CONSEJO ACADÉMICO DEL AGUA

UN WATER
DÍA MUNDIAL DEL AGUA
22 DE MARZO 2016 - AGUA Y EMPLEO

IV FORO DEL AGUA

GESTIÓN INTEGRAL: RESPONSABILIDAD DE MÉXICO

CAMBIO CLIMATICO

Las hidroeléctricas, la contaminación y la producción de electricidad.

M.I. Leonardo de Jesús Ramos Gutiérrez
Comisión Federal de Electricidad
Coordinación de Proyectos Hidroeléctricos
Dr. Manuel Montenegro Fragoso
Universidad Panamericana, Campus Guadalajara



I.- LA CONTAMINACIÓN EN EL MUNDO, EN MATERIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

GASES DE EFECTO INVERNADERO

EN EL SECTOR ELÉCTRICO MUNDIAL



CO_2 → **50 %**

DIÓXIDO DE CARBONO

CH_4 → **18 %**

METANO

CFC → **17 %**

CLOROFLUOROCARBONOS

O_3 → **9 %**

OZONO TROPOSFÉRICO

N_2O → **6 %**

ÓXIDO NITROSO

Gael John (2015) International Journal of Greenhouse Gas Control. Estados Unidos de Norte América, Edit. ELSEVIER ISSN:1750-5836.

Listado de los 15 países con la más alta contribución de Gases de Efecto Invernadero (GEI), IEA, Outlook 2015.

Lugar en el mundo	País	% de contribución de emisiones
1	Estados Unidos	23.650%
2	China	15.356%
3	Rusia	6.303%
4	Japón	4.960%
5	India	4.334%
6	Alemania	3.527%
7	Canadá	2.284%
8	Reino Unido	2.230%
9	Italia	1.872%
10	Corea del Sur	1.851%
11	Francia	1.608%
12	**México**	**1.545%**
13	Irán	1.441%
14	Australia	1.433%
15	Indonesia	1.313%

Los GEI en México

Concepto	Toneladas	Porcentaje (%)
1.- Sector Energético		61
1.1 Energía eléctrica	**102 008.82**	**26**
1.2 Resto del Sector (Uso de combustibles fósiles en el sector manufacturero e industria, el transporte, industria de la construcción, los sectores comercial, residencial, agrícola y las emisiones fugitivas de metano durante la conducción y distribución del gas natural)	290 332.81	74
Subtotal	**392 341.63**	**100**
2.- Cambio de uso de suelo (deforestación)	90 045.62	14
3.- Agricultura	51 454.64	8
4.- Procesos Industriales	45 022.81	7
5.- Descomposición de residuos orgánicos	64318.30	10
Total	**643 183.00**	**100**

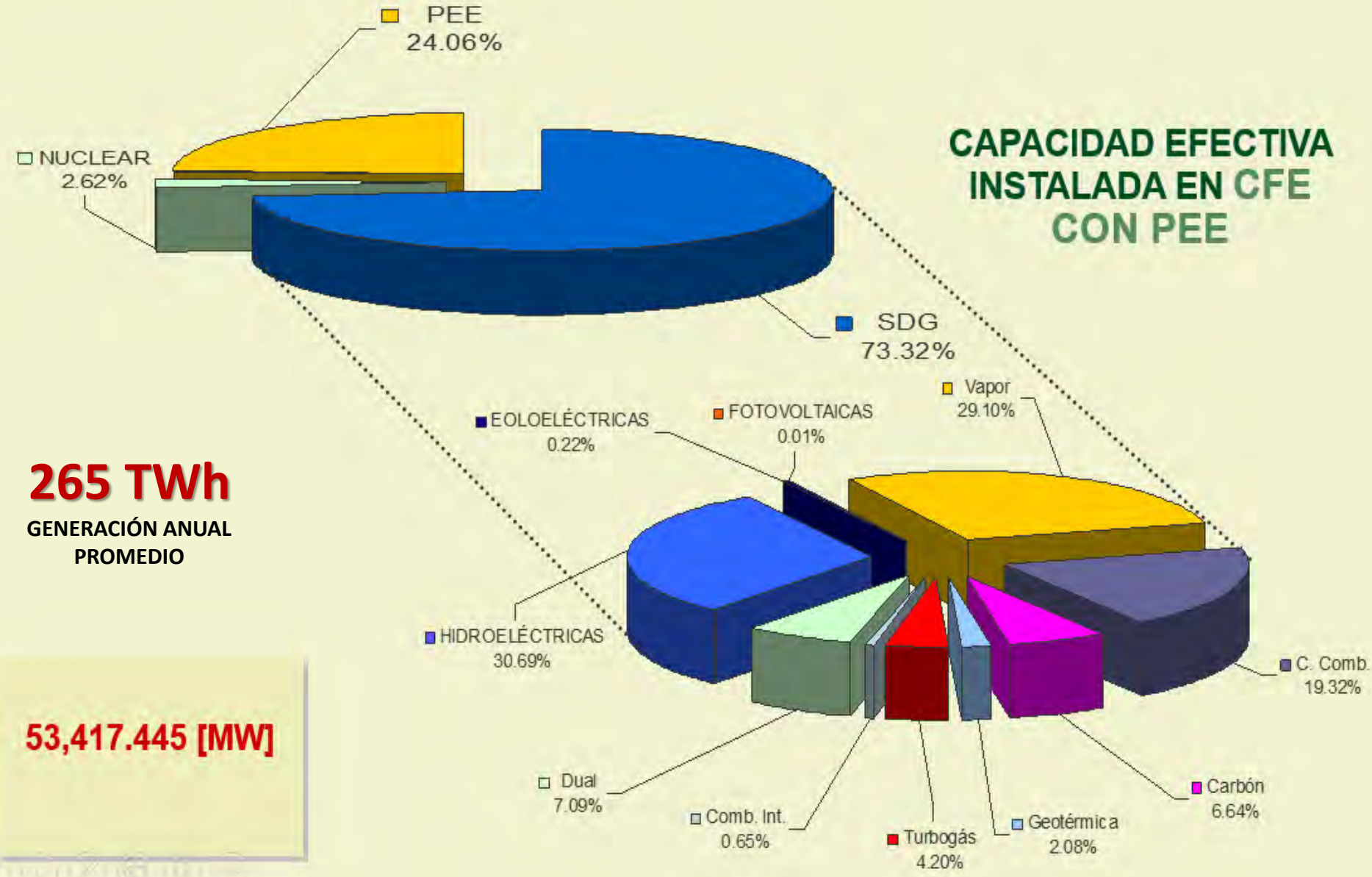


II.- PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD

Generación de energía eléctrica en el mundo, IEA 2015 (TWh)

País	Combustibles fósiles	Nuclear	Recursos Renovables	Bio.	Total	Lugar en el mundo
Mundo	13,675	2,731	3,584	271	20,261	-
%	67.49%	13.48%	17.69%	1.34%	100.00%	
EUA	3,101	838	357	73	4,369	1
%	70.98%	19.18%	8.17%	1.67%	100.00%	
China	2,788	68	598	2.4	3,457	2
%	80.65%	1.97%	17.30%	0.07%	100.00%	
Japón	711	258	91	22	1,082	3
%	65.71%	23.84%	8.41%	2.03%	100.00%	
Rep. Rusa	708	163	167	2	1040	4
%	68.04%	15.67%	16.04%	0.25%	100%	
Brasil	59	14	370	20	463	9
%	12.74%	3.02%	79.91%	4.32%	100%	
México	213	8	36	1	258	14
%	82.56%	3.11%	13.95%	0.38%	100%	

MÉXICO



265 TWh

GENERACIÓN ANUAL PROMEDIO

53,417.445 [MW]

III.- LA HIDROELECTRICIDAD



Generación a base de recursos renovables en el mundo, IEA 2015 (TWh)

País	Generación a base de recursos renovables en el mundo, IEA 2014 (TWh)							
	Hidráulica	Geotermo-electrica	Solar	Térmica - Solar	Viento	Mareas	Total	Lugar en el mundo
Mundo	3,288	65	12	0.9	219	0.5	3,585	-
%	91.72%	1.81%	0.33%	0.03%	6.11%	0.01%	100.00%	
EUA	282	17	1.6	0.88	56	-	357	4
%	78.99%	4.76%	0.45%	0.25%	15.69%	-	100.00%	
China	585	-	0.2	-	13	-	598	1
%	97.83%	-	0.03%	-	2.17%	-	100.00%	
Japón	83	2.8	2.3	-	2.6	-	91	7
%	91.21%	3.08%	2.53%	-	2.86%	-	100.00%	
Brasil	370	-	-	-	-	-	370	3
%	100%	-	-	-	-	-	100%	
México	27.75	7.72	0.18	-	0.35	-	36	12
%	77.08%	21.44%	0.50%	-	0.97%	-	100.00%	



Geotermoeléctrica



Hidroeléctrica



Eoloeléctrica



Solar

Fuente	Costos nivelados por fuentes limpias de generación de energía eléctrica en el mundo (USD/MWh), **Registro IEA 2015.**						
	Central	Factor de capacidad (%)	Costo de inversión nivelado	Operación y Mantenimiento	Combustible (Incluye Operación y Mantenimiento)	Inversión por transmisión	Costo total nivelado
° Nuclear	Nuclear	90	71.40	11.80	11.80	1.10	96.10
Vapor	Geotérmica	92	34.20	12.20	0.00	1.40	47.90
Biomasa	Biomasa	83	47.40	14.50	39.50	1.20	102.60
Viento	Eoloeléctrica	35	64.10	13.00	0.00	3.20	80.30
Sol	Solar-Térmica (Páneles)	25	114.50	11.40	0.00	4.10	130.00
	Solar-Fotovoltaica (Cédulas)	20	195.00	42.10	0.00	6.00	243.10
Agua	**Hidroeléctrica**	**53**	**72.00**	**4.10**	**6.40**	**2.00**	**84.50**

° Energía alternativa según el Protocolo de Kioto de 1998 y (CMCC) Convención Marco Contra el Cambio Climático de la ONU

CAPACIDAD INSTALADA EN MÉXICO. [MW]



LOCALIZACIÓN HIDROELECTRICA



CENTRALES HIDROELECTRICAS

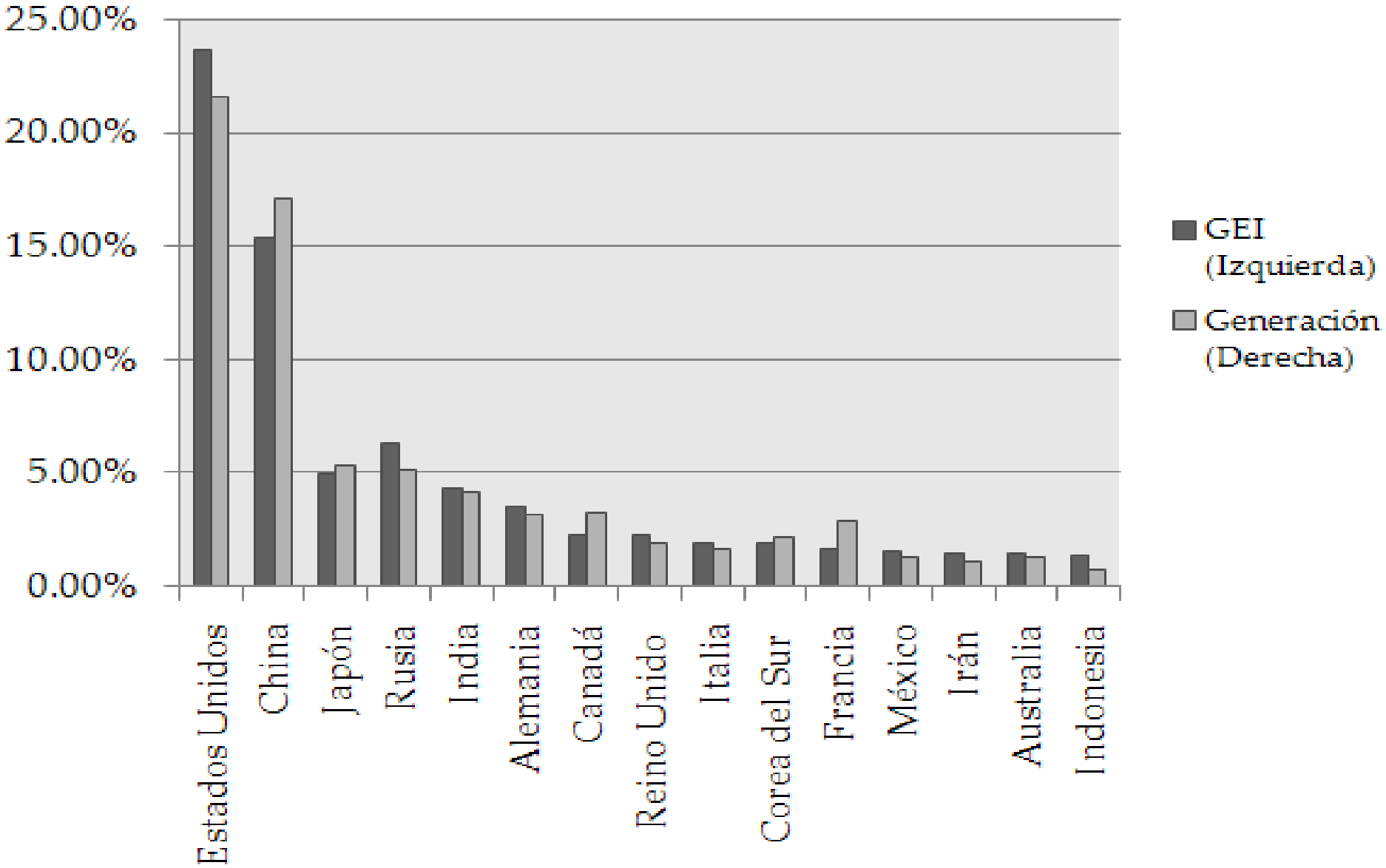
HIDROELECTRICAS					
	CENTRAL	GERENCIA REGIONAL	U's	CAPACIDAD MW	TOTAL MW
1	EL NOVILLO	NOR	3	3 x 45	135
2	HUITES	NOR	2	2 x 211	422
3	BACURATO	NOR	2	2 x 46	92
4	HUMAYA	NOR	2	2 x 45	90
5	COMEDERO	NOR	2	2 x 50	100
6	FALCÓN	NTE	3	3 x 10.5	31.5
7	LA AMISTAD	NTE	2	2 x 33	66
8	AGUAMILPA	OCC	3	3 x 320	960
9	AGUA PRIETA	OCC	2	2 x 120	240
10	VILLITA	OCC	4	4 x 80	320
11	INFIERNILLO	OCC	6	6 x 200	1200
12	EL CAJÓN	OCC	2	2 x 375	750
13	LA YESCA	OCC	2	2 x 375	750
14	EL CARACOL	CEN	3	3 x 200	600
15	ZIMAPÁN	CEN	2	2 x 146	292
16	PEÑITAS	SUR	4	4 x 105	420
17	MALPASO	SUR	6	6 x 180	1080
18	CHICOASEN	SUR	8	8 x 300	2400
19	ANGOSTURA	SUR	5	5 x 180	900
20	TEMASCAL	SUR	6	4 x 38.5; 2 x 100	354
21	MAZATEPEC	SUR	4	4 x 55	220

EL PROCESO CUENTA ADICIONALMENTE CON 44 CENTRALES PEQUEÑAS QUE APORTAN UNA CAPACIDAD DE 596.278 MW.

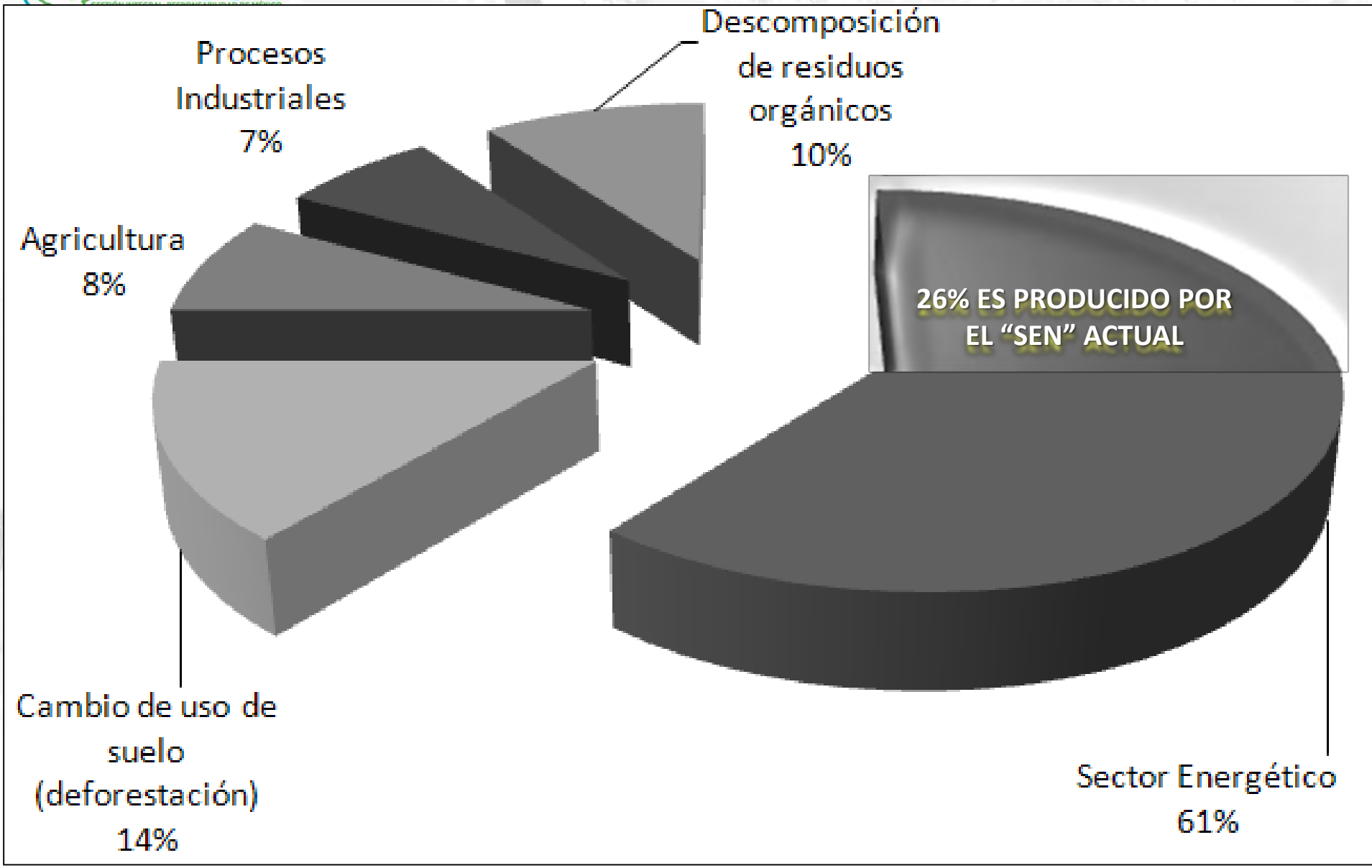
RESUMEN DE ANÁLISIS



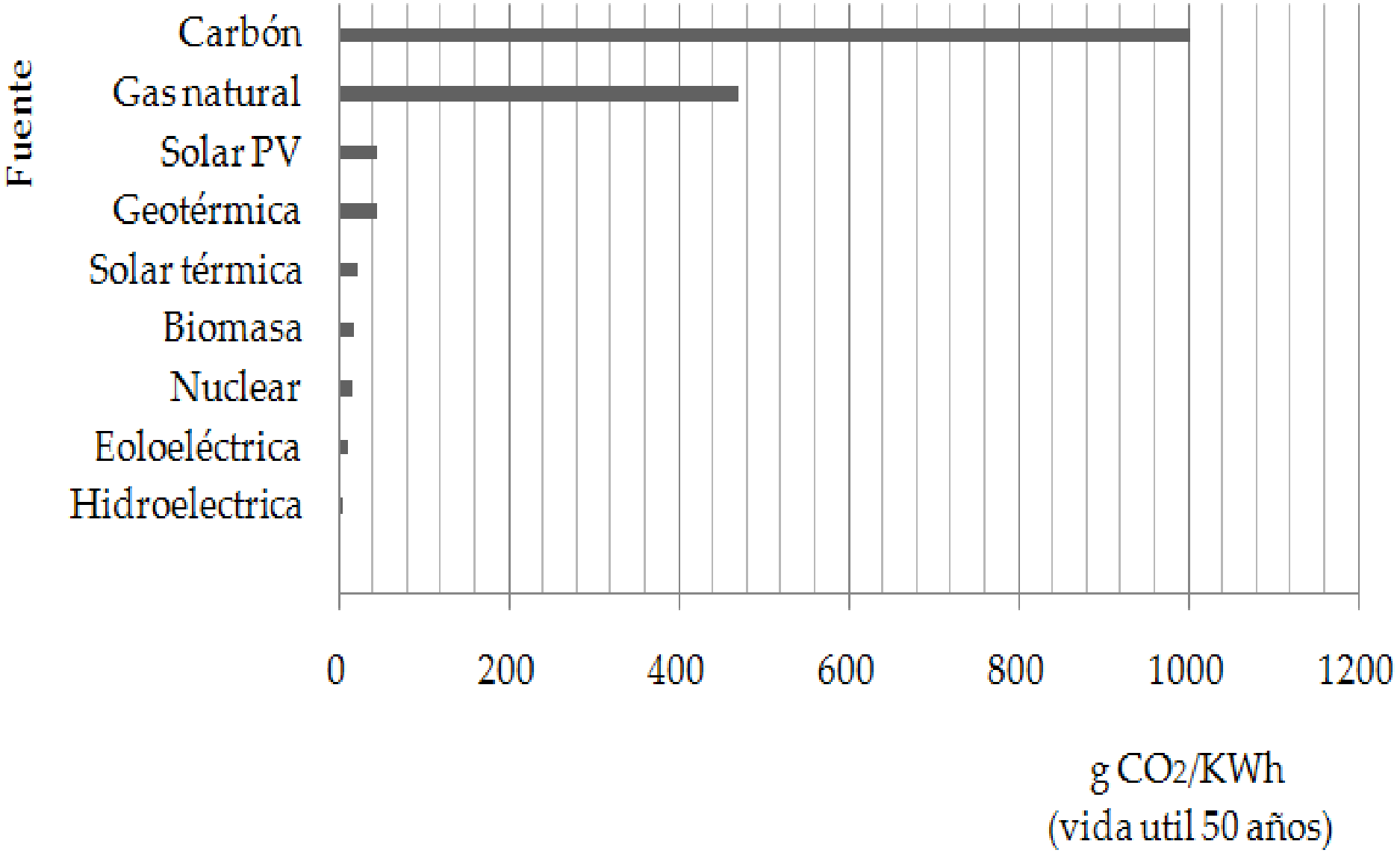
GENERACIÓN vs CONTAMINACIÓN



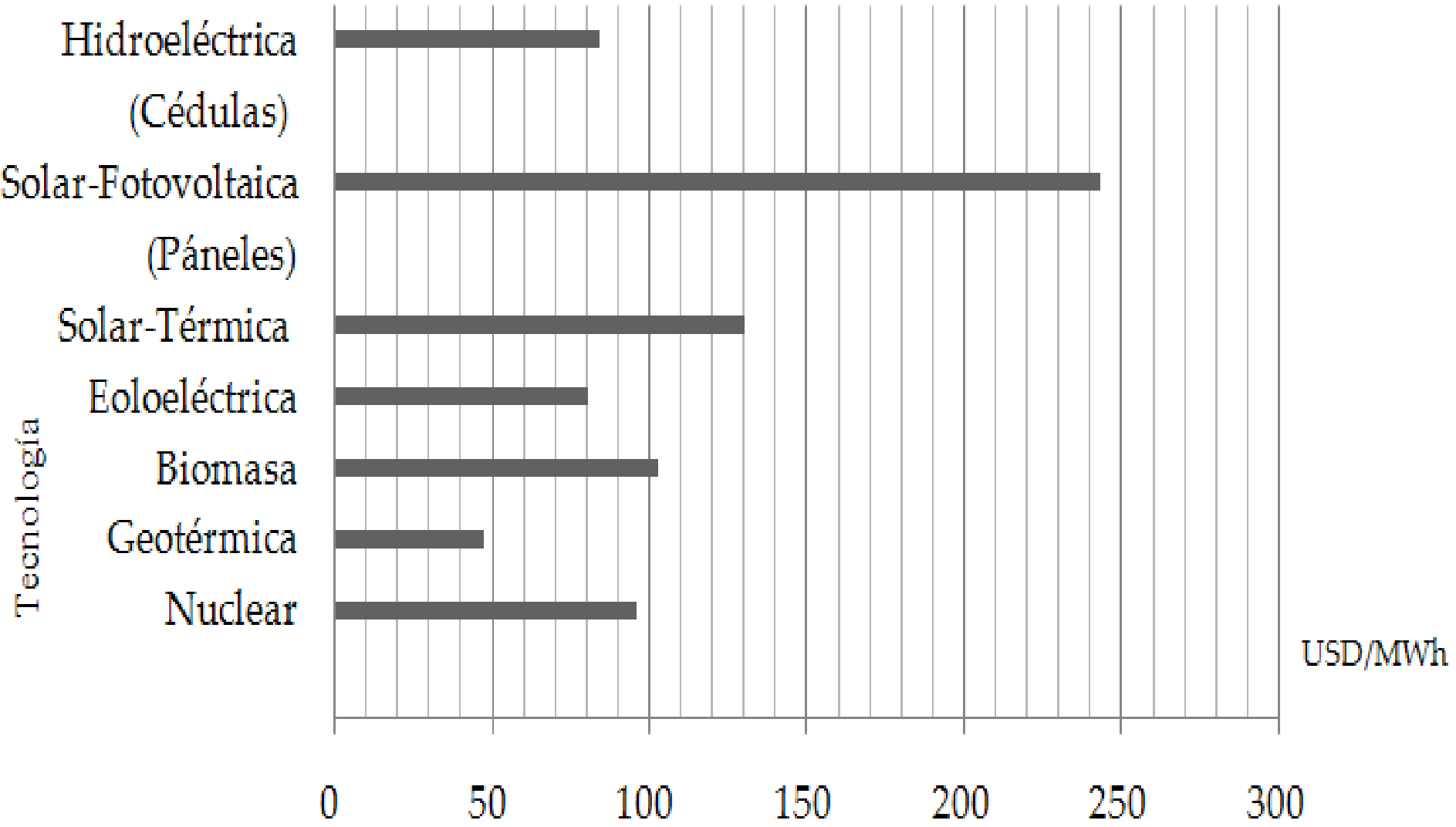
PRODUCCIÓN DE GEI EN MÉXICO



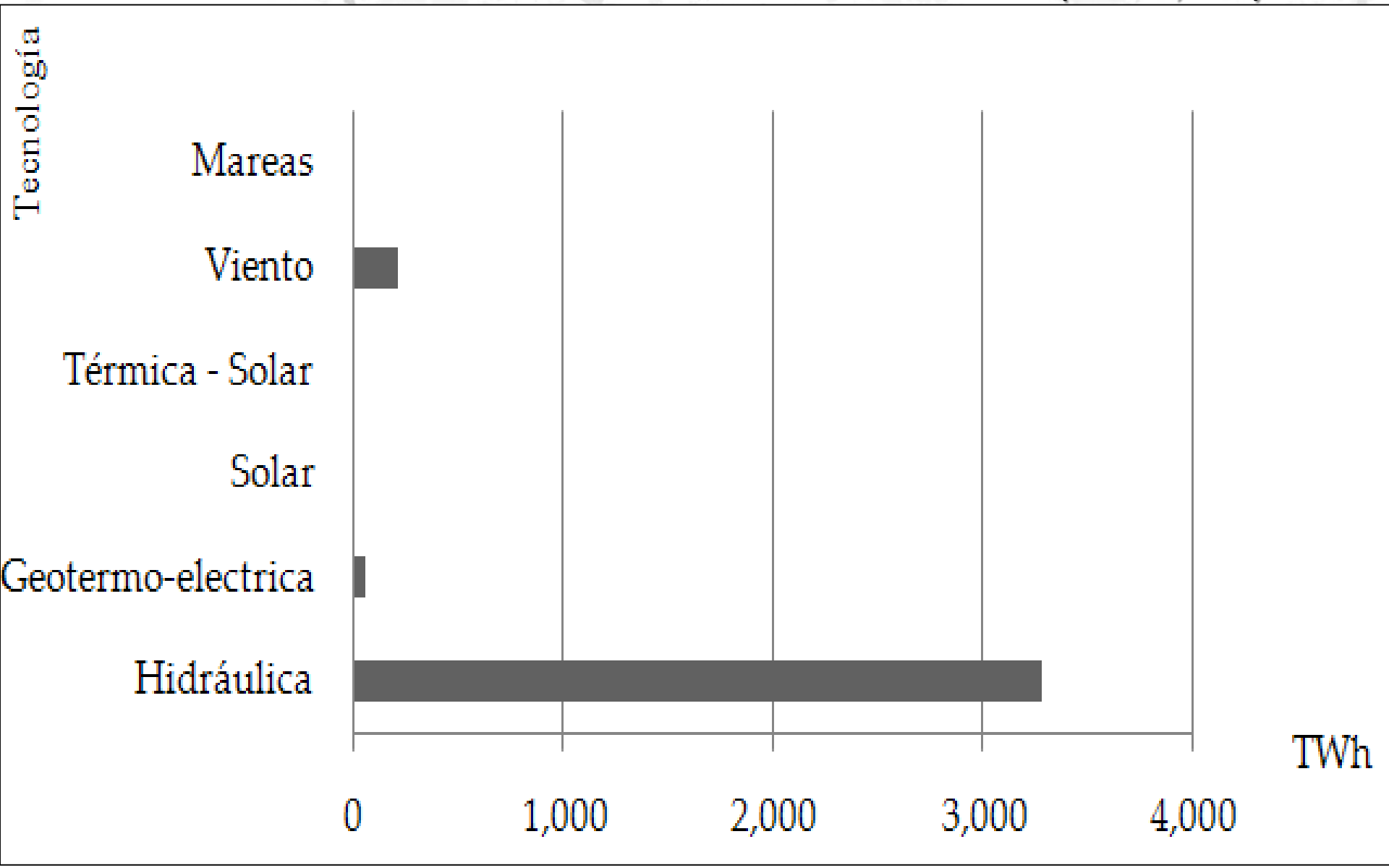
TECNOLOGÍAS DE MAYOR CONTAMINACIÓN EN EL SECTOR ELÉCTRICO A NIVEL MUNDO



COSTO DEL MWh POR TECNOLOGÍA (MUNDO, 2015)



UTILIZACIÓN DE RECURSOS RENOVABLES PARA PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD (MUNDO, 2015)



CONCLUSIONES



CONCLUSIONES

- La industria es el sector que más demanda energía eléctrica en el mundo.

- EUA representa el 23.65% de generación de GEI en el mundo (10,000,000 toneladas), derivado de que su principal combustible es el carbón.

- Los cuatro países que mas producen electricidad en el mundo, contaminan más de lo que generan de energía eléctrica, con excepción de China.

CONCLUSIONES

- **México:**

  a) Conserva la tendencia mundial de contaminación (depende de los combustibles fósiles).

  b) NO es uno de los grandes emisores de GEI, sólo representa el 1.5% a nivel mundial.

- **Brasil y Canadá:**

  a) Son los únicos dos países en América, que contaminan menos de lo que generan de electricidad.

  b) Brasil es uno de los países más sustentables en en el mundo. El 80% de su generación eléctrica lo realiza con hidroelectricidad.

CONCLUSIONES

La hidroelectricidad:

1) Es la principal fuente de recursos renovables para generar electricidad.

2) Promueve el desarrollo sustentable:

- **a) Socialmente deseable**
- **b) Ambientalmente limpia**
- **c) Económicamente competitiva.**

3) Es la fuente de producción eléctrica que genera menos CO_2 en comparación con cualquier otro tipo de fuente.

CONCLUSIONES

Las centrales hidroeléctricas (Infraestructura):

a. **Tienen vidas económicas largas**
b. **El costo del Megawatt-hora producido es competitivo, es el tercer MWh producido más barato en el mundo.**
c. **Son flexibles, porque se adaptan a diversas cambiantes demandas de energía.**



RECOMENDACIÓN



Las fuentes que utilizan recursos renovables paulatinamente DEBEN SER la base del futuro de la generación eléctrica y mediante su conducto; disminuir el cambio climático "SIN DESCUIDAR LA SEGURIDAD ENERGÉTICA."



GRACIAS