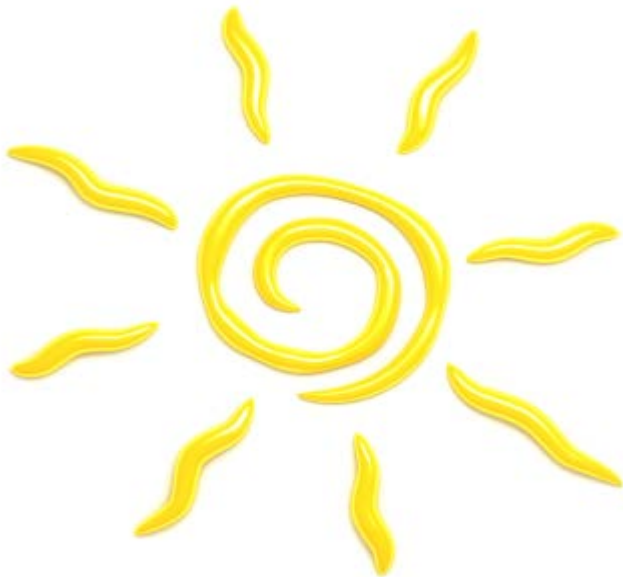


# ENERGÍAS RENOVABLES PARA REDUCIR LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y PARA ALCANZAR LA SEGURIDAD ENERGÉTICA

---



**Arturo Morales-Acevedo**

CINVESTAV del IPN

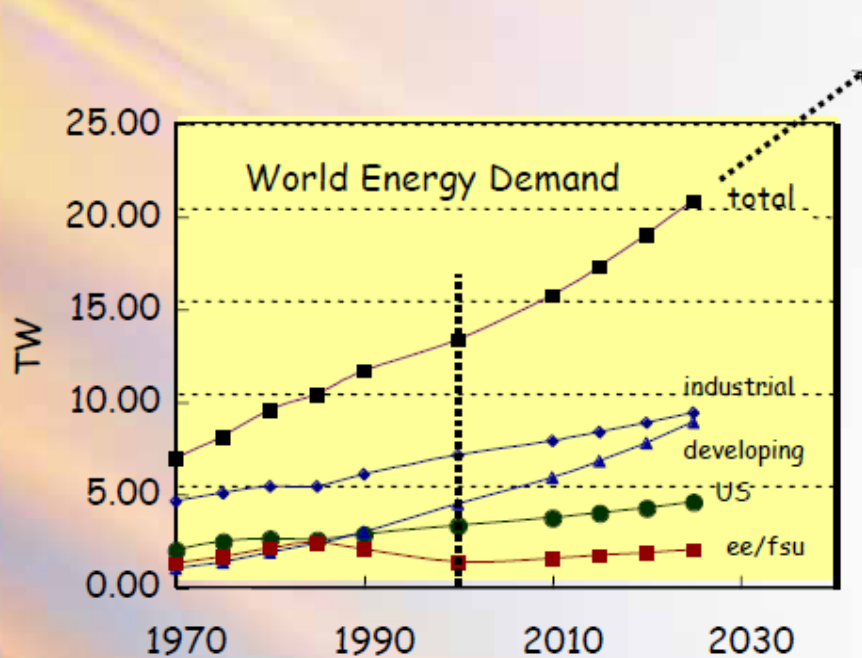
Departamento de Ingeniería  
Eléctrica

[amorales@solar.cinvestav.mx](mailto:amorales@solar.cinvestav.mx)



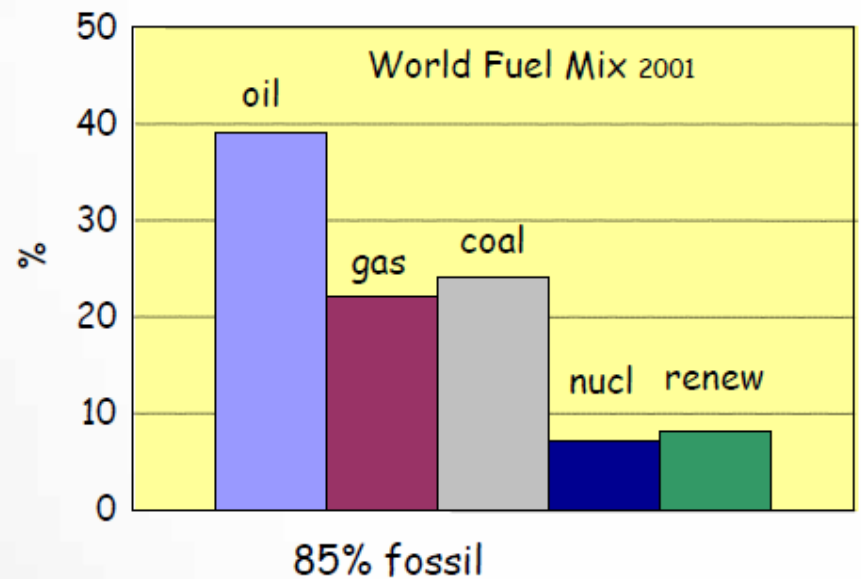


# World Energy Demand



2100: 40-50 TW  
2050: 25-30 TW

energy gap  
~ 14 TW by 2050  
~ 33 TW by 2100



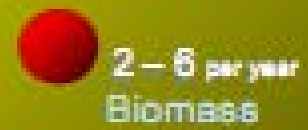
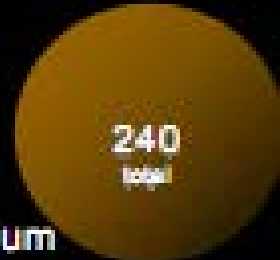
**SOLAR<sup>10</sup>**  
**23,000 TWy/year**

2009 World energy  
consumption  
16 TWy/year

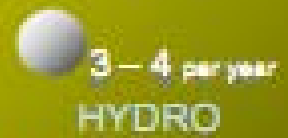
2050: 28 TWy

renewable

finite



**Petroleum**

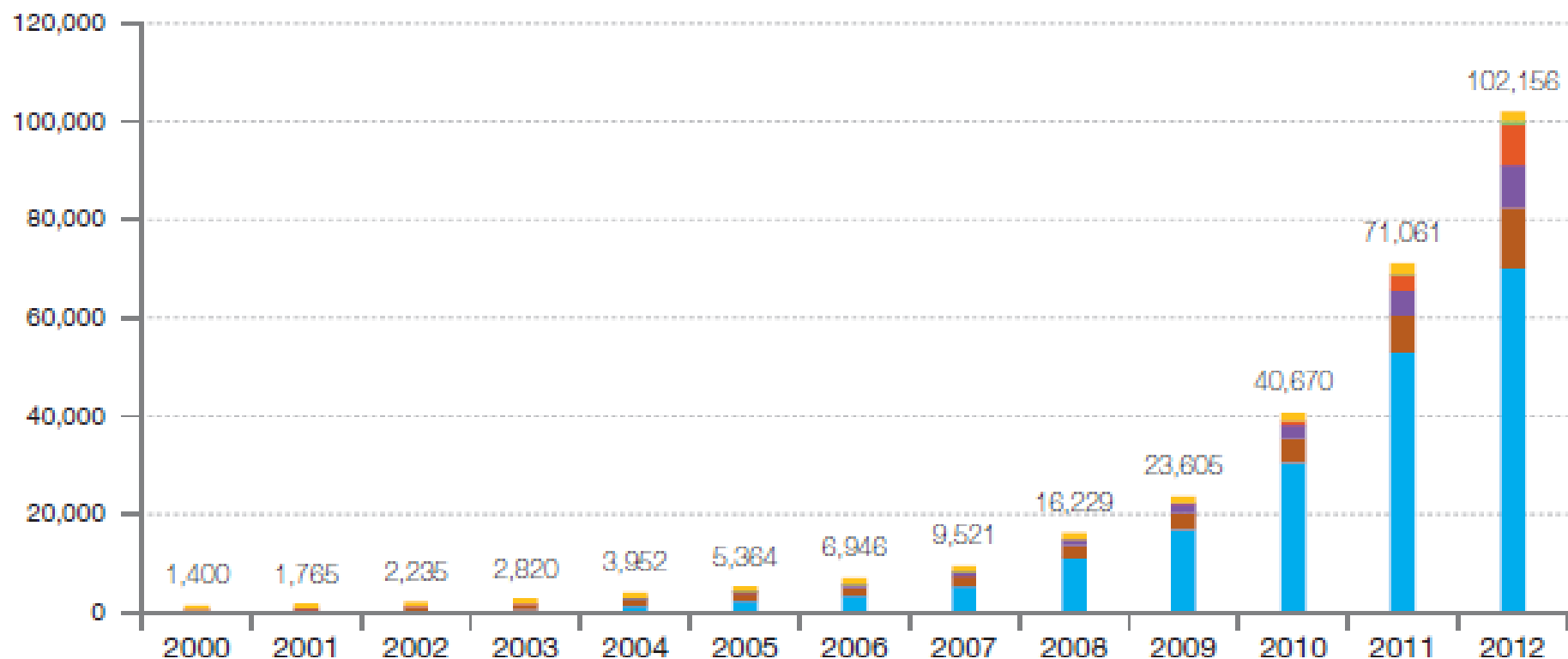


## México inaugura planta de energía solar a gran escala

Al inaugurar la Central Fotovoltaica Aura Solar 1 en BCS, Peña Nieto recordó que la Ley de Cambio Climático establece la meta de que para el año 2024, el 35% de la energía eléctrica que se genere en el país provenga de fuentes de energía limpia..

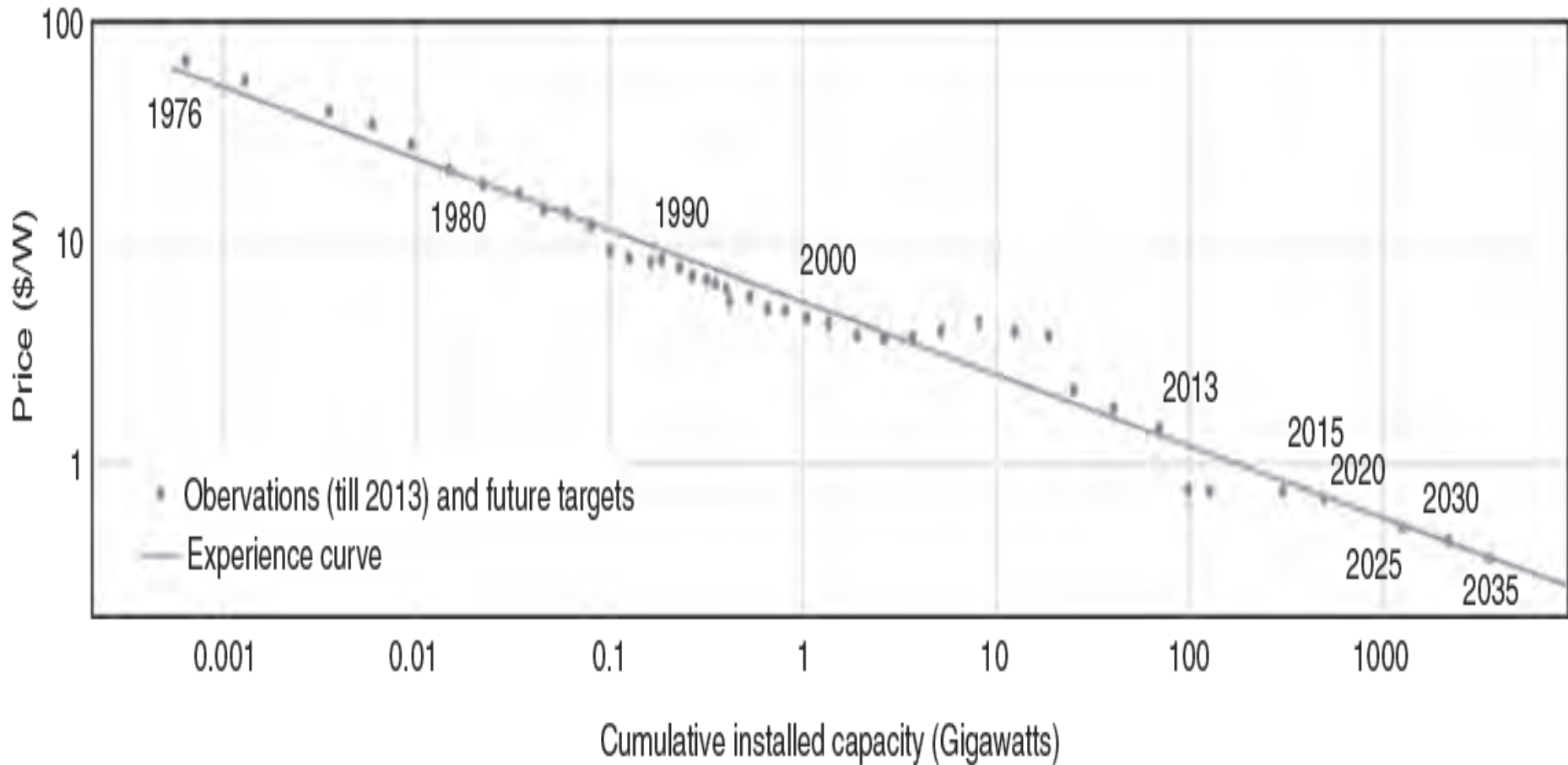


## Evolution of global PV cumulative installed capacity 2000-2012 (MW)



ROW	751	807	887	964	993	1,003	1,108	1,150	1,226	1,306	1,590	2,098	2,098
MEA	n/a	n/a	n/a	n/a	1	1	1	2	3	25	71	192	601
China	19	24	42	52	62	70	80	100	140	300	800	3,300	8,300
Americas	146	178	225	290	394	501	650	863	1,209	1,752	2,780	4,959	8,717
APAC	355	495	686	916	1,198	1,500	1,825	2,096	2,631	3,373	4,956	7,628	12,397
Europe	129	262	396	598	1,305	2,289	3,281	5,310	11,020	16,850	30,472	52,884	70,043
<b>Total</b>	<b>1,400</b>	<b>1,765</b>	<b>2,235</b>	<b>2,820</b>	<b>3,952</b>	<b>5,364</b>	<b>6,946</b>	<b>9,521</b>	<b>16,229</b>	<b>23,605</b>	<b>40,670</b>	<b>71,061</b>	<b>102,156</b>

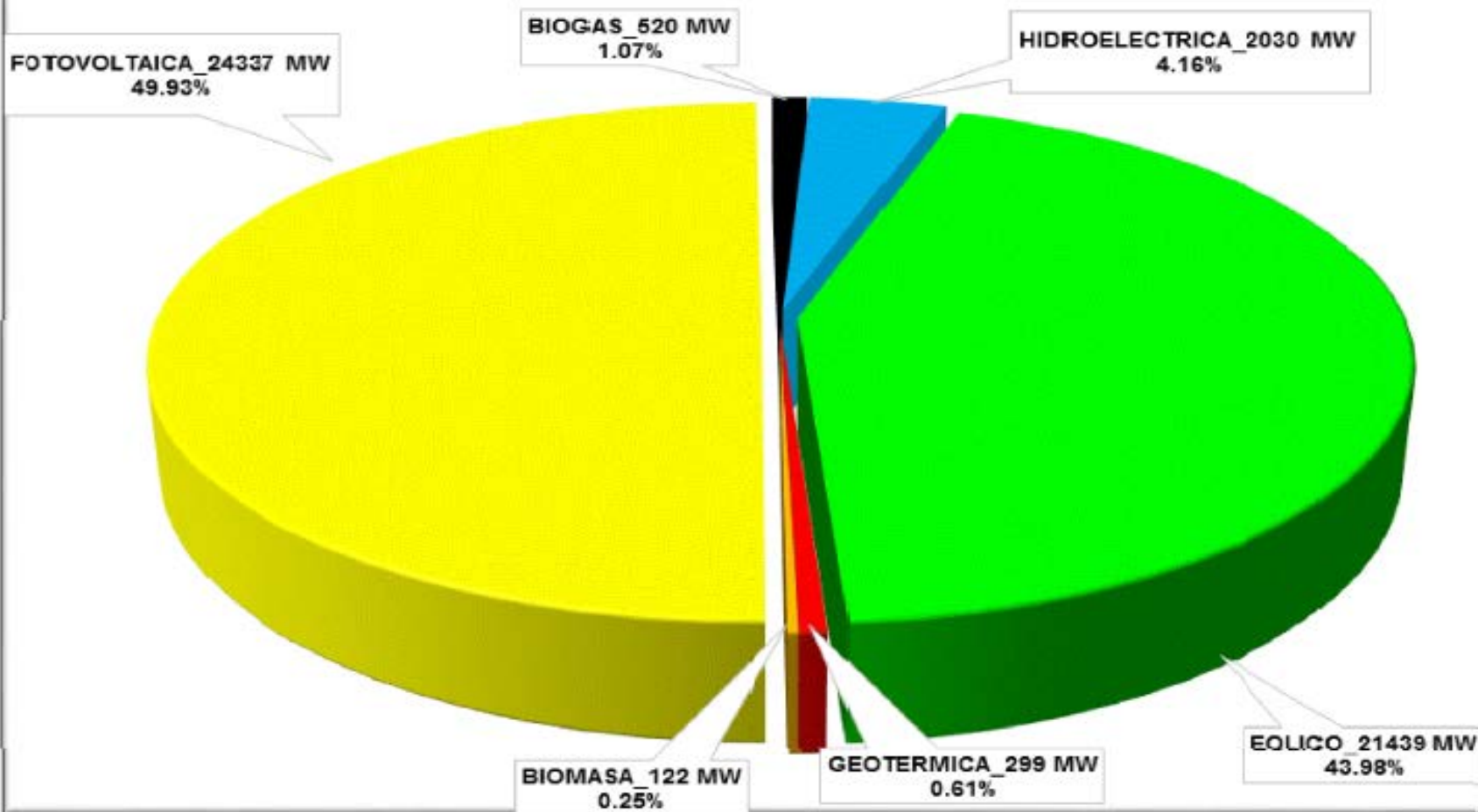
# Curva de aprendizaje de energía FV





# TIPO DE GENERACIÓN LIMPIA EN PROYECTOS DE PRE-FACTIBILIDAD CFE Y SOLICITUDES DE PERMISIONARIOS.

## PROYECTOS EN ENERGÍAS LIMPIAS EN PRE-FACTIBILIDAD 2015-2020, 48,747 MW





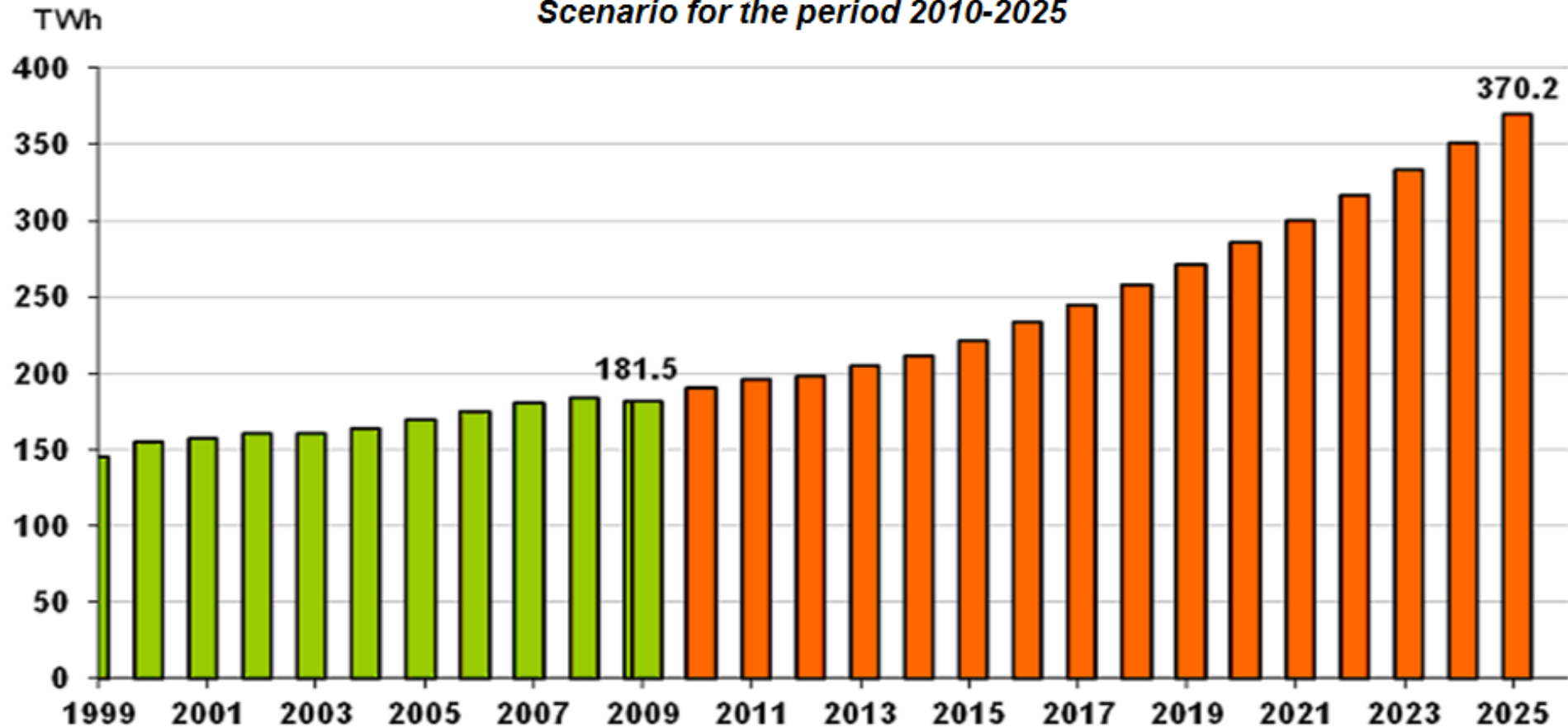
# El portafolio de energías en el futuro estará determinado por:

- ✓ La Ley General de Cambio Climático, la cual requiere una reducción en emisión de gases de efecto invernadero de 30% para 2020 y 50% para el 2050 respecto a los valores en el año 2000.
- ✓ La Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE), la cual impone un máximo de 50% de energía basada en combustibles fósiles para el 2050.
- ✓ Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía
- ✓ La reciente Reforma Energética.
- ✓ La demanda total de energía en el país.

# Ventas de Energía Eléctrica en México

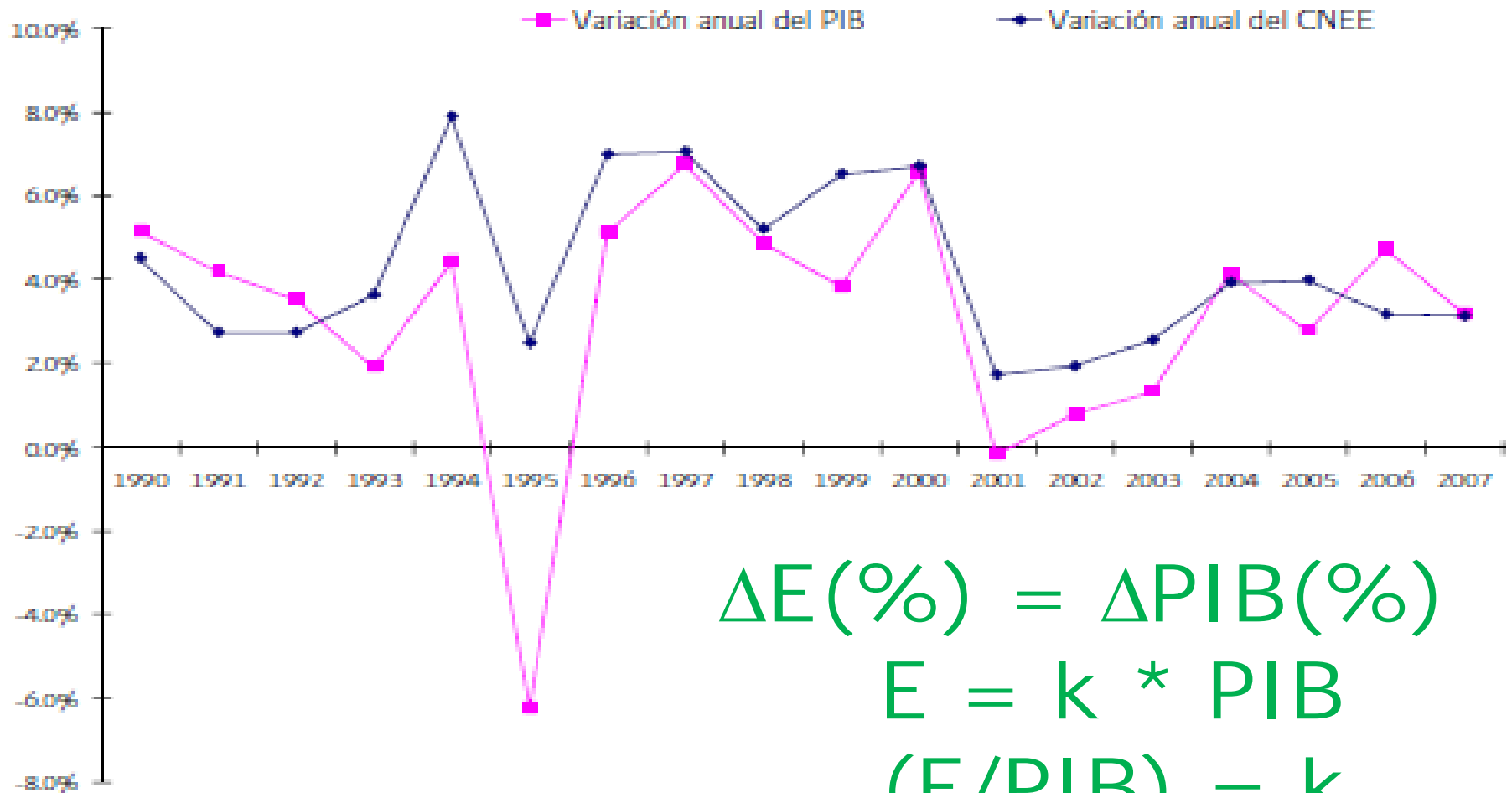
Public Sector Electrical Energy Sales  
Scenario for the period 2010-2025

CFE



- Historical 2000-2009 2.3% annual increase
- Planned 2010-2025 4.6% annual increase

## Evolución histórica del PIB y consumo nacional de energía eléctrica, 1990-2007 (%)

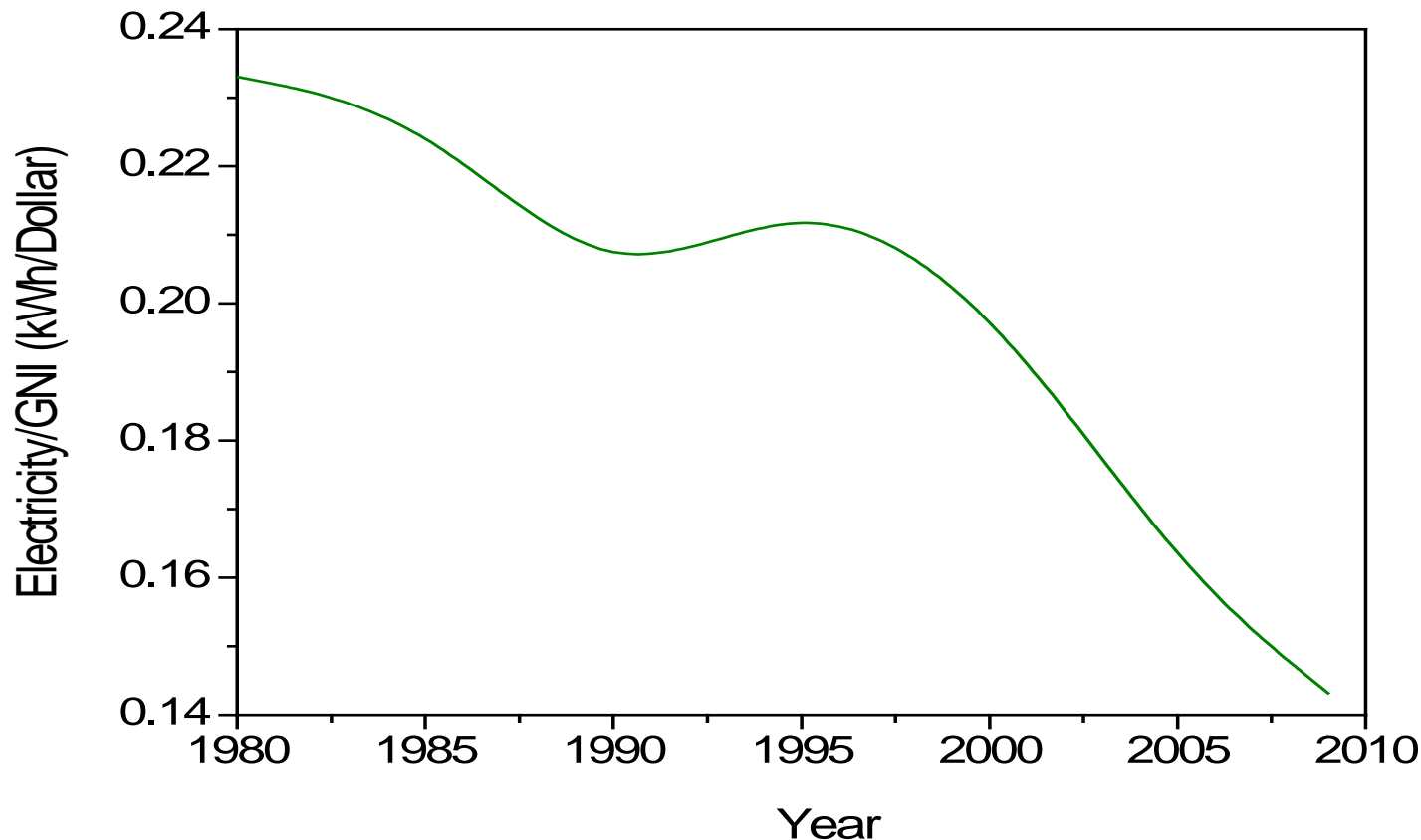


$$\Delta E(\%) = \Delta \text{PIB}(\%)$$

$$E = k * \text{PIB}$$

$$(E/\text{PIB}) = k$$

# *La “Intensidad de Energía Eléctrica” no es constante*



Se redujo a una tasa anual de 2.7% en el periodo 1995-2010



# *La intensidad de energía eléctrica no es constante, así:*

$$E = \left( \frac{E}{PIB} \right) \left( \frac{PIB}{P} \right) P$$

“Intensidad de Energía”

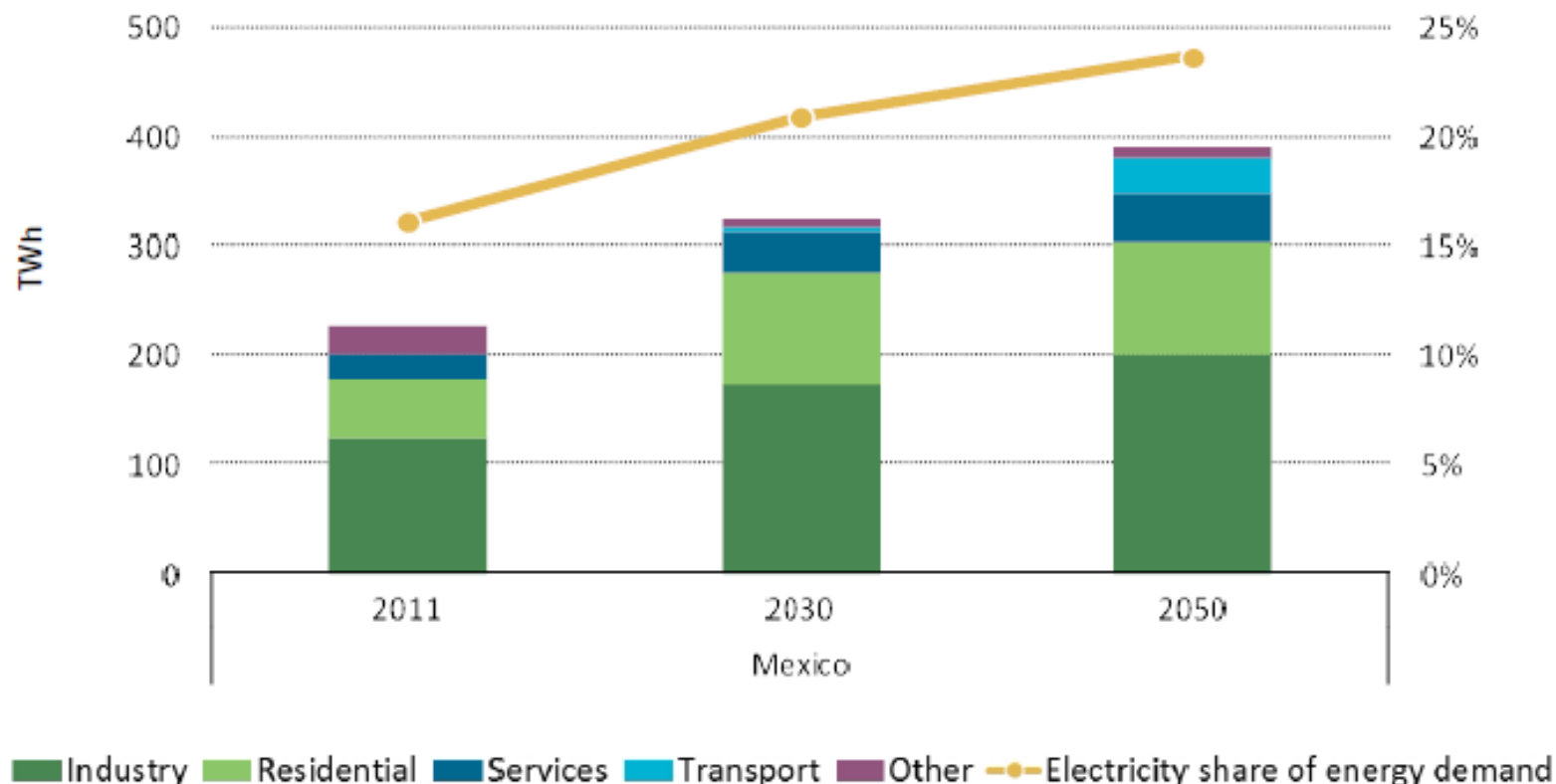
Producto Interno  
Bruto per cápita

# ***¡Podemos proponer un escenario sustentable para la demanda de energía eléctrica al 2050!***

- Mantengamos el crecimiento de la población con una tasa de crecimiento anual de 1 a 1.2 millones. Para 2050 tendremos cerca de 151 millones de personas en México, de acuerdo a CONAPO.
- Sería deseable que el producto per cápita aumente desde \$15,000 in 2012 hasta \$55,000 dólares en 2050 (i. e. cerca de 3.3% de crecimiento anual). Si este fuera el caso, en 2050 México tendría un ingreso per cápita similar al que se tiene en USA actualmente.
- Mantengamos la reducción de la “Intensidad de Energía Eléctrica” como se observó entre 1995 y 2010, i. e. una reducción anual de cerca de 2.7%. El desarrollo tecnológico y políticas de ahorro y uso eficiente de energía podrían causar incluso una mayor tasa de reducción.

**¡La energía eléctrica requerida sería solo 394 TWh!**

# Mexico's electricity share AND total demand set to increase



***Mexico could benefit from lessons learned from other expanding electricity systems***

# Comparación de escenarios

## Demanda de Energía futura (TWh)

Año	Nuestro escenario (CONAPO)	CFE (crecimiento de demanda de 4.6% anual)
2025	266	372.7
2050	394	1147.3

El escenario de CFE no es sostenible. En nuestro escenario, la eficiencia energética ayudará a un crecimiento económico sostenible, y este puede facilitarse mediante políticas apropiadas



# La planeación energética de largo plazo es importante para México

- ✓ Un análisis simple nos ha mostrado que, tomando en cuenta el crecimiento demográfico natural, en los siguientes 40 años podríamos crecer económicamente a un ritmo de 3.3% anual, teniendo un crecimiento de la demanda de energía eléctrica de solo 1.5% - 1.6%, en vez del 4.6% esperado por CFE.
- ✓ Una demanda reducida de energía nos ayudará a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, lo cual hace aún mas atractiva la utilización de energía renovable en el futuro.
- ✓ México requiere de planeación de largo plazo de sus capacidades energéticas de forma que se logre crecimiento económico, al mismo tiempo que se alcance la seguridad energética y se cause el mínimo daño al medio ambiente.

# En resumen:

- La demanda de energía aumentará en los próximos años.
- Las energías renovables están reduciendo su costo monótonamente en el tiempo, mientras que el costo de la energía basada en combustibles fósiles tiene una tendencia al alza (largo plazo).
- Las energías renovables y su uso eficiente permitirán reducir la emisión de gases de efecto invernadero, por lo que México cuenta ya con leyes que establecen metas definidas en cuanto a la participación de las energías renovables en el portafolio energético para el 2050.
- Sin embargo, aún no está claro cómo se alcanzarán estas metas de manera sustentable. Esto tiene que definirse mediante una planeación de largo plazo.