



EVALUACION DE EXTERNALIDADES CON EL MODELO SIMPACTS

Taller sobre Modelación Económica y Ambiental
México-Estados Unidos
Centro Mario Molina, México, 11 y 12 de julio de 2005

cgarciamoreno@semarnat.gob.mx

Contenido

Presentación

- I. Contaminación atmosférica por la generación de electricidad en México
- II. Metodología vías de impacto y el modelo SIMPACTS
- III. Resultados
- IV. Conclusiones

Anexo: **Resultados**

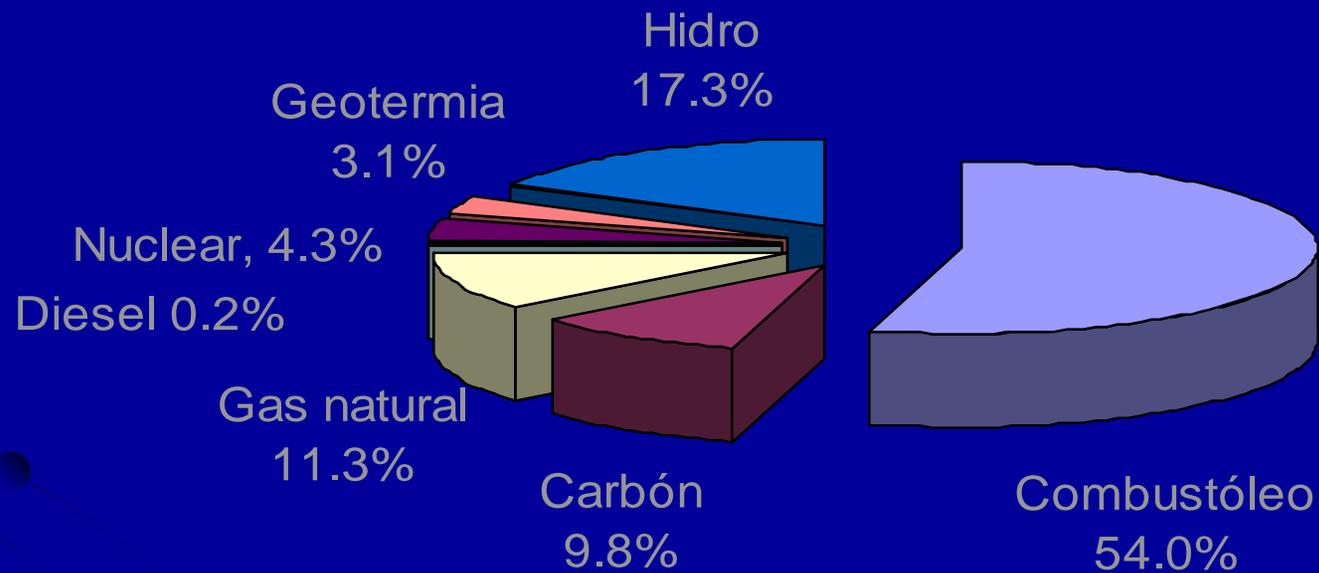
Instituciones participantes

Presentación

- La NOM-085 establece niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes por regiones diferenciadas (ZMVM, Zonas Críticas y Resto del País).
- La Norma está siendo revisada, por lo cual se consideró conveniente tener una estimación del valor de los impactos ambientales de las emisiones de las plantas mas grandes del país que utilizan combustóleo o carbón.
- La SEMARNAT, conjuntamente con la SENER y la CEPAL, y con la colaboración de la Secretaría de Salud, elaboraron el estudio “Evaluación de las externalidades ambientales de la generación termoeléctrica en México”, cuyos resultados se sintetizan en las siguientes diapositivas.
- El estudio sólo considera el impacto en la salud de la población, atribuible a las emisiones atmosféricas de las termoeléctricas

I. Contaminación atmosférica por la generación de electricidad en México

Generación de Electricidad en México (año 2000)



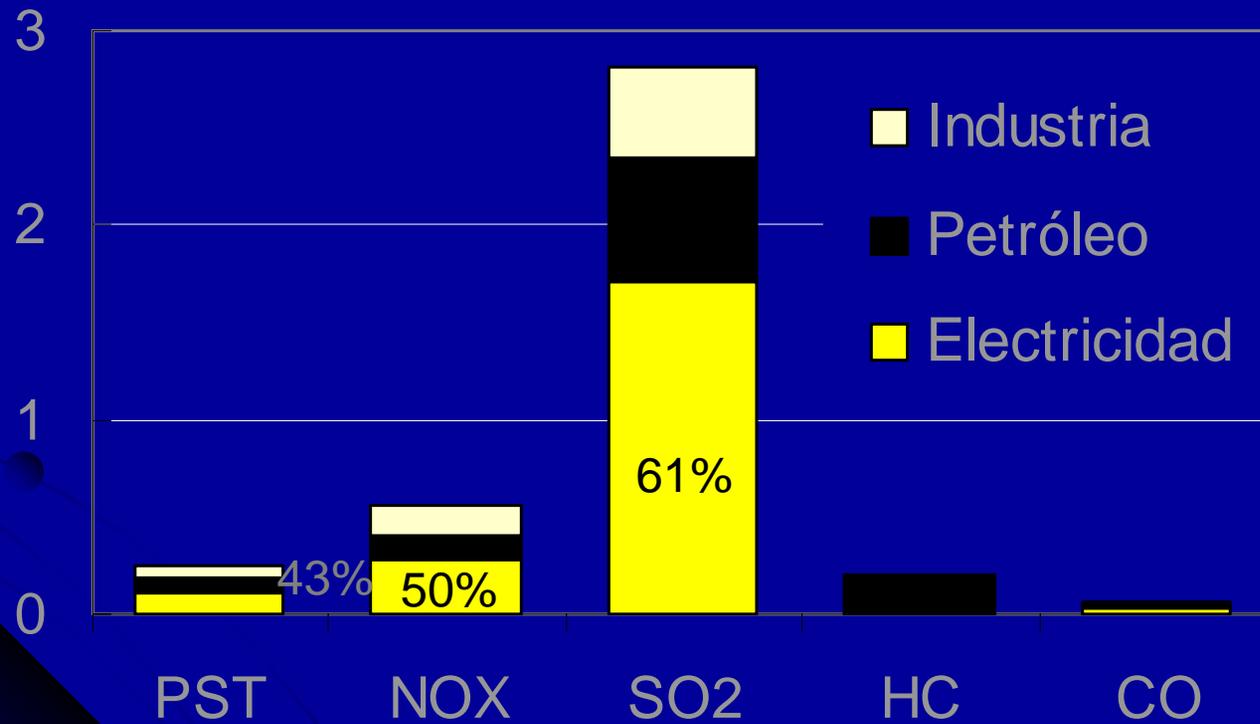
75% proviene de combustibles fósiles

Impacto Ambiental

- La generación de electricidad utilizó como fuente de *energía* el 78% del combustóleo, 74% del carbón y 20% del gas natural consumido en el país; con esos combustibles se produjo el 75% del total de electricidad en el año de referencia
- Libera a la *atmósfera* grandes volúmenes de óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, partículas y gases de efecto invernadero, que producen impactos de alcance:
 - *Local*: contaminación de áreas urbano industriales,
 - *Regional*: lluvia o deposición ácida y
 - *Global*: cambio climático

Emisiones a la atmósfera

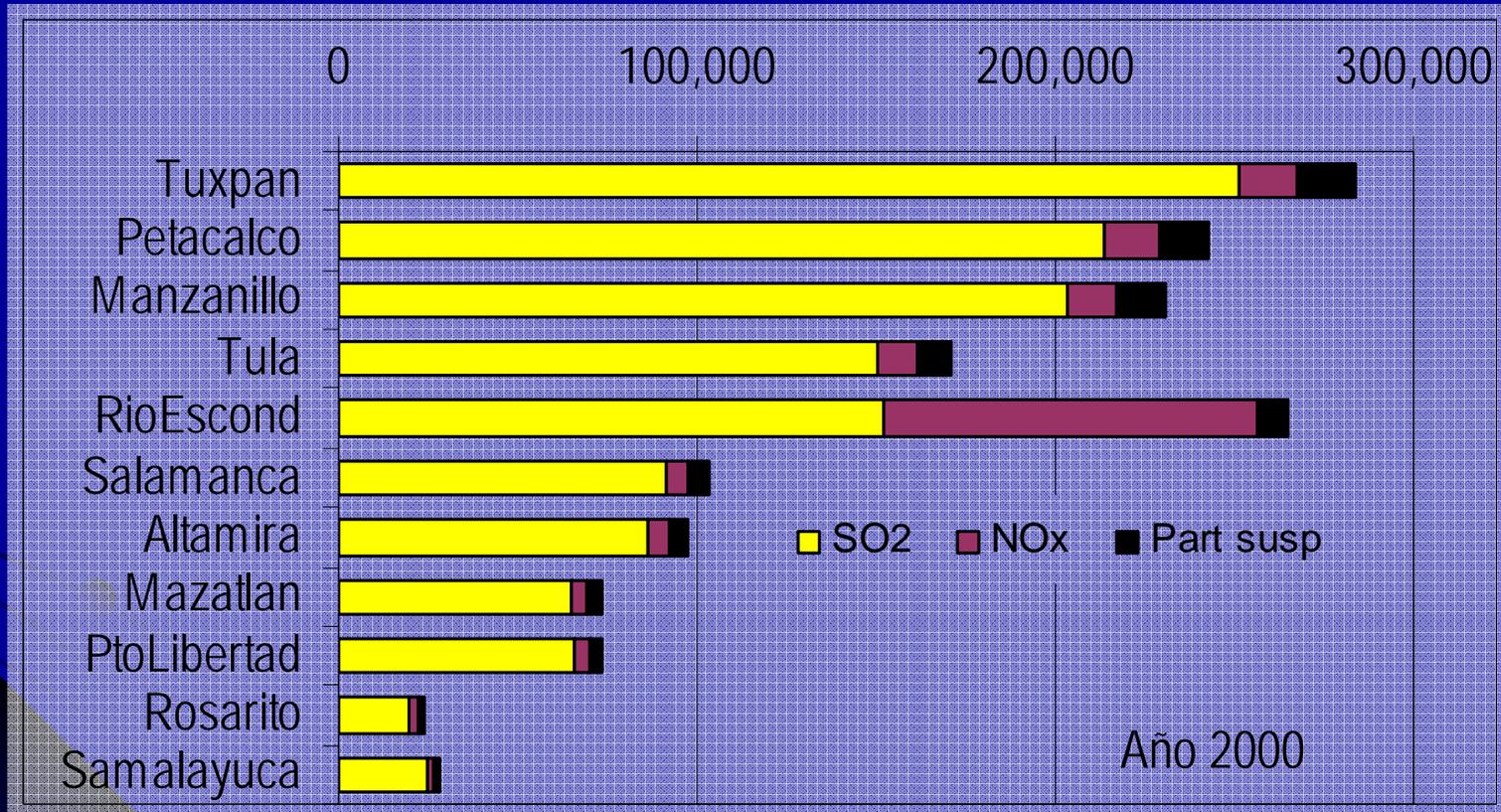
(Fuentes fijas, millones de ton/año, 2000)



Termoeléctricas Seleccionadas y Zonas Críticas



Emisiones (ton/año)



Las plantas seleccionadas generaron 92.3 TWh, que representa el 75% de la generación con combustóleo y carbón y el 48% del total nacional ¹⁰

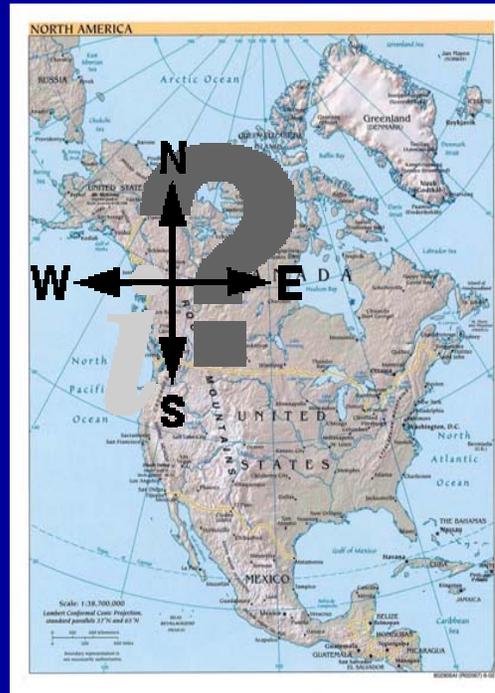
II. Metodología de “vías de impacto” y el modelo SIMPACTS

El modelo SIMPACTS

- Es un modelo simplificado para evaluar los impactos ambientales y los costos asociados a la emisión de contaminantes a la atmósfera; se basa en la metodología de “vías –o tipos- de impacto”.
- Considera etapas:
 - caracterizar la emisión de contaminantes,
 - determinar su dispersión,
 - evaluar los impactos
 - valorar los impactos

Metodología de “Vías de Impacto”

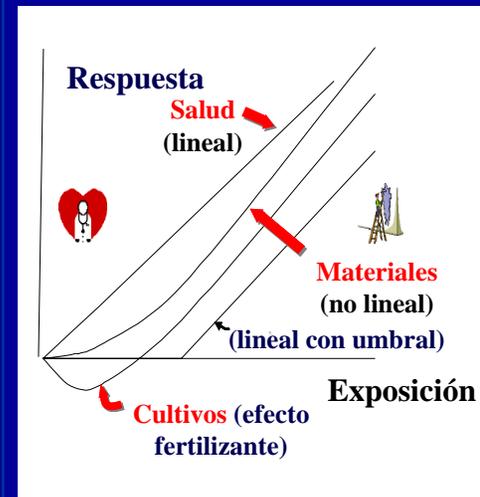
1. Emisión de contaminante



2. Dispersión de contaminantes

3. Evaluación de impactos

Funciones
exposición-respuesta



4. Valoración económica



1. Fuente Emisora

Fuente emisora



-Ubicación de la fuente (sitio urbano o rural, en la costa o tierra adentro)

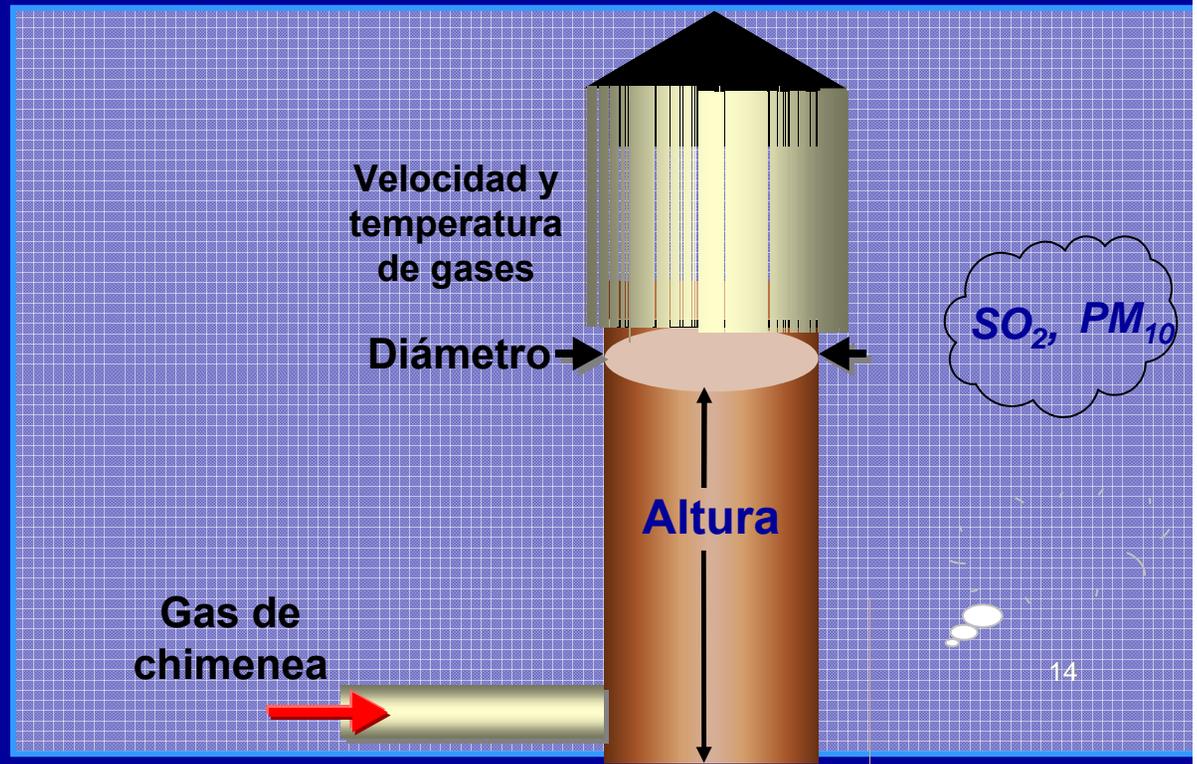
- Inventario de emisiones

- Características de la chimenea y datos de emisión

↓
Dispersión de contaminantes

↓
Evaluación de impactos

↓
Valoración económica



2. Dispersión de Contaminantes

Fuente emisora



Dispersión de contaminantes



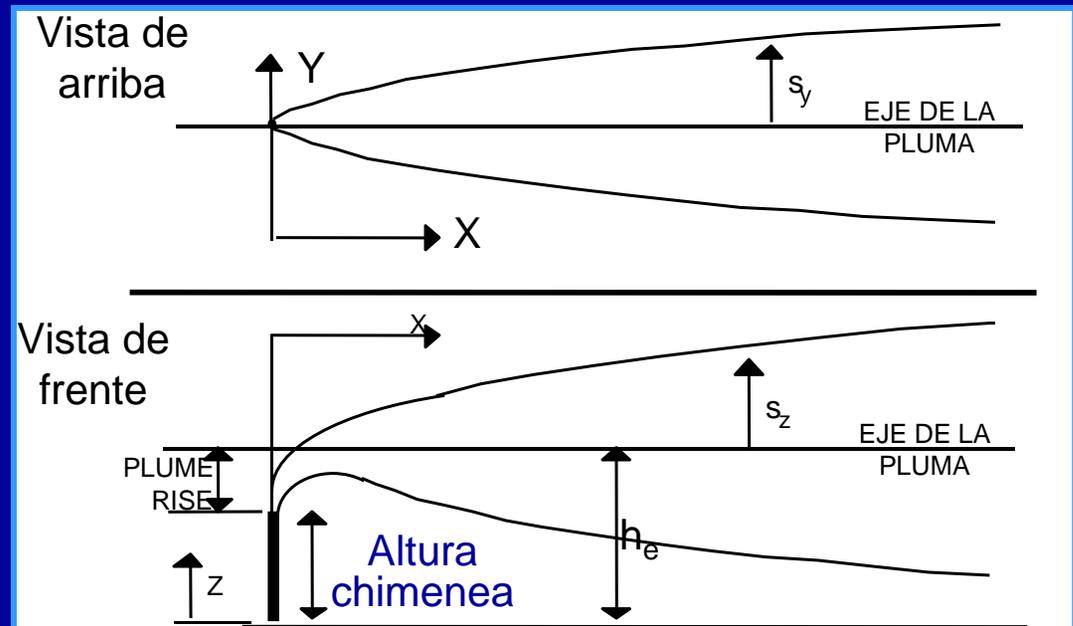
Información metereológica detallada
Dispersión local: hasta 50 km de la fuente, pluma Gaussiana
Dispersión regional: hasta 500 km, modelo Euleriano y Lagrangiano (remoción y transformación química importante)

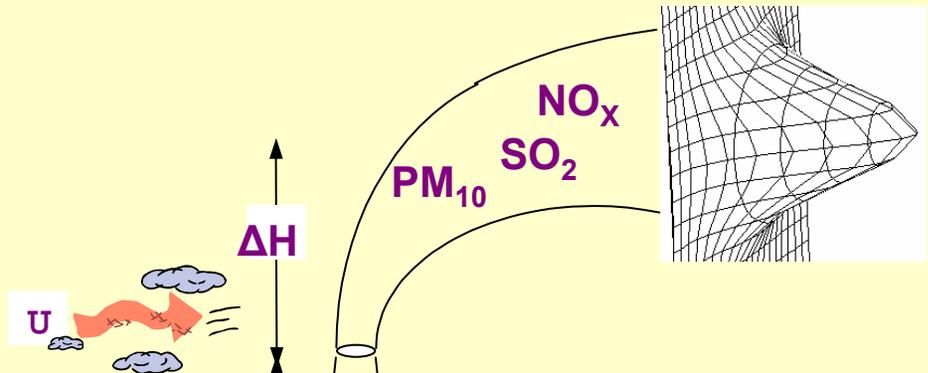


Evaluación de impactos

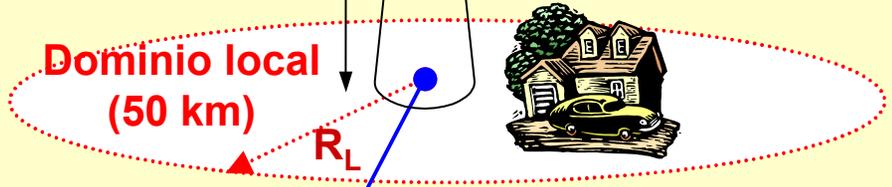


Valoración económica



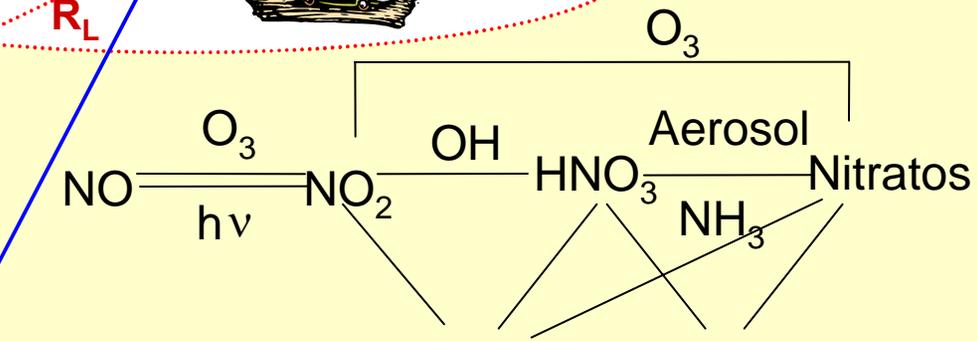


Vista del perfil de concentración en la pluma (modelo gaussiano), remoción química despreciable



Dominio local (50 km)

Dominio regional (hasta 500 km, modelo Euleriano y Lagrangiano)



Deposición seca y húmeda y transformaciones químicas importantes

R_R

3. Evaluación de Impactos

Fuente emisora

Contaminación atmosférica

↓
Dispersión de contaminantes



Contaminación de agua

Contaminación suelo

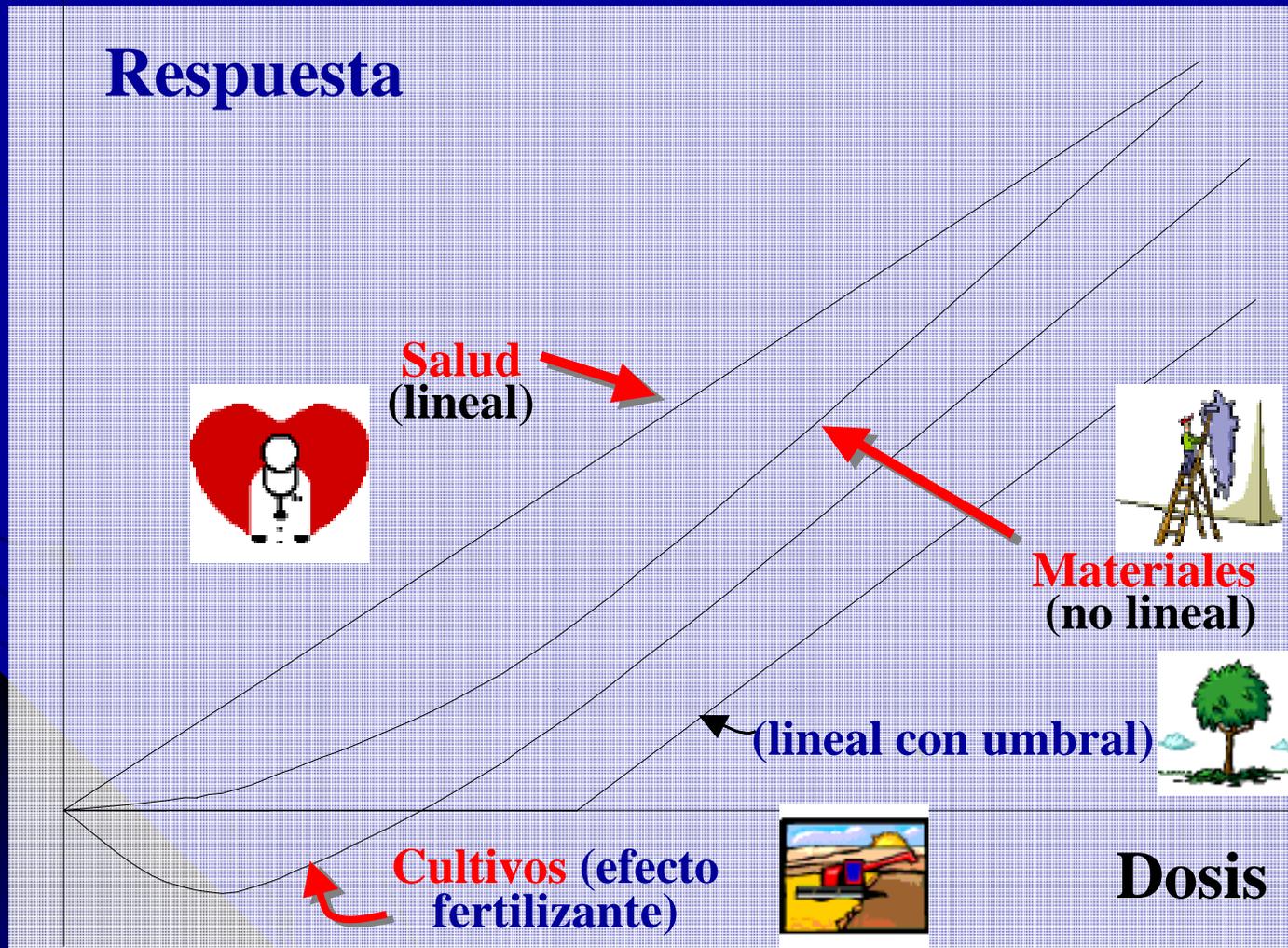
Evaluación de impactos



↓
Valoración económica

Calentamiento global,
Ruidos y efectos estéticos,
Actividades económicas,
Turismo, pesca, agricultura

Funciones Exposición-Respuesta (FER)



...Funciones Exposición Respuesta

Se evaluaron los impactos de las PM10, SO2* y de contaminantes secundarios (sulfatos y nitratos) por sus efectos en:

- Mortalidad: Crónica y aguda*
- Morbilidad:
 - Bronquitis crónica,
 - Admisiones hospitalarias* (Respiratorias y Cardio-cerebro vasculares)
 - Visitas a salas de urgencia,
 - Días de actividad restringidos,
 - Crisis aguda de asma
 - Tos crónica

4. Valoración Económica

Fuente emisora



Dispersión de contaminantes



Evaluación de impactos



Valoración económica

Valoración económica de impactos:

$$D = (I) (CU)$$

Los impactos (ej. número de ataques de asma) se multiplican por un costo unitario (\$ por caso)

Salud: costo incluye el costo de la enfermedad, pérdida de salarios y de productividad y "voluntad a pagar" para alcanzar un beneficio ambiental (calculados por el INSP)



III. Resultados

El Modelo SIMPACTS

AirPacts (IAEA; 2003) --- Input Data Screen

AirPacts

Case Study Description
Pollutant Inventory
ExpResp Function
Monetary Values
Stack Parameters
Meteorological Data
Receptor Data

Specify weather parameters

Select weather filename

I have NO meteo data

Optional data

I have detailed meteo data

I have statistical weather data

[Double click here for examples of input meteo files](#)

Anemometer Height (m) 10

Meteo Filename:
C:\Documents and Settings\Jesus Navarro\Escritori

Check here if Pasquill class and mixing height data are included in the Input file

Minimum input data: None

Reset ALL entries

New data
Load data
Save data
Help
Calculator
Impacts
Main Menu
Close

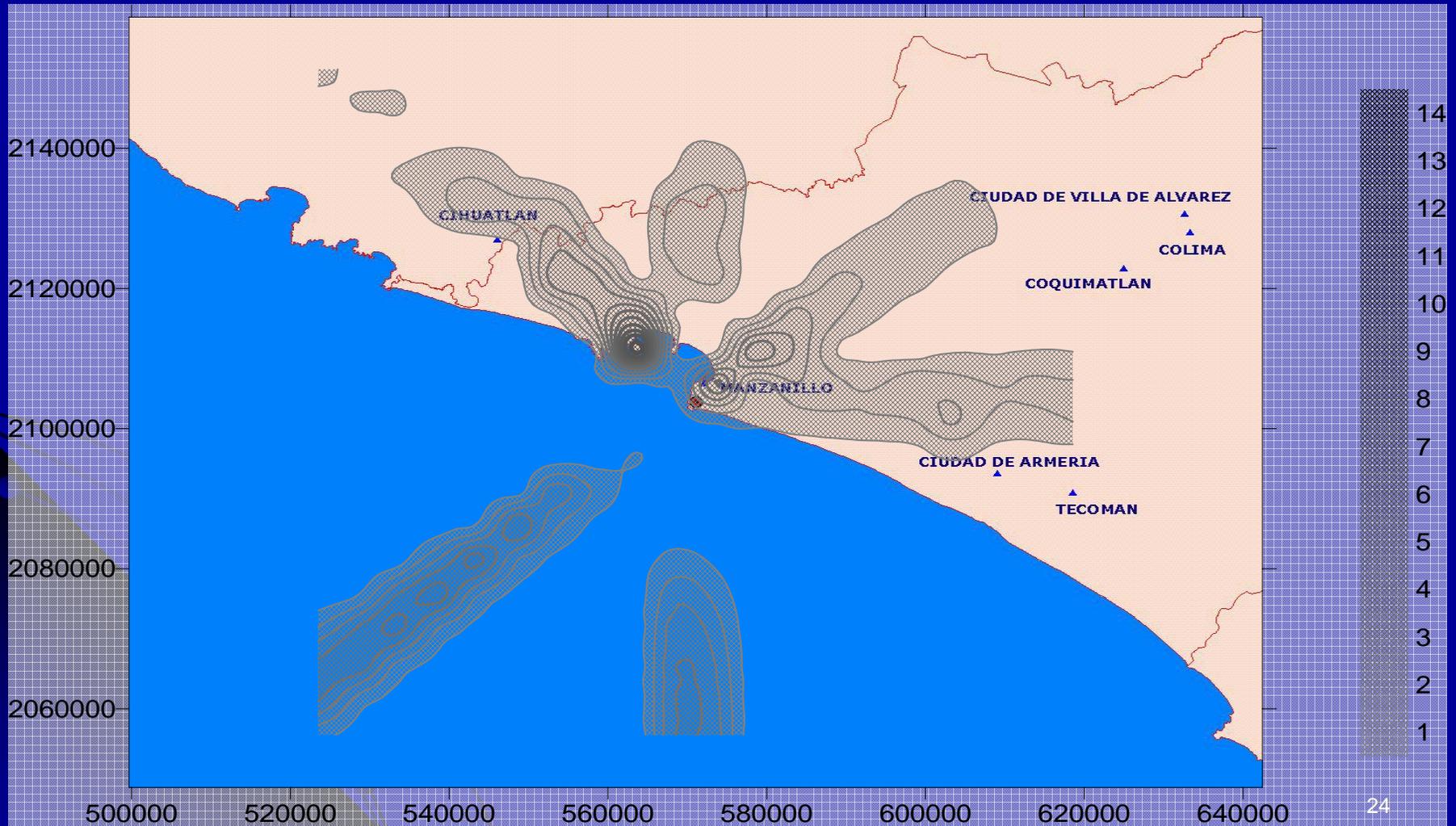
---> New = new study; Load = retrieve dataset; Save = store dataset; Help = assistance; Impacts = RUN model ...

Inicio Microsoft PowerPoint ... AirPacts (IAEA; 2003... ES 01:27 a.m.

Emisión de contaminantes (Manzanillo)

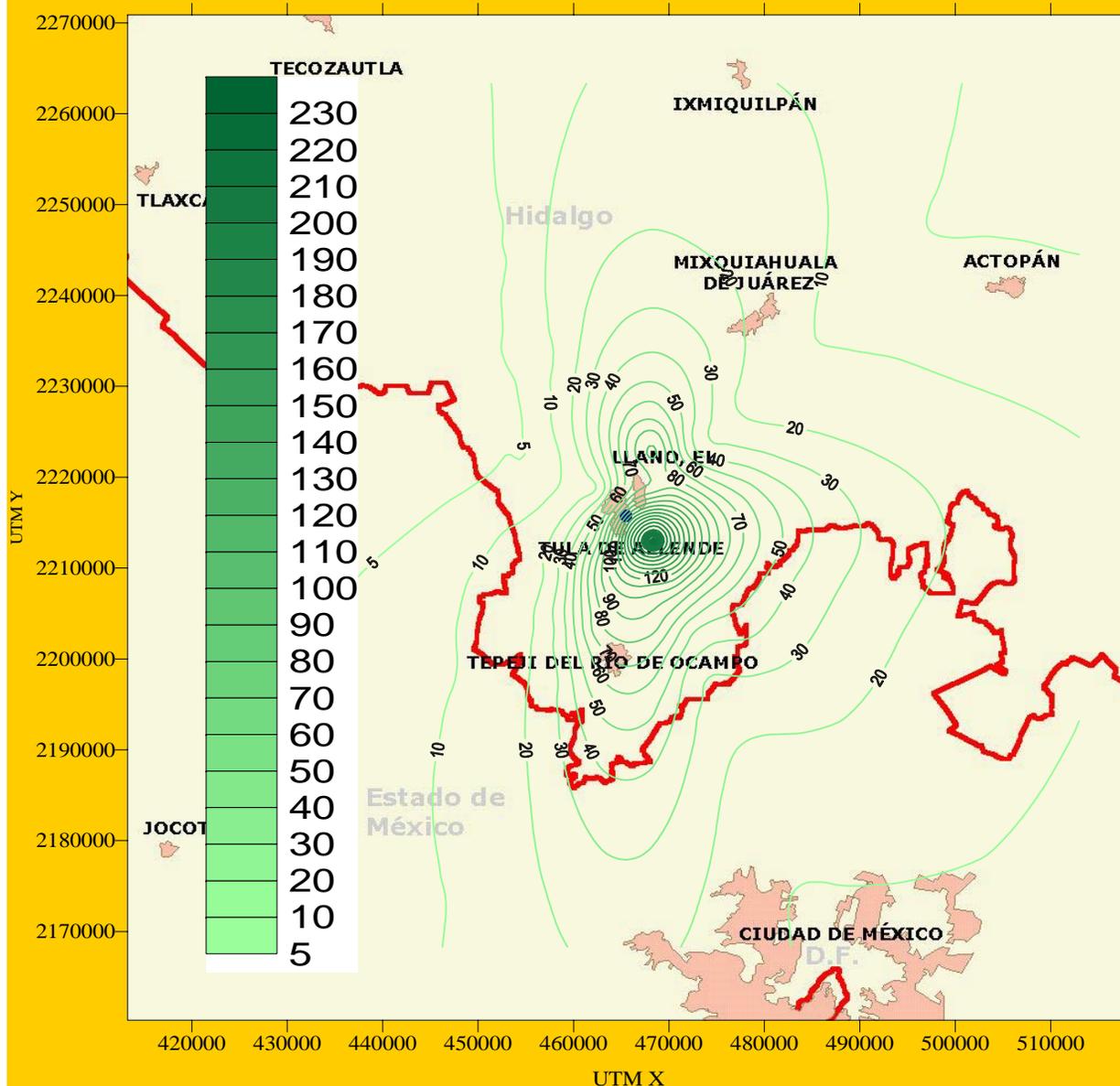


Dispersión de contaminantes (Manzanillo)



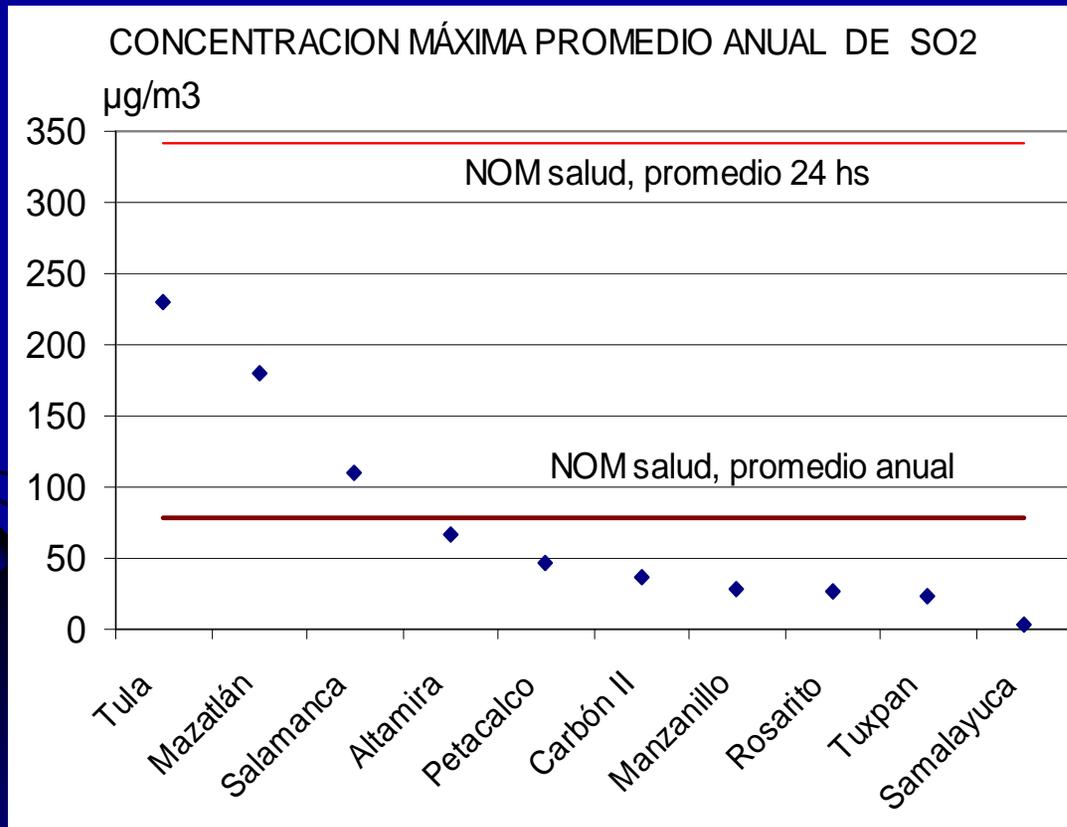
Dispersión de contaminantes

Tula, Concentraciones promedio anual de SO₂



Se obtuvieron líneas de isoconcentración para cada caso, en el dominio local (50*50 km)

Evaluación Respecto a Normas de Salud



En todas las localidades se cumple la especificación establecida para el promedio anual de concentración ambiente de NO_x y partículas; no así la de SO₂, que no se cumple en Tula, Mazatlán y Salamanca

En Manzanillo se corrieron modelos detallados de dispersión; se estimó que se excede la concentración ambiente para el promedio de 24 horas de SO₂, en algunos puntos receptores.

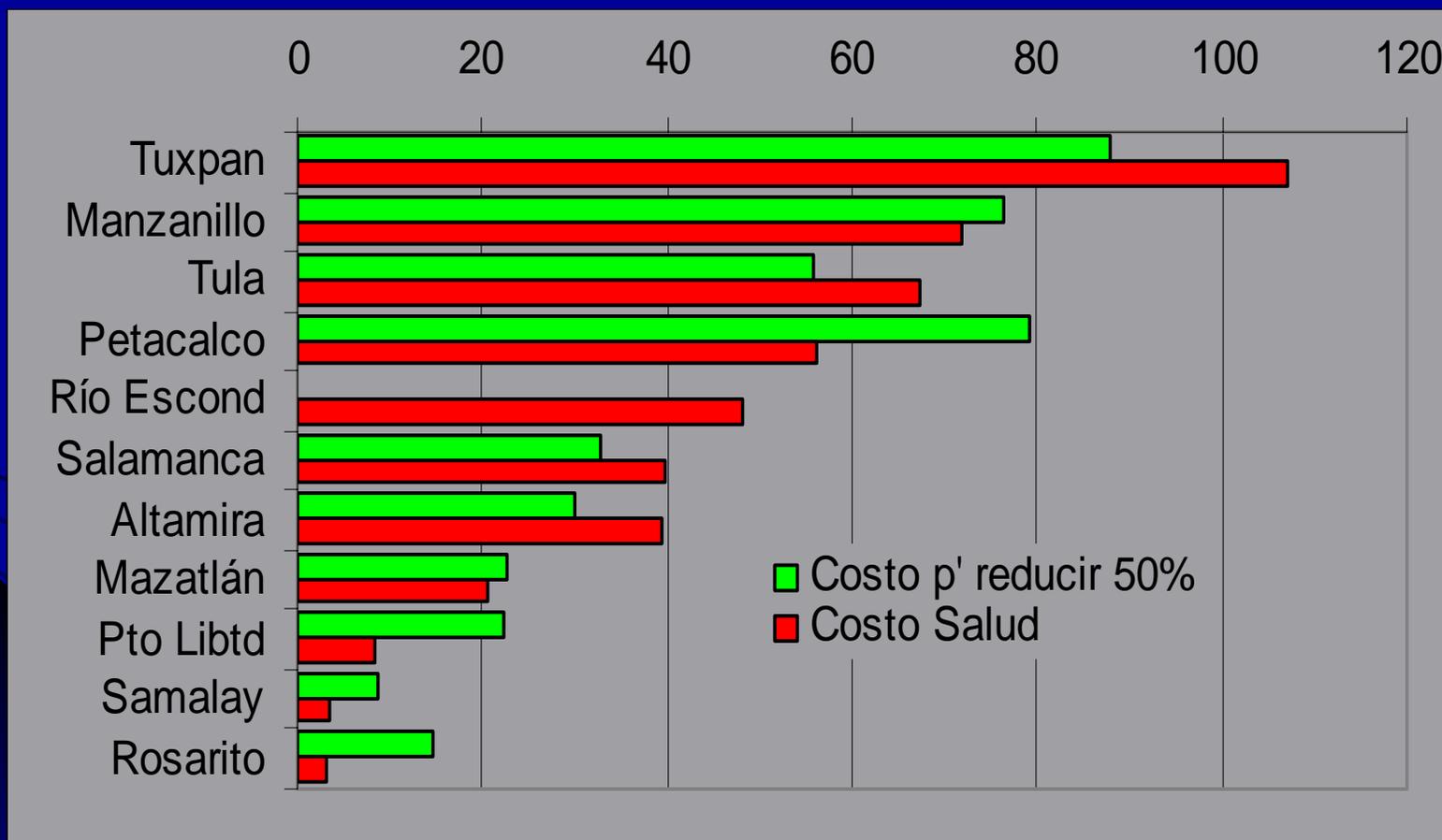
Costos externos en salud (millones USD)

	Por contaminante				Total
	PM ₁₀	SO ₂	Sulfatos	Nitratos	
Tuxpan	3.5	1.3	98.3	3.9	107.0
Manzanillo	2.5	0.9	65.5	2.8	71.7
Tula	11.2	4.1	50.0	2.1	67.4
Petacalco	1.7	0.7	51.6	2.2	56.1
Río Escond.	1.0	0.4	13.6	33.2	48.3
Salamanca	5.8	2.3	30.5	1.2	39.8
Altamira	3.9	1.4	32.7	1.3	39.3
Mazatlán	1.7	0.6	17.5	0.7	20.5
Pto Libertad	0.0	0.0	7.9	0.3	8.2
Samalayuca	0.1	0.0	3.2	0.1	3.5
Rosarito	0.7	0.3	1.8	0.3	3.0
Total	32.0	12.0	372.7	48.2	464.9

Externalidades: Valores Unitarios

Región	US dólar / ton			US cent/ kWh
	PM ₁₀	SO ₂	NO _x	
Tuxpan	219	397	235	0.70
Manzanillo	189	328	193	0.56
Tula	1157	359	199	0.66
Petacalco	121	244	144	0.41
Río Escondido	121	93	319	0.26
Salamanca	991	360	200	0.71
Altamira	715	395	227	0.83
Mazatlán	396	278	193	0.59
PtoLibertad	7	121	72	0.23
Samalayuca	63	132	78	0.2
Rosarito	502	28	619	0.12

Costo en Salud y Costo para Reducir al 50% (millones de dólares)



V. Conclusiones

1. Los costos en salud de las emisiones a la atmósfera de las termoeléctricas seleccionadas se estiman en 465 millones de dólares anuales. A éstos deben sumarse efectos en la pesca, agricultura, turismo, ecosistemas y cambio climático
2. La estimación conlleva un cierto grado de incertidumbre debido a los supuestos utilizados (efectos de los contaminantes en la salud y costos asignados, selección de modelos y parámetros de dispersión) información meteorológica detallada, interpretaciones y errores humanos. El valor real se puede encontrar entre 3 y 4 veces menor o mayor que el estimado
3. Para un costo promedio de generación de 5 US cents por kWh, los costos externos se ubican entre 0.12 y 0.83 cents por kWh, por lo que su internalización implicaría un aumento de 3 a 17% en los costos de producción de la electricidad

4. Los promedios de concentración anual de PM_{10} y NO_x estimados por el modelo están dentro de las normas de salud. Sin embargo, los de SO_2 en Tula, Mazatlán y Salamanca exceden la norma
5. En Manzanillo se estimaron concentraciones promedio de 24 horas de SO_2 mayores que las permisibles. La información de las estaciones de monitoreo operadas por la CFE será utilizada para verificar las estimaciones de los modelos en futuros trabajos
6. Cambio climático: las plantas seleccionadas emitieron cerca de 60 millones de toneladas de CO_2 en el año 2000; estudios recientes de ExternE le asocian un costo por efectos en el clima de entre 18 y 46 Euros/ton, con un promedio de 29 (~1800 millones de Euros)

Anexo: Resultados

	Tuxpan	Manzanillo	Tula	Petacalco	Río Escond	Salamanca
Gen GWh	15,189	12,913	10,210	13,569	18,696	5,617
SO ₂ (ton/a)	251,000	203,000	150,700	214,000	152,000	91,100
NO _x (ton/a)	16,600	14,500	10,530	15,000	104,200	6,200
PST (ton/a)	16,000	13,000	9,650	13,700	8,490	5,830
DP _{Local}	46.1	27.4	445	20.6	18.1	225
DP _{Regional}	25.7	23	25.1	23.5	15	24.7

Daño o costo anual por contaminante (millones de dólares)

PM ₁₀	3.5	2.5	11.2	1.7	1.0	5.8
SO ₂	1.3	0.9	4.1	0.7	0.4	2.3
Sulfatos	98.3	65.6	50.0	51.6	13.6	30.5
Nitratos	3.9	2.8	2.1	2.2	33.2	1.2
Costo total	107.0	71.7	67.4	56.1	48.3	39.8

	Altamira	Mazatlán	Pto Libertad	Samalayuca	Rosarito
Gen GWh	4,723	3,476	3,653	1,704	2,525
SO ₂ (ton/a)	86,200	65,300	65,400	24,700	19,480
NO _x (ton/a)	5,700	4,320	4,330	1,630	2,881
PST (ton/a)	5,500	4,170	4,170	1,570	1,372
DP _{Local}	71.7	40.2	0.3	1.7	110
DP _{Regional}	26.6	20.8	7.7	8.2	7.2

Daño o costo anual por contaminante (millones de dólares)

PM ₁₀	3.9	1.7	0.0	0.1	0.7
SO ₂	1.4	0.6	0.0	0.0	0.3
Sulfatos	32.7	17.5	7.9	3.2	1.8
Nitratos	1.3	0.7	0.3	0.1	0.3
Costo total	39.3	20.5	8.2	3.5	3.0

Instituciones Participantes

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

CEPAL, Subsede Regional en México

- Unidad de Energía y Recursos Naturales

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

Sección de Planeación y Estudios Económicos

- Departamento de Energía Nuclear

SECRETARIA DE ENERGIA

Subsecretaría de Política Energética y Desarrollo Tecnológico

- Dirección General de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Medio Ambiente

SECRETARIA DE SALUD

Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios

Instituto Nacional de Salud Pública

Centro de Investigación en Salud Poblacional

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental
Dirección General de Estadística e Información Ambiental

Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental
Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes

Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental
Dirección General de Energía y Actividades Extractivas

Instituto Nacional de Ecología
Dirección General de Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional y Global

Comisión Nacional del Agua
Servicio Meteorológico Nacional