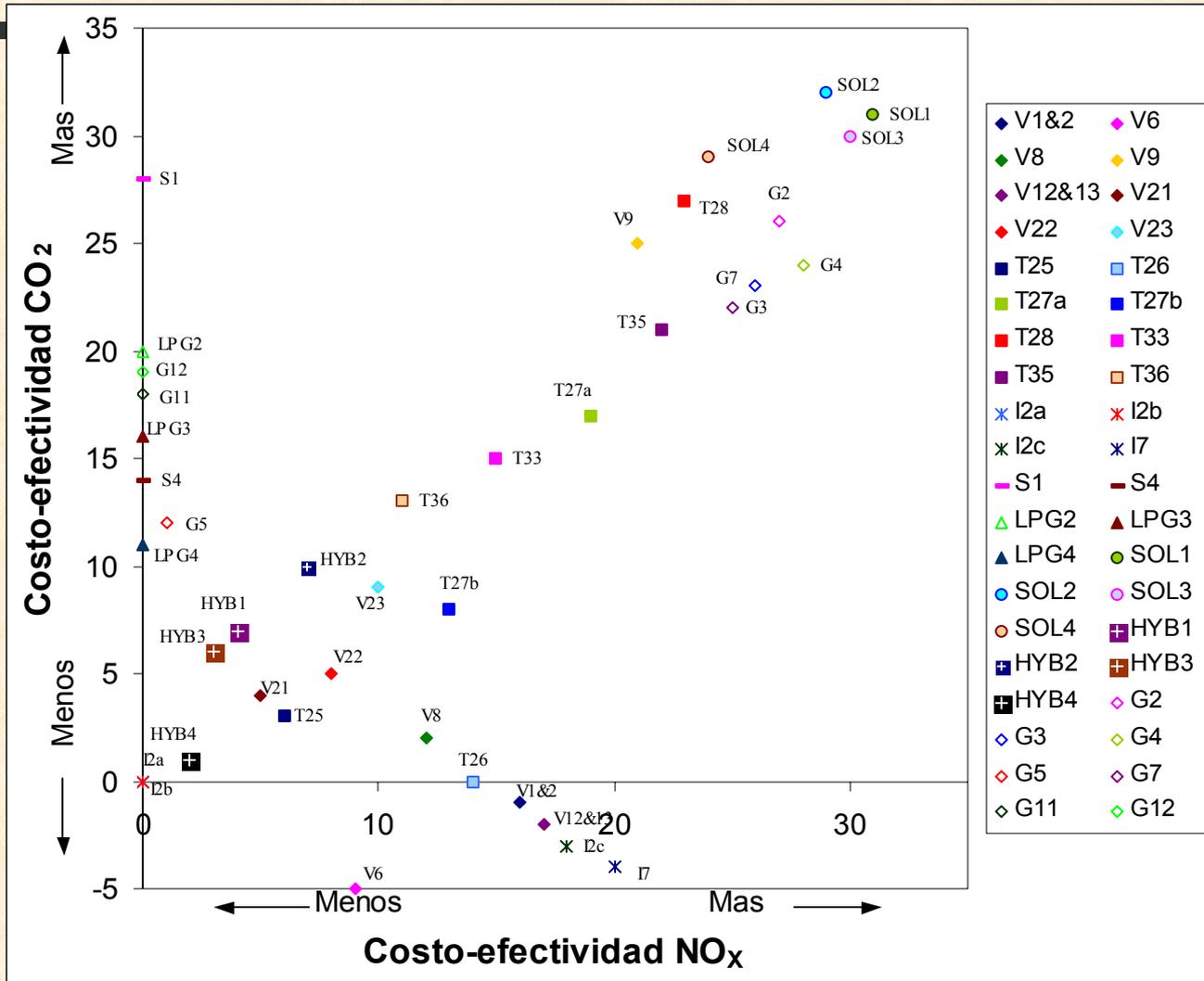
(US\$ / ton CO₂ / año) \longrightarrow (VPN)

Resumen de costos y emisiones – Medidas locales /Globales

Medidas	Costo (EUAS\$ millones)				Reducción de emisiones (ton/año en 2010)					
	Invers. pública	Invers. privada	Invers. Total	VPN (comb.)	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC	CO ₂
PROAIRE Total	6,529	7,740	14,269		4,913	5,180	591,206	121,096	99,907	
PROAIRE – 22 medidas en este estudio	6,330	7,740	14,070		4,887	972	590,972	115,622	99,880	
Presente estudio – 22 medidas del PROAIRE	9,934	13,025	22,959	7,656	3,767 15.0%	627 1.9%	1,138,167 50.1%	90,698 32.2%	137,259 23.1%	2,246,946 3.1%
Presente estudio – 22 medidas de PROAIRE al nivel máximo	13,041	18,871	31,912	10,645	5,393 21.5%	796 2.4%	1,550,773 68.3%	120,106 42.6%	184,098 31.0%	3,267,473 4.6%
Presente estudio – Medidas de GEI aplicadas a los niveles máximos	1,631	1,695	3,326	-714	321 1.3%	1 0.0%	2,670 0.0%	3,953 1.4%	19,232 3.2%	6,279,621 8.7%
Presente estudio – Todas las medidas a los niveles máximos	14,671	20,556	35,237	9,931	5,714 22.8%	797 2.4%	1,553,443 68.4%	124,059 44.0%	203,330 34.2%	9,547,094 13.3%



Costo-efectividad de CO₂ y NO_x



Programación Lineal

Buscar la solución de menor costo, para obtener reducciones en emisiones múltiples.

Formulación:

Minimizar: Costo = $\Sigma A_i C_i$

Cambiando: Niveles de actividad de medidas (A_i)

Sujeto a restricciones:

1) Niveles máximos, cada medida: $A_i \leq (A_i)_{\max}$

2) Niveles mínimos, cada medida: $A_i \geq 0$

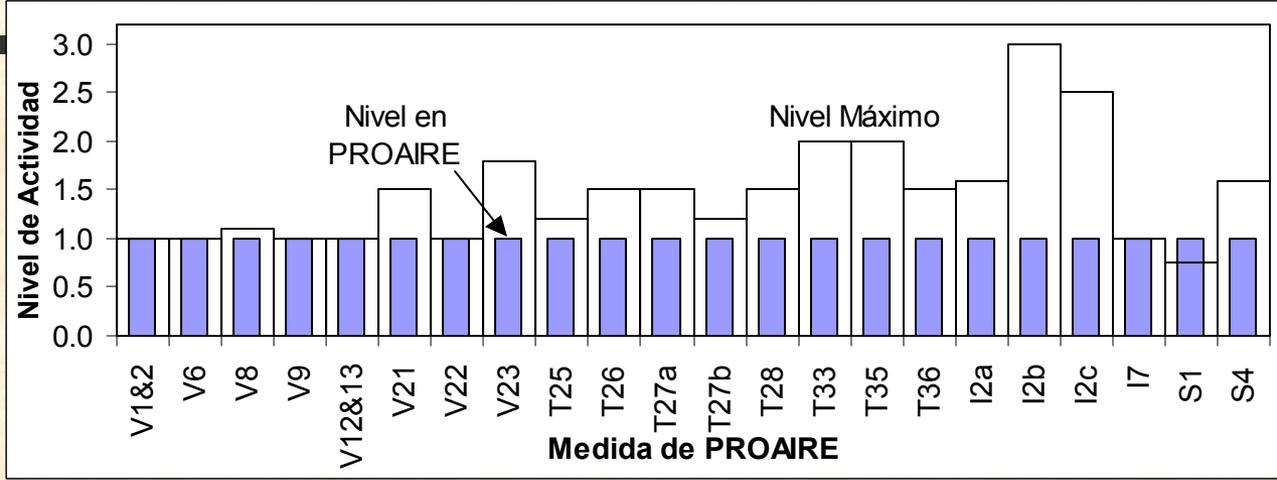
3) Reducciones en emisiones: $\Sigma(A_i E_{i,k}) \geq T_k$

\Rightarrow *Puede ser buena herramienta, cuando consideramos contaminantes múltiples, simultáneamente.*

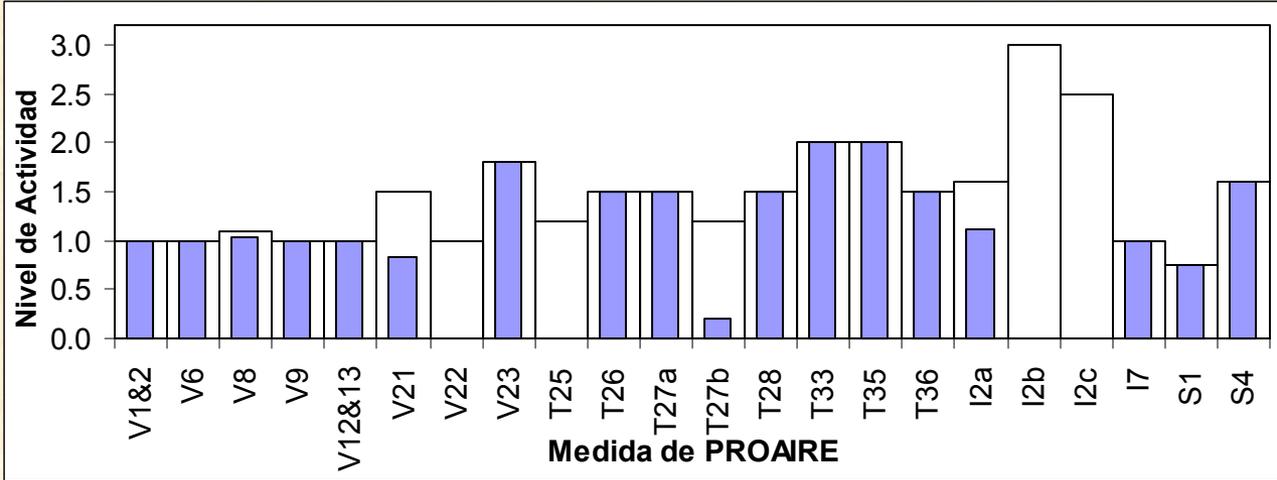
\Rightarrow *Desarrollamos en Excel en manera cual es fácil aplicar.*

Minimizar VPN (combustible), usando Medidas de PROAIRE

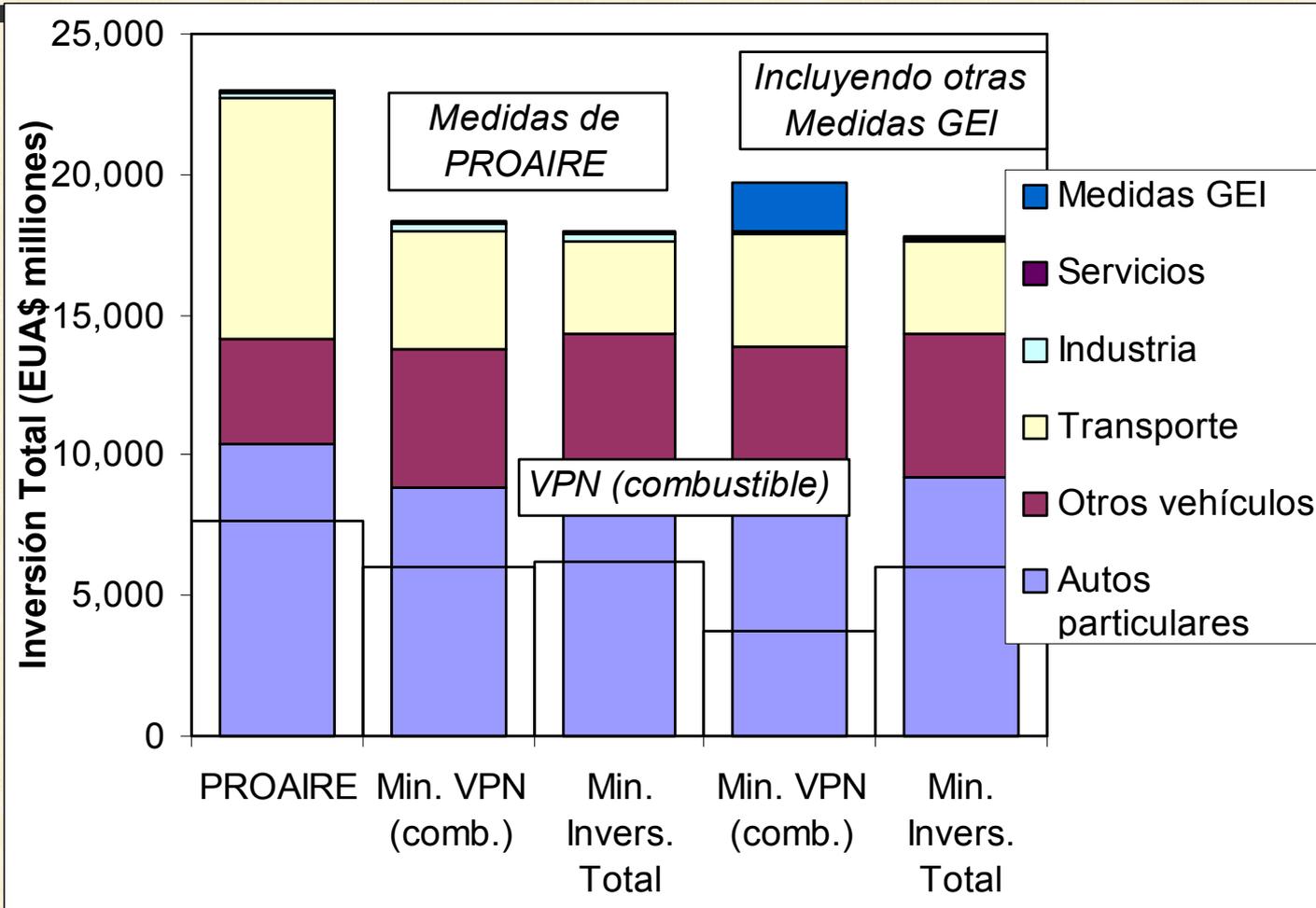
PROAIRE



Min. VPN (comb.)

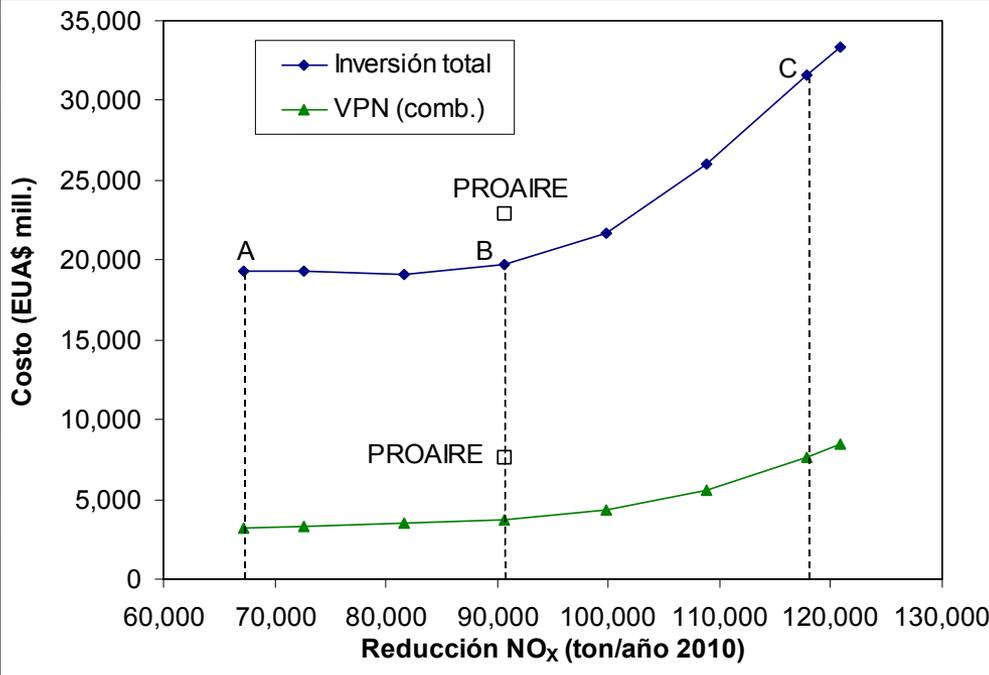


Costos para obtener metas locales de PROAIRE





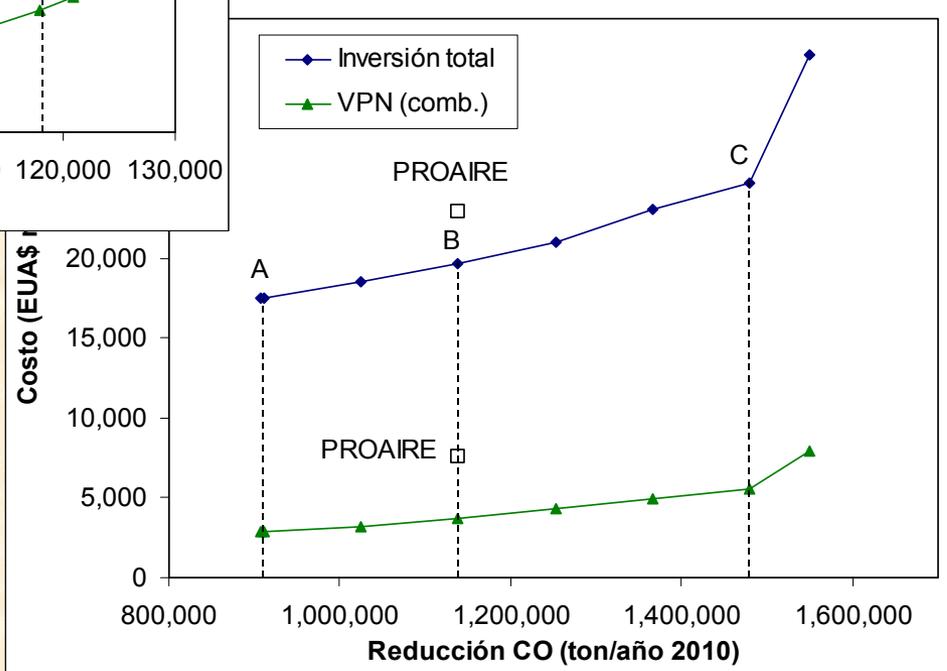
Cuales deben ser las metas locales?



NO_x

Resultados de min. VPN (comb.) usando todas las medidas locales.

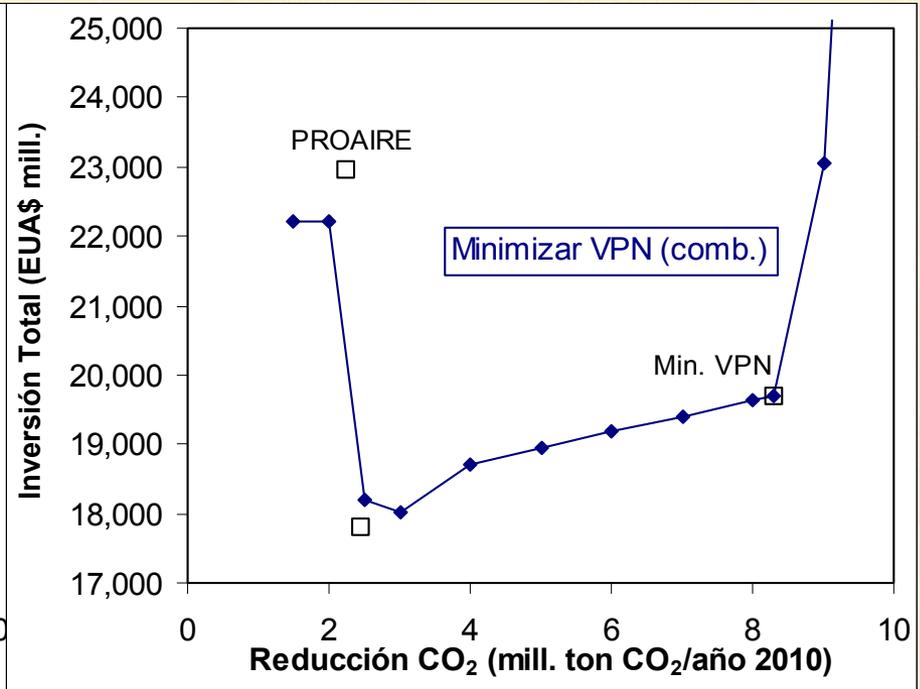
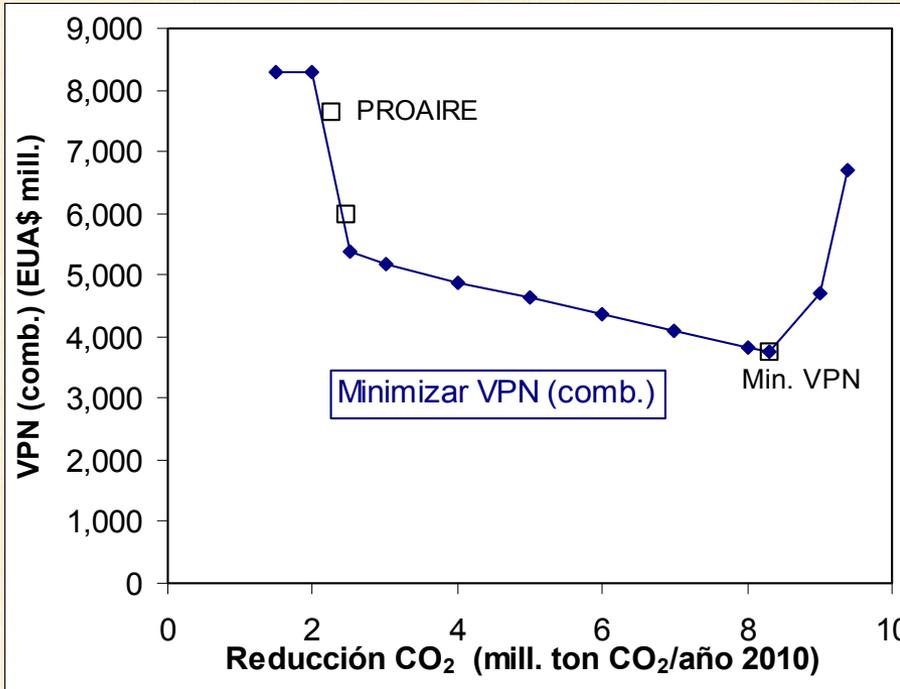
CO



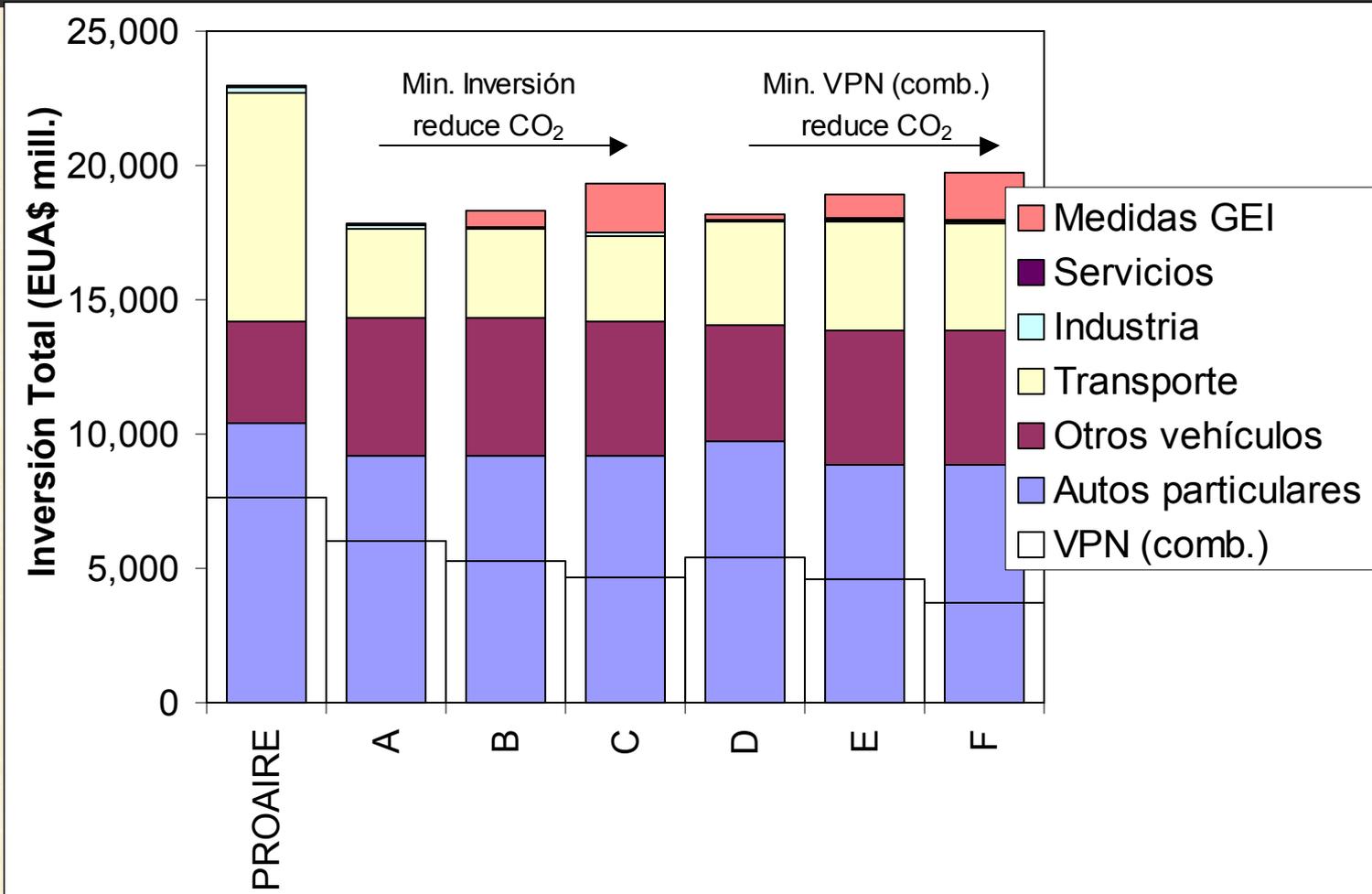
Incluyendo metas de reducción de CO₂

Minimizar VPN (comb.) para metas de PROAIRE y variar las restricciones para emisiones de CO₂.

Para todas las medidas locales.



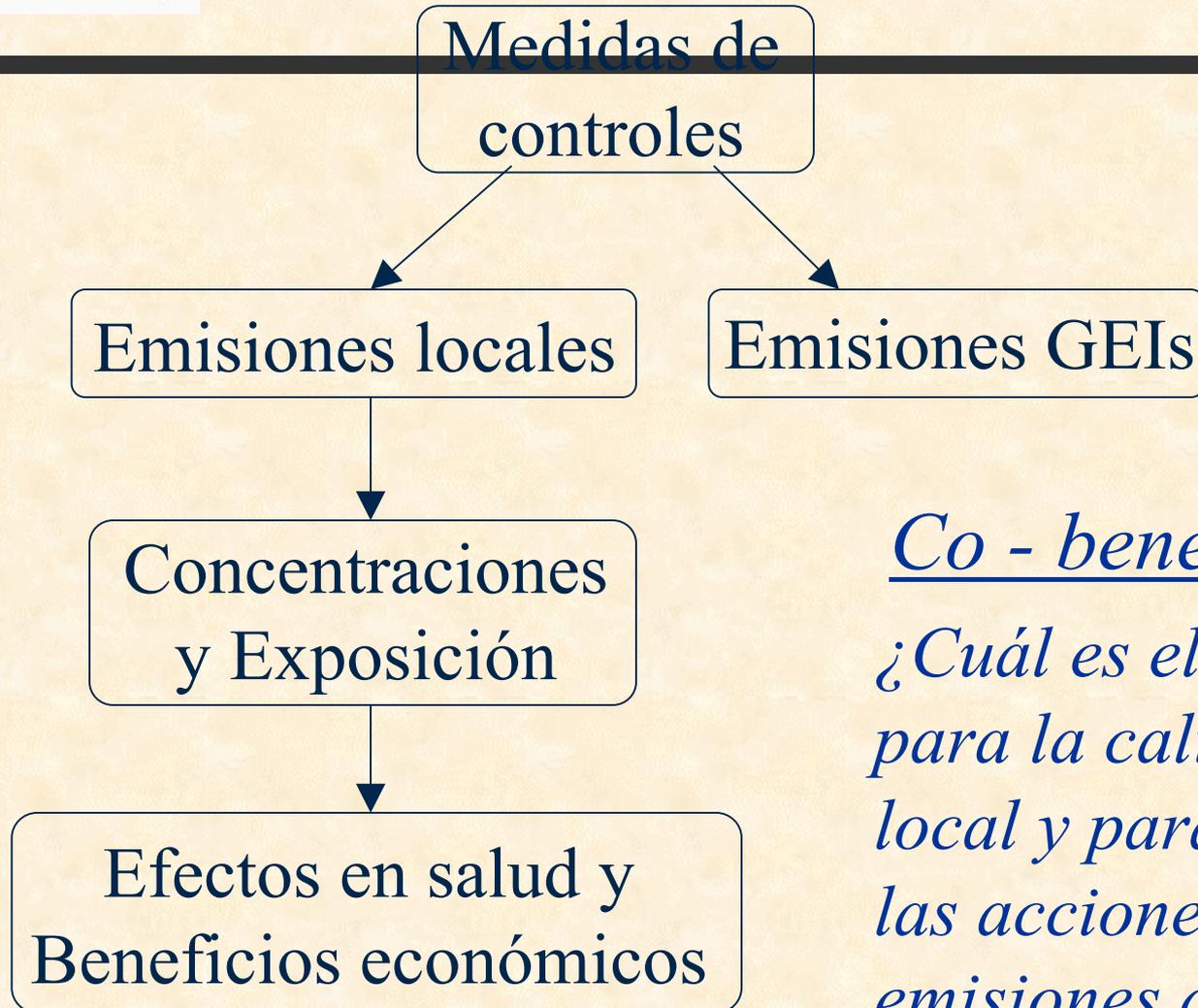
Inversiones con reducciones en CO₂



Conclusiones

- 1) Base de datos armonizada local-global.
 - Las medidas de PROAIRE pueden reducir emisiones de CO₂ en la ZMVM en 3.1% para 2010.
 - Las medidas de GEI pueden reducir emisiones de CO₂ por 8.7% en 2010, mientras que sus cambios de emisiones locales son menores (3.2% HCs, 1.4% NO_x).
- 2) Sería posible realizar las metas de emisiones locales de PROAIRE al menor costo, cambiando el énfasis en las medidas.
 - Estimamos que el costo mínimo se reduce en 20% (inversión total y VPN (comb.)).
- 3) Hay oportunidad de reducir emisiones de CO₂, con incrementos en el costo de inversión y decrementos en el VPN (comb.), aplicando medidas GEI.

Estudios de Co-beneficios y Co-control



Co - beneficios

¿Cuál es el “co-beneficio” para la calidad del aire local y para la salud de las acciones de controlar emisiones de GEI?

