

# El Cambio Climático y la Bioenergía

Andrés Flores Montalvo  
INE

Taller Práctico sobre Bioenergía  
3 de agosto de 2006, Monterrey N.L México



1

## Contenido de la Presentación

Qué es y cómo se genera el cambio climático

Algunas evidencias e impactos visibles

Contribución al cambio climático e impacto en México




Cómo afrontar y atacar el problema

La energía renovable como medida de mitigación

Potencial para la bioenergía y los biocombustibles



2

## QUÉ ES EL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL

### CUÁLES SON SUS CAUSAS Y EFECTOS

3

## El Efecto Invernadero




The diagram illustrates the greenhouse effect and the interactions between various components of the climate system. Key elements include:

- Solar Radiation:** Incoming energy from the sun.
- ATMOSPHERIC COMPOSITION:** Includes greenhouse gases ( $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ ,  $O_3$ , etc.) and aerosols.
- WATER CYCLE:** Shows evaporation, precipitation, and atmospheric interactions over oceans and sea-ice.
- HUMAN CONTRIBUTIONS AND RESPONSES:** Includes industries, cities, transportation, and agriculture.
- ECOSYSTEMS AND CARBON CYCLE:** Shows vegetation, soil, and ice sheets.
- LAND-USE/ LAND-COVER CHANGE:** Shows the impact of human activities on the land surface.

4

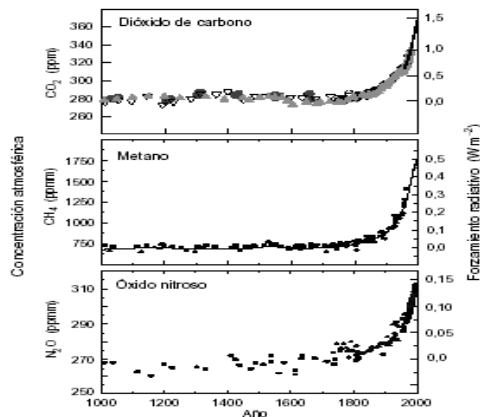
## Gases de Efecto Invernadero

Gas de Efecto Invernadero	Fórmula química	Conc. pre-industrial	Conc. en 1994	Vida (años)	Fuentes antropogénicas	GWP
Bióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	278 ppm	358 ppm	Variable	Combustibles fósiles, Cambio de uso de suelo	1
Metano	CH <sub>4</sub>	0.7 ppm	1.721 ppm	12.2	Combustibles fósiles, Arrozales, Tiraderos, Ganado	21
Oxido nitroso	N <sub>2</sub> O	0.275 ppm	0.311 ppm	120	Fertilizantes, Procesos Ind. Combustión	310
CFC-12	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	0	0.503 ppbv	102	Refrigerantes Espumantes	6,200 7,100
HCFC-22	CHClF <sub>2</sub>	0	0.105 ppbv	12.1	Refrigerantes	1,300 1,400
Perfluorometano	CF <sub>4</sub>	0	0.070 ppbv	50,000	Producción de aluminio	6,500
Hexafluoruro de azufre	SF <sub>6</sub>	0	0.032 ppbv	3,200	Fluido dieléctrico	23,900

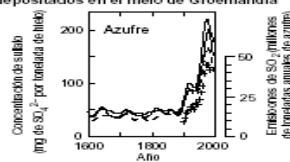
5

### Indicadores de la influencia humana en la atmósfera durante la era industrial

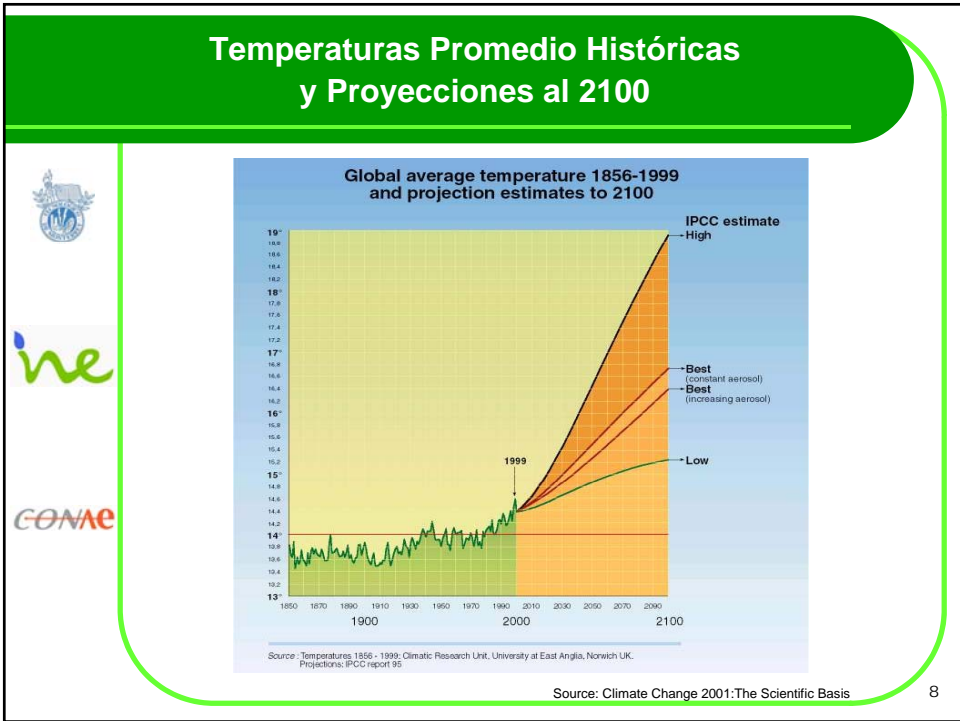
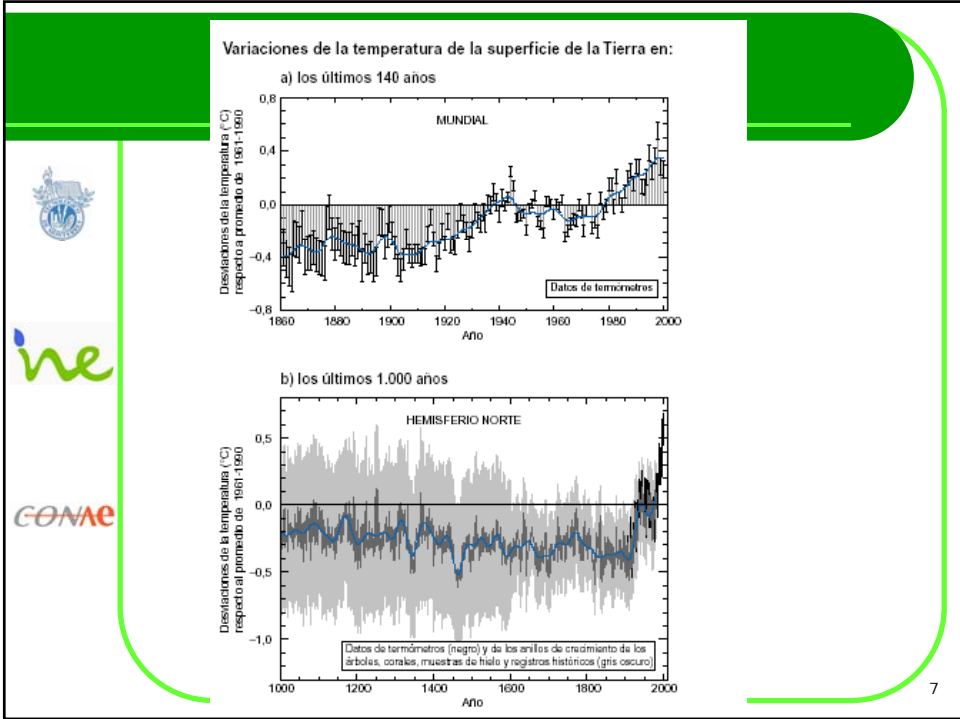
a) Concentraciones atmosféricas mundiales de tres gases de efecto invernadero (GEI) bien mezclados



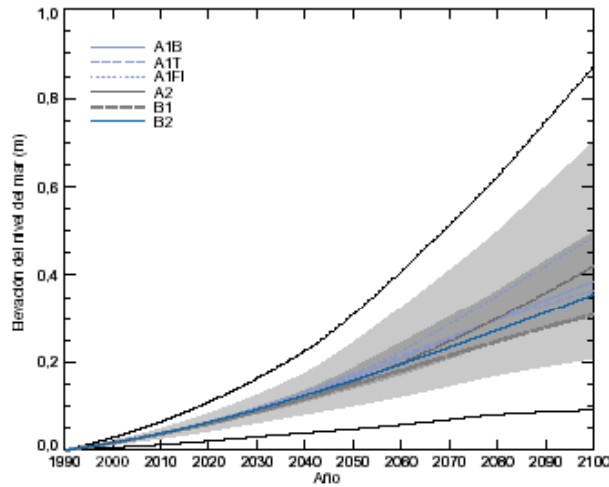
b) Aerosoles de sulfatos depositados en el hielo de Groenlandia



6



## Escenarios de Elevación del Nivel del Mar (m)

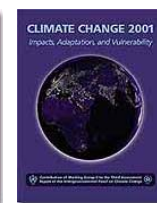
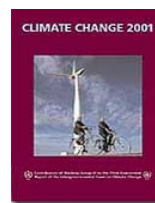
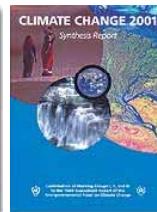


9

## Tercer Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (PICC)



- Existe una fuerte evidencia de que gran parte del problema del calentamiento global observado en los últimos 50 años se puede atribuir a actividades antropogénicas.
- Las concentraciones de algunos gases efecto invernadero han alcanzado sus valores más altos de los últimos 1,000 años durante la década de los noventa, principalmente por la quema de combustibles fósiles y por el cambio de uso de suelo.



10

## Evidencia y Conclusiones Científicas



- De 1750 al 2001, la concentración atmosférica de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se ha incrementado en 31%, de 280 ppm a 367 ppm (en 2005 se han alcanzado alrededor de 380 ppm).
- Se ha estimado que la temperatura superficial global promedio se incremente de 1.4 a 5.8 °C de 1990 a 2100.
- Se prevé que el nivel de los mares se incremente de 0.09 m a 0.88 m en el período de 1990 al 2100.
- La estabilización de las concentraciones de bióxido de carbono (e.g. 450 ppm) sólo puede alcanzarse mediante una reducción sustancial de las emisiones globales por debajo de los niveles actuales.

11

## Evidencias Recientes



Desde la publicación del TAR del IPCC, hay cada vez mayor claridad y menor incertidumbre acerca de los impactos del cambio climático

Se ha presentado evidencia que ha despertado nuevas preocupaciones:

- El incremento en la acidez de los océanos podría reducir su capacidad para capturar CO<sub>2</sub> y afectar toda la cadena alimenticia marina
- Un incremento en la temperatura regional de 2.7 °C (asociado a un aumento global de 1.5 °C) podría provocar el derretimiento de la capa de hielo sobre Groenlandia, y generar un aumento mayor en el nivel de los océanos
- Un aumento de 1°C en la temperatura superficial de los océanos podría afectar gravemente los arrecifes de coral
- Con un aumento de 3°C podría desestabilizarse la superficie del Ártico – algunas capas de hielo ya muestran signos de inestabilidad
- La Circulación del Atlántico Norte podría hacerse más lenta, o incluso desaparecer
- Se han abierto nuevos pasajes a la navegación en el Polo Norte, e incluso algunos podrían estar abiertos durante todo el año

12

## Calentamiento Global: Nuevas Evidencias

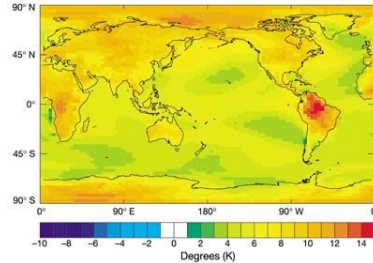


ne

CONAE

El efecto invernadero puede tener efectos más severos que los estimados por expertos del PICC **(revista Nature)**

De acuerdo con los resultados de un estudio de modelación climática, el incremento de las concentraciones de bióxido de carbono al doble de los niveles registrados en la era pre-industrial, puede ocasionar un incremento de temperatura mayor a los **11 grados centígrados**



[http://www.nature.com/news/2005/050124/pf/050124-10\\_pf.html](http://www.nature.com/news/2005/050124/pf/050124-10_pf.html)

13

## Algunos Efectos del Cambio Climático



ne

CONAE

- El incremento en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos parece ya empezar a presentarse.
- Hay evidencia de que los huracanes, por ejemplo, son cada vez más intensos.
- Los últimos años han sido los más calientes en la historia moderna del planeta, y parece que cada año se superan *records* de temperatura y precipitación.
- La Organización Mundial de la Salud estimó que por efectos del Cambio Climático murieron en el 2000 alrededor de 15,000 personas, incluyendo casos incrementales de malaria y diarrea. Tan solo en 2003 murieron más de 20,000 personas por la ola de calor en Europa. En 2006 el número va en aumento.

14

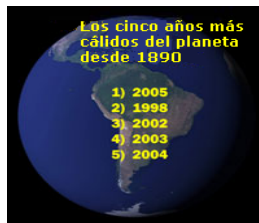
## 2005 - el Año más Caluroso en Más de Un Siglo



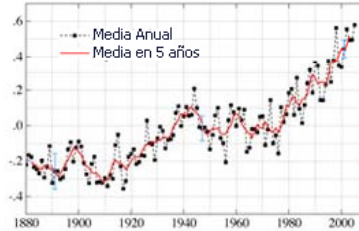
ne

CONAE

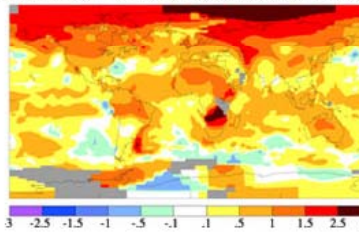
Climatólogos del Instituto Goddard de Estudios Espaciales (GISS) de la NASA, con sede en Nueva York, registraron que el 2005 fue el año con el promedio más alto de temperatura anual en la superficie de nuestro planeta en más de un siglo



(a) Anomalía de la Temperatura Media Global de Superficie (°C)



(b) Anomalía de la Temperatura de Superficie en 2005 (°C)



[http://www.nasa.gov/centers/goddard/news/2006/2005\\_warmest.html](http://www.nasa.gov/centers/goddard/news/2006/2005_warmest.html)

15

## Proyecciones del TAR del PICC



ne

CONAE

- Bajo todos los escenarios de emisiones proyectados por el PICC, se prevé que tanto las concentraciones de bióxido de carbono, como la temperatura media de la superficie del planeta y el nivel del mar, aumenten durante el siglo XXI.
- Las proyecciones que utilizan los escenarios de emisiones en una gama de simulaciones climáticas dan como resultado un aumento de la temperatura media de la superficie del planeta de entre 1.4 y 5.8 grados Celsius en el período 1990-2100; cantidad de 2 a 10 veces superior al valor observado durante el siglo XX.

16

## Qué Podemos Esperar



- Aún hay mucha incertidumbre en los aspectos científicos del Cambio Climático; sin embargo, la constante acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera representa a largo plazo riesgos importantes, tanto ambientales como socioeconómicos.
- La temperatura global y el nivel del mar continuarán en aumento por cientos de años después de la estabilización de las concentraciones de los GEI.

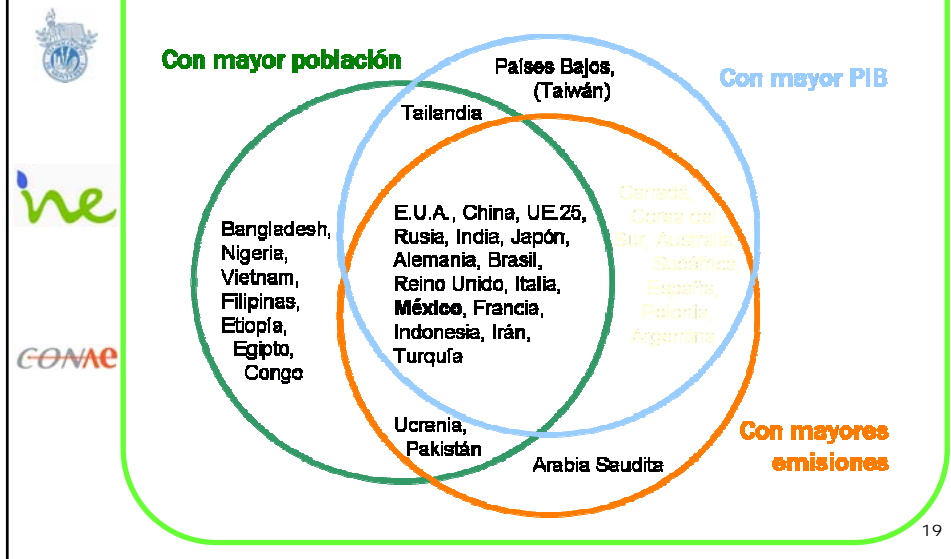
17



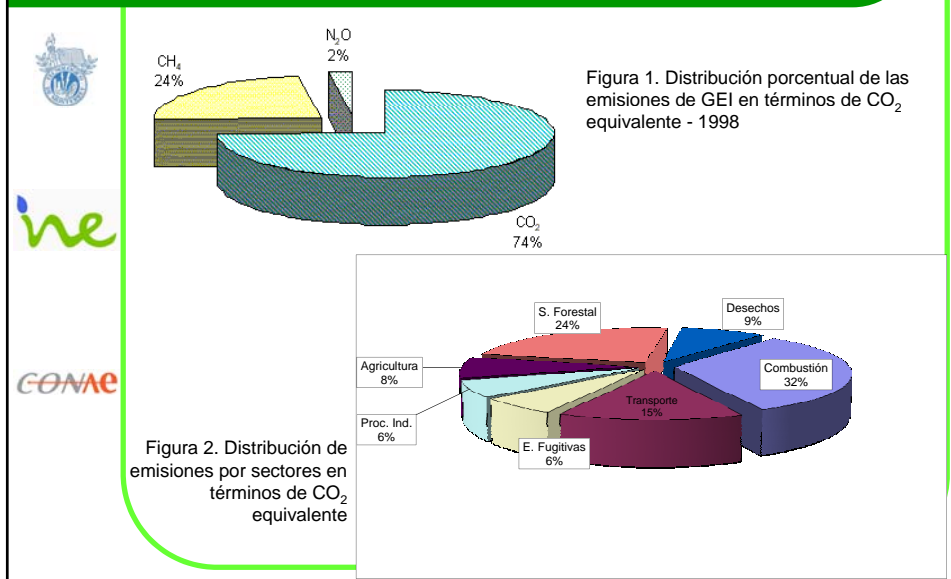
MÉXICO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL

18

## Los 25 Países con Mayores Emisiones



## Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de México



## Efectos Más Significativos del Cambio Climático en México



1. Creciente desertificación en el centro y el norte del país. Reducción del potencial agrícola. Dificultades para suministro de agua a poblaciones.
2. Inundaciones en planicies costeras.
3. Incremento de eventos hidrometeorológicos extremos.
4. Afectación general a sistemas forestales (mayor incidencia de incendios) e hidrológicos.
5. Pérdida de biodiversidad.
6. Impactos en salud humana.

21



ACCIONES ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL

22

## Opciones de Respuesta al Cambio Climático



- ¿No hacer nada? Ya no es una opción.
- Mitigación – El Protocolo de Kioto marca un primer paso, aunque muy tímido.
- El cambio climático es ya inevitable, así que habrá que asumir ciertas medidas de adaptación.
- Ambas respuestas: la mitigación de emisiones de GEI y la adaptación al cambio climático son indispensables.

23

## Principales Opciones de Mitigación

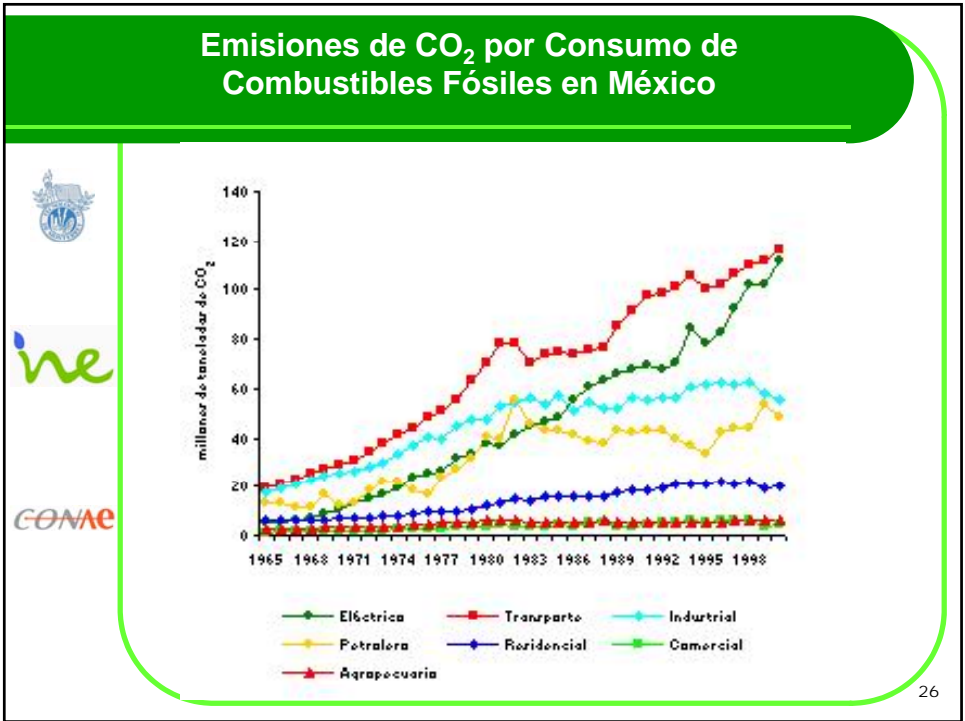


- Mejoras en eficiencia energética (incluyendo en transporte)
- Sustitución de combustibles (por ejemplo combustóleo por gas)
- Mejoras en la eficiencia de las plantas eléctricas (30% a ~60%)
- Secuestro de carbono
- Captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>
- Energía nuclear
- **Energía renovable**
- Hidrógeno

24

**LA ENERGÍA RENOVABLE Y SU POTENCIAL DE MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

25

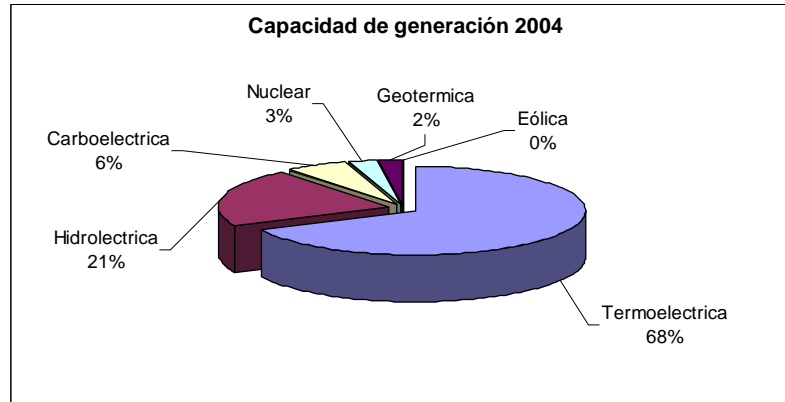


## Tecnologías de Generación de Electricidad en México



ve

CONAE



Fuente: SENER, 2005

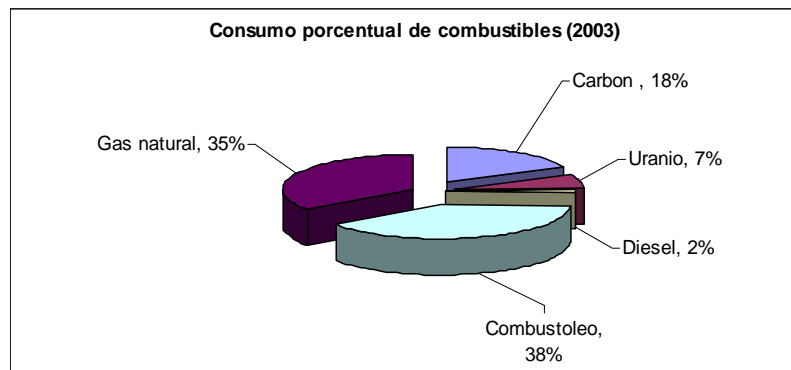
27

## Uso de Combustibles en el Sector Eléctrico Mexicano



ve

CONAE



Fuente: Balance Nacional de Energía, 2004

28

## Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1994-2002



En 2002, las emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub> fueron de 553,329 Gg (en revisión, sin contar LULUCF)



Bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>): 393,915 Gg (71%)  
 Metano (CH<sub>4</sub>): 142,593 Gg (26%)  
 Oxidos de nitrógeno (N<sub>2</sub>O): 12,007 Gg (2%)

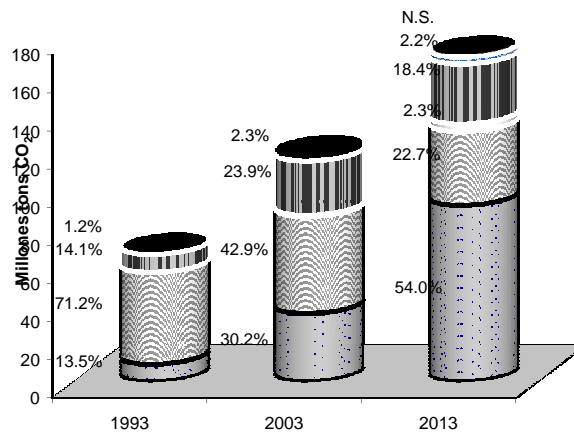


Emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del consumo de energía en Gg

1990	312,027	
1994	342,900	
1996	349,431	
1998	394,129	
2000	398,627	
2002	389,497	(aumento del 25% desde 1990)

29

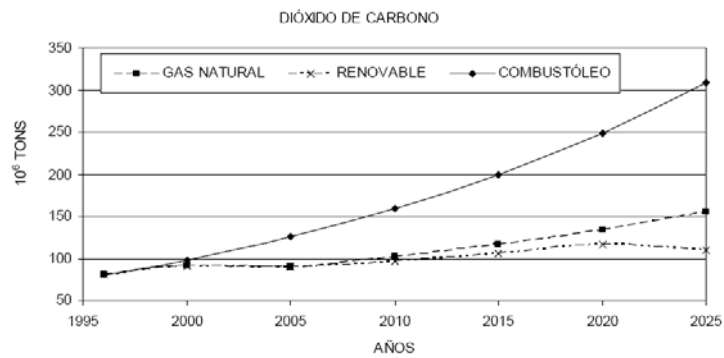
## Evolución de las Emisiones de CO<sub>2</sub> del Sector Eléctrico Mexicano



Fuente: CMM 2005. Elaborado con datos de la Prospectiva del Sector Eléctrico, 2004-2013, SENER 2004

30

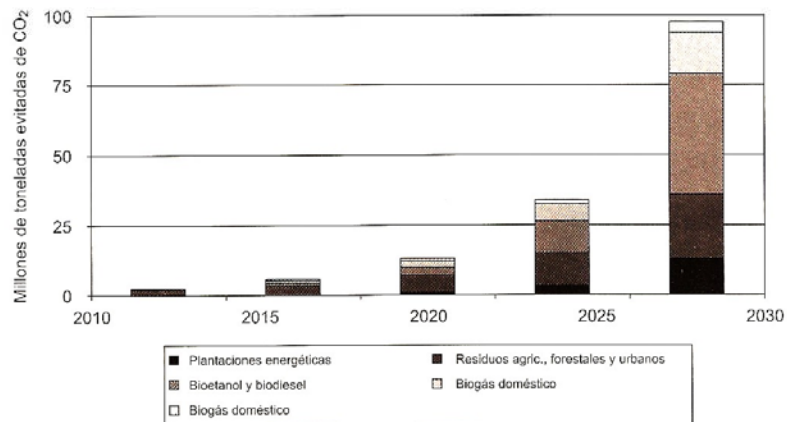
## Escenarios de Emisiones de CO<sub>2</sub> en el Sector Eléctrico Mexicano



Fuente Tomado de: Nuevas Energías Renovables: Una alternativa energética sustentable para México. Documento elaborado por el Centro de Investigación en Energía de la UNAM para el Instituto de Investigaciones Legislativas del Senado de la República. Agosto de 2004

31

## Emisiones Evitadas de CO<sub>2</sub> por Uso de Bioenergía México 2010-2030



Fuente: Masera, O. 2006. La Bioenergía en México. CONAFOR.

32

## Ejemplo - Sustitución de Combustibles Fósiles



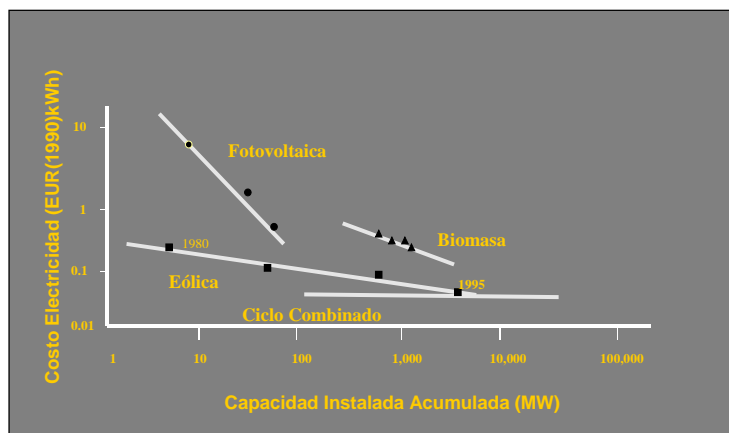
- La leña aún representa el principal biocombustible de uso rural en México.
- En 1990, 25.6 millones usaban leña para cocinar (31.4% de la población total del país).
- Se estima que la demanda total de biomasa forestal (leña y carbón) asciende a 355 PJ/año.
- Las estufas y hornos tradicionales tienen una eficiencia de tan sólo 17%.
- Además generan exposición altamente dañina a la salud humana
- Para reducir estas emisiones está en marcha un programa rural de instalación de estufas con mayor eficiencia energética que se espera permita reducir el uso de alrededor de 6 millones de toneladas de madera por año.
- Otra opción son los biodigestores.

33

## Curvas de Aprendizaje de las Tecnologías Renovables



- **Costos por Tecnología, Capacidad Instalada, y Aprendizaje Tecnológico**



34

## Qué Resta para Incentivar las Energías Renovables



- Algunas tecnologías ya son técnica y económicamente viables, especialmente con los precios actuales del petróleo
- Se reconocen sus virtudes ambientales y efectos socioeconómicos positivos
- Falta remover barreras legales
- Romper con las inercias en los monopolios estatales del sector energético
- Sobre todo, falta decisión política

35

## Portal de Cambio Climático del INE



[http://cambio\\_climatico.ine.gob.mx/](http://cambio_climatico.ine.gob.mx/)

36



<http://www.ine.gob.mx>

**Andrés Flores Montalvo**  
**aflores@ine.gob.mx**

**Taller Práctico sobre Bioenergía**  
3 de agosto de 2006, Monterrey N.L. México

