



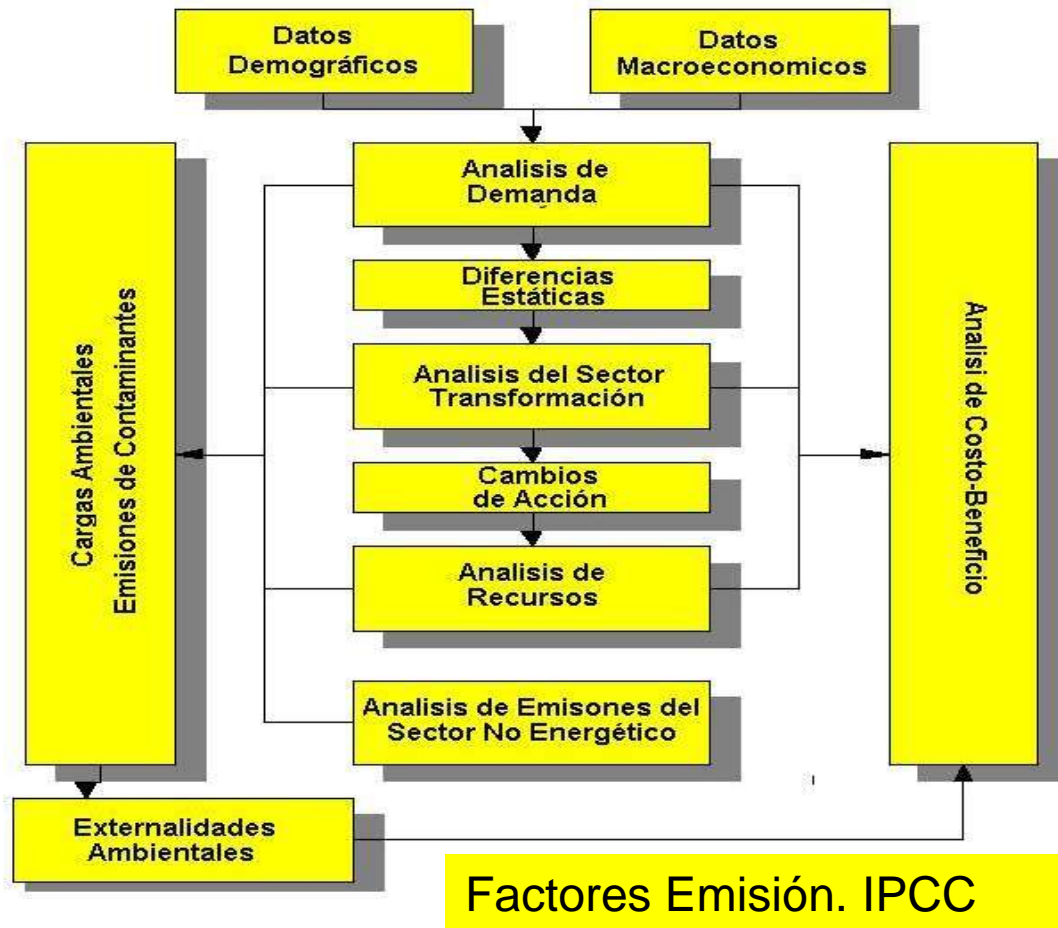
Potencial y costos de mitigación en el sector energético mexicano.

*Jorge Raúl Gasca Ramírez, Moises Magdaleno Molina,
Luis Alberto Melgarejo Flores, Ma. Esther Palmerín Ruiz.*

23 de junio de 2011



Modelo LEAP



Población y PIB para el Escenario Base



Crecimiento PIB: 3.5% 2010-2030, 3.3% 2031-2040, 3% 2041-2070

Año	Población	PIB	PIB per cápita
	Millones	Miles de Millones Dólares 1995 PPP	Miles de Dólares 1995 PPP
2008	106.2	999.3	9.4
2010	107.9	957.2	8.9
2020	115.3	1,350.2	11.7
2030	120.4	1,904.6	15.8
2040	122.4	2,630.1	21.5
2050	121.3	3,544.9	29.2
2060	119.2	4,582.3	38.5
2070	117.0	5,923.2	50.6

Intensidad Energética por Combustible en la Demanda



	Industrial
Comercial	Siderurgia
Público	Química
Transporte	Azúcar
Autotransporte	Petroquímica de PEMEX
Aéreo	Cemento
Marítimo	Minería
Ferrovionario	Celulosa y papel
Eléctrico	Vidrio
Agropecuario	Cerveza y malta
Industrial	Fertilizantes
Residencial	Automotriz
iluminación	Aguas envasadas
Refrigeración	Construcción
Aire Acondicionado	Hule
Estufas	Aluminio
Calentadores	Tabaco
Otros enseres	Otras ramas

Intensidad y Nivel de Actividad en el Sector Residencial para el Año Base (2008) y el Año 2070



	Intensidad 2008	Saturación 2008	Intensidad 2070	Saturación 2070
	GJ/Casa con Enser	% Casas con Enser	GJ/Casa con Enser	% Casas con Enser
Leña	68.4	14.0	68.4	3.3
Gas LP cocina	9.6	71.9	9.6	52.0
Gas LP calentador	11.2	37.6	11.2	32.4
Querosinas	4.5	0.7	4.5	0.0
Gas Natural cocina	8.0	13.4	8.0	44.4
Gas Natural calentador	9.3	7.0	9.3	27.7
Electricidad_Otros	1.2	96.8	3.1	99.5
Electricidad_Iluminacion	1.9	96.8	0.6	99.5
Electricidad_Refrigerador	2.2	82.8	1.3	99.0
Electricidad_Aire acondicionado	16.8	12.7	7.6	45.0

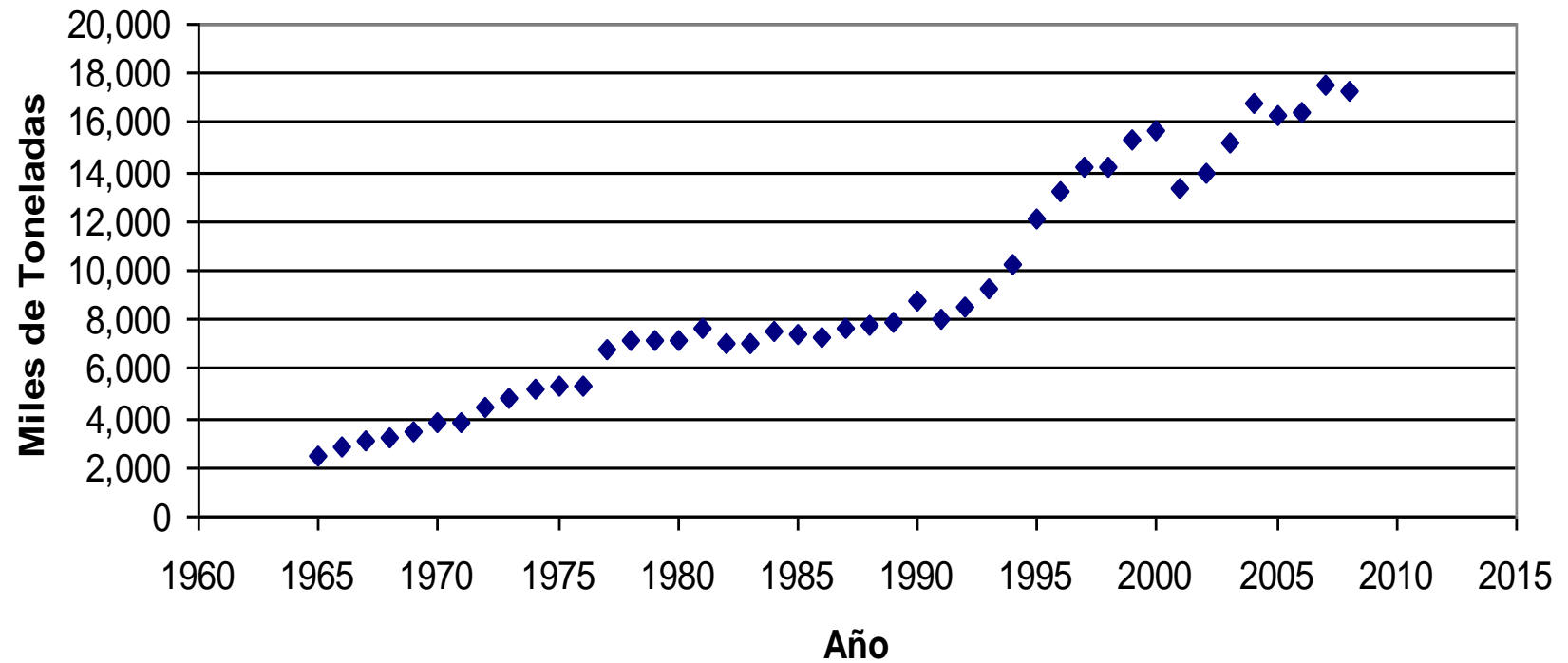
Fuente: Elaboración propia con datos de CONAPO, ENIGH (2008) y SIE (2008)

Intensidad Energética en el Sector Comercial para el Periodo 2008-2070 (-0.9% anual).



Año	Intensidad Energética			
	Gas LP	Diesel	Gas natural	Electricidad
	MJ/US Dólar			
2008	0.512	0.036	0.072	0.399
2010	0.501	0.034	0.071	0.390
2020	0.446	0.031	0.063	0.348
2030	0.398	0.027	0.056	0.310
2040	0.354	0.024	0.050	0.276
2050	0.316	0.022	0.045	0.246
2060	0.281	0.019	0.040	0.219
2070	0.250	0.017	0.035	0.195

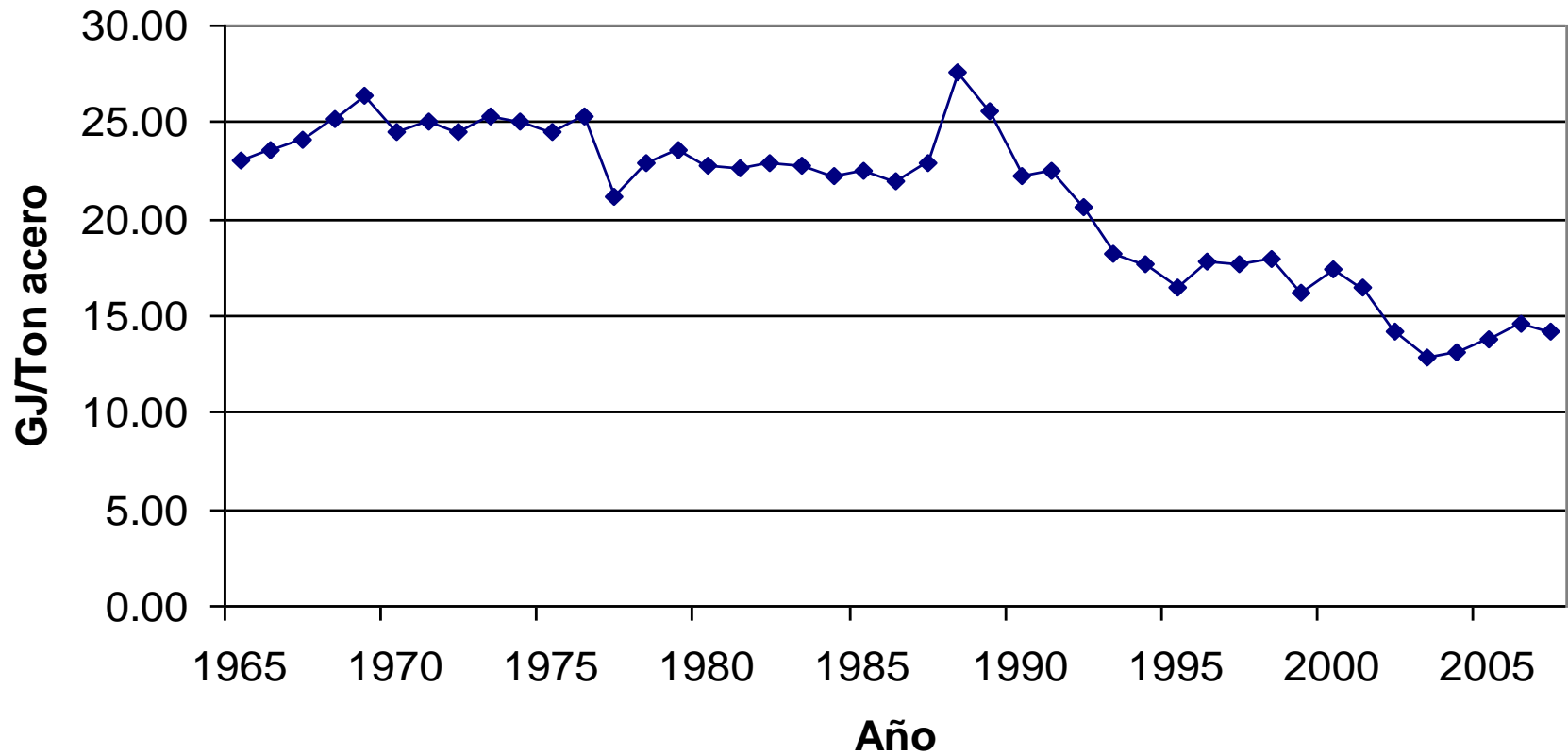
Producción de Acero



Tasa de crecimiento promedio anual 4.9%

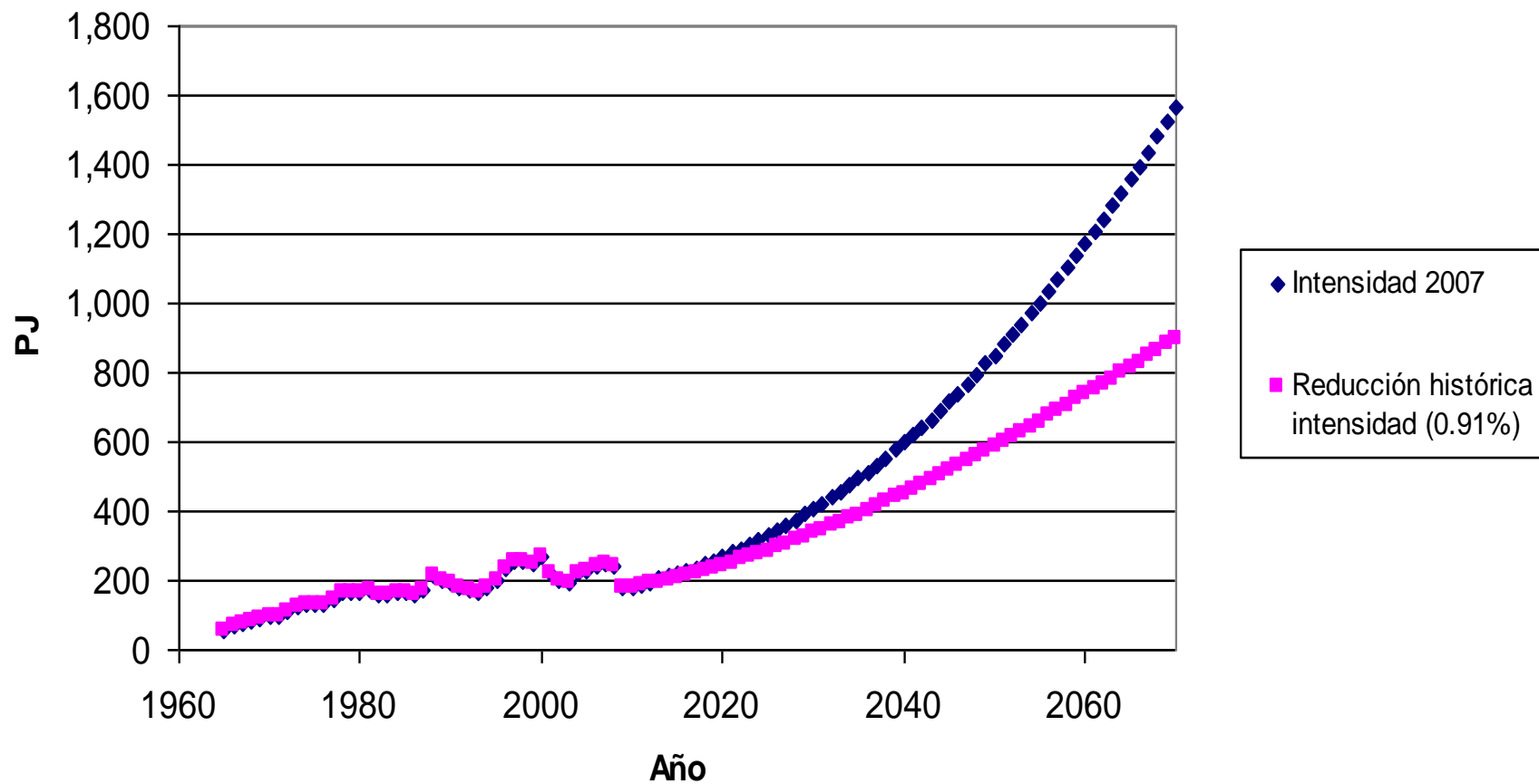
Fuente: INEGI y World Steel Association

Intensidad Energética Industria Siderurgica

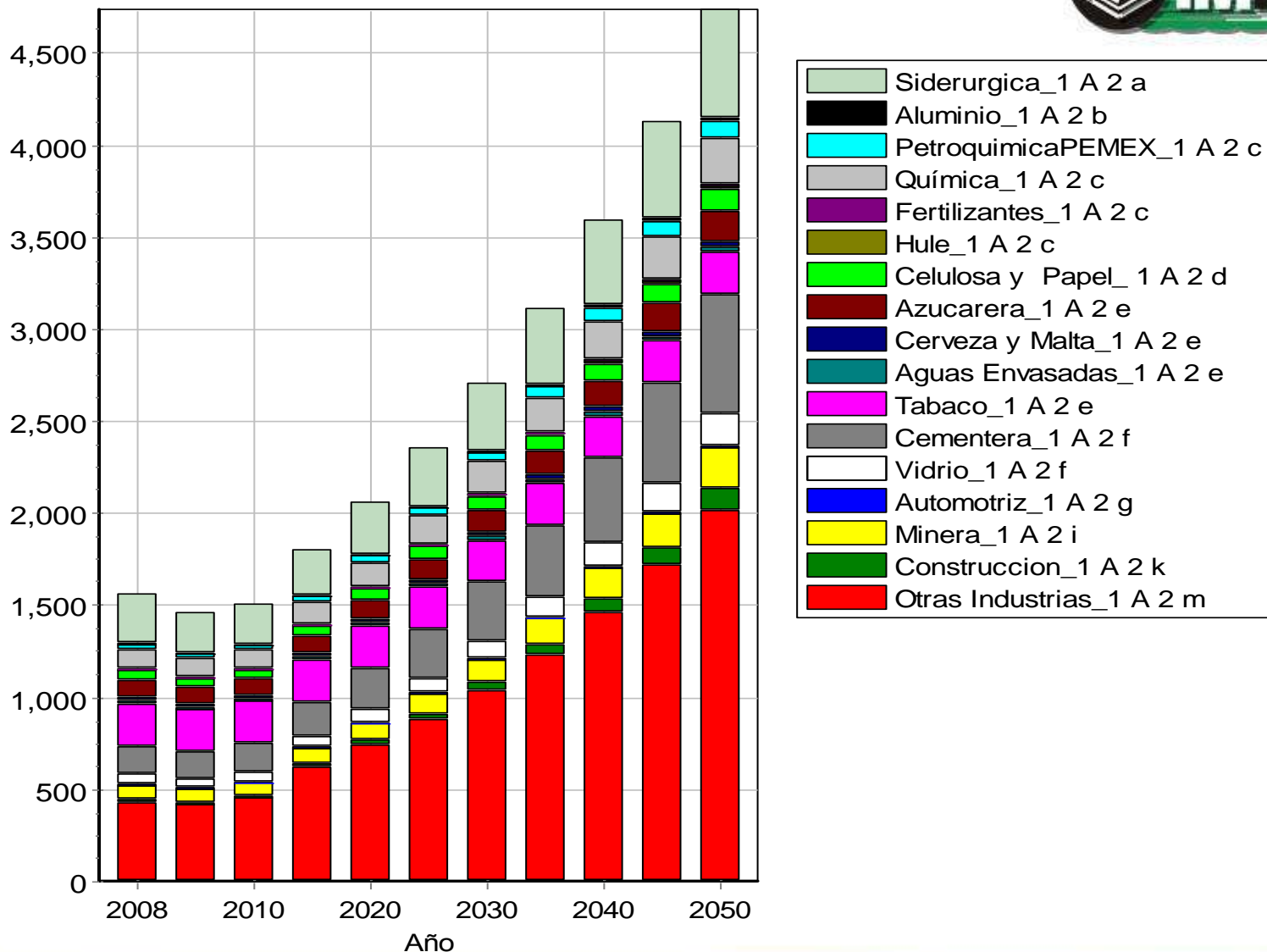


Reducción de 0.91% promedio anual

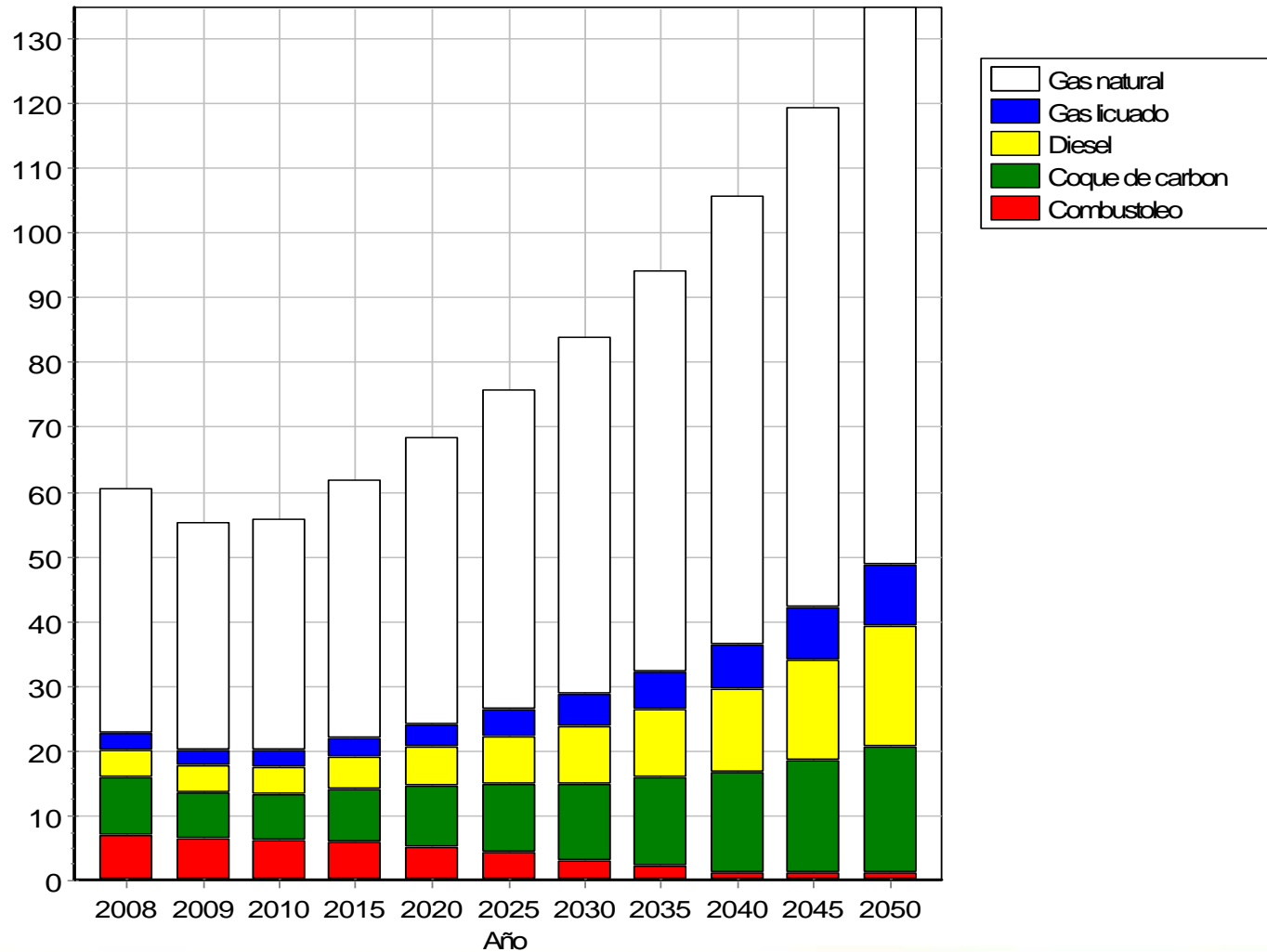
Demanda de Energía Siderurgia



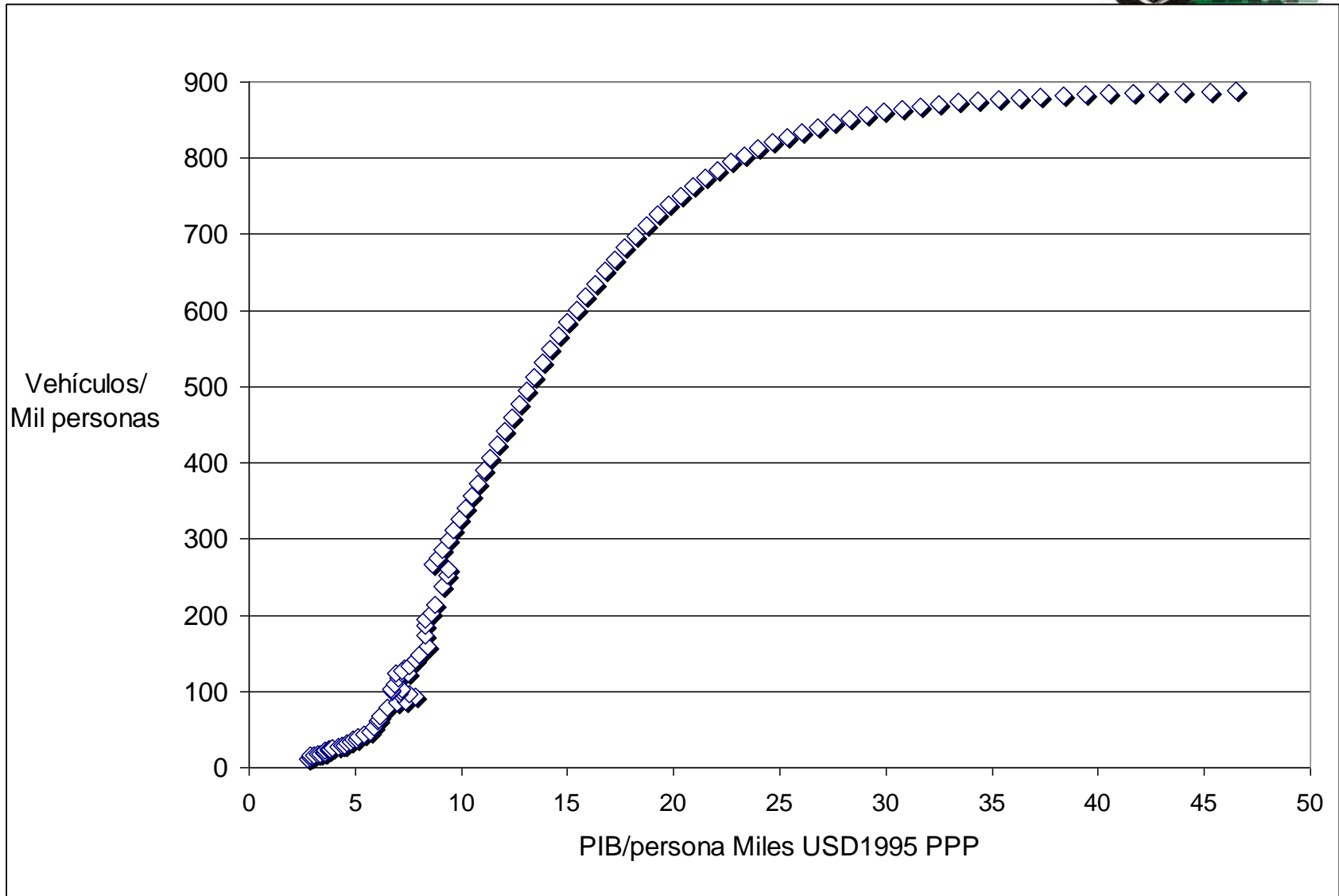
Demanda de Energía en el Sector Industrial



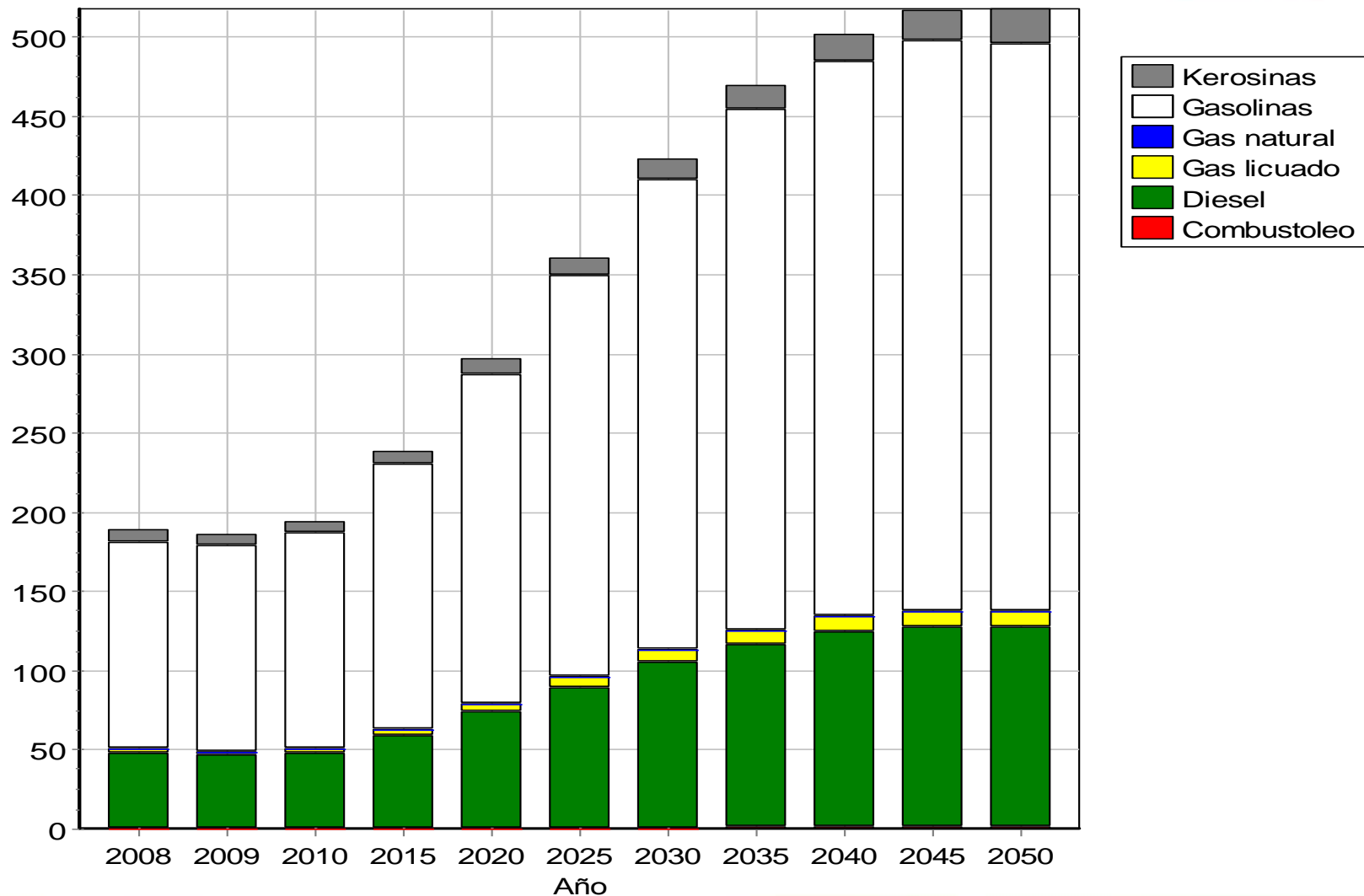
Emisiones de GEI en el Sector Industrial por Tipo de Combustible



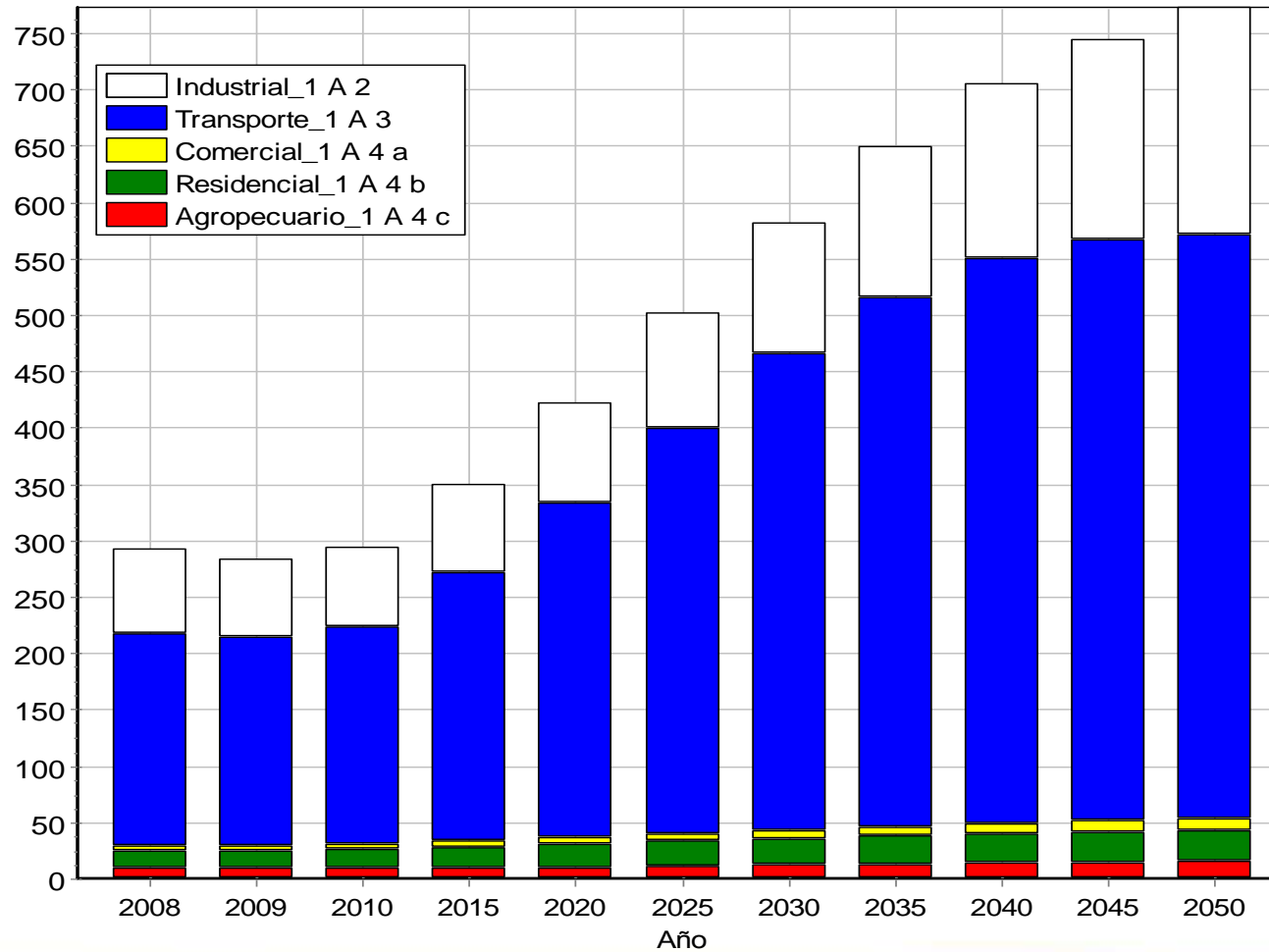
Modelo de Crecimiento Vehicular



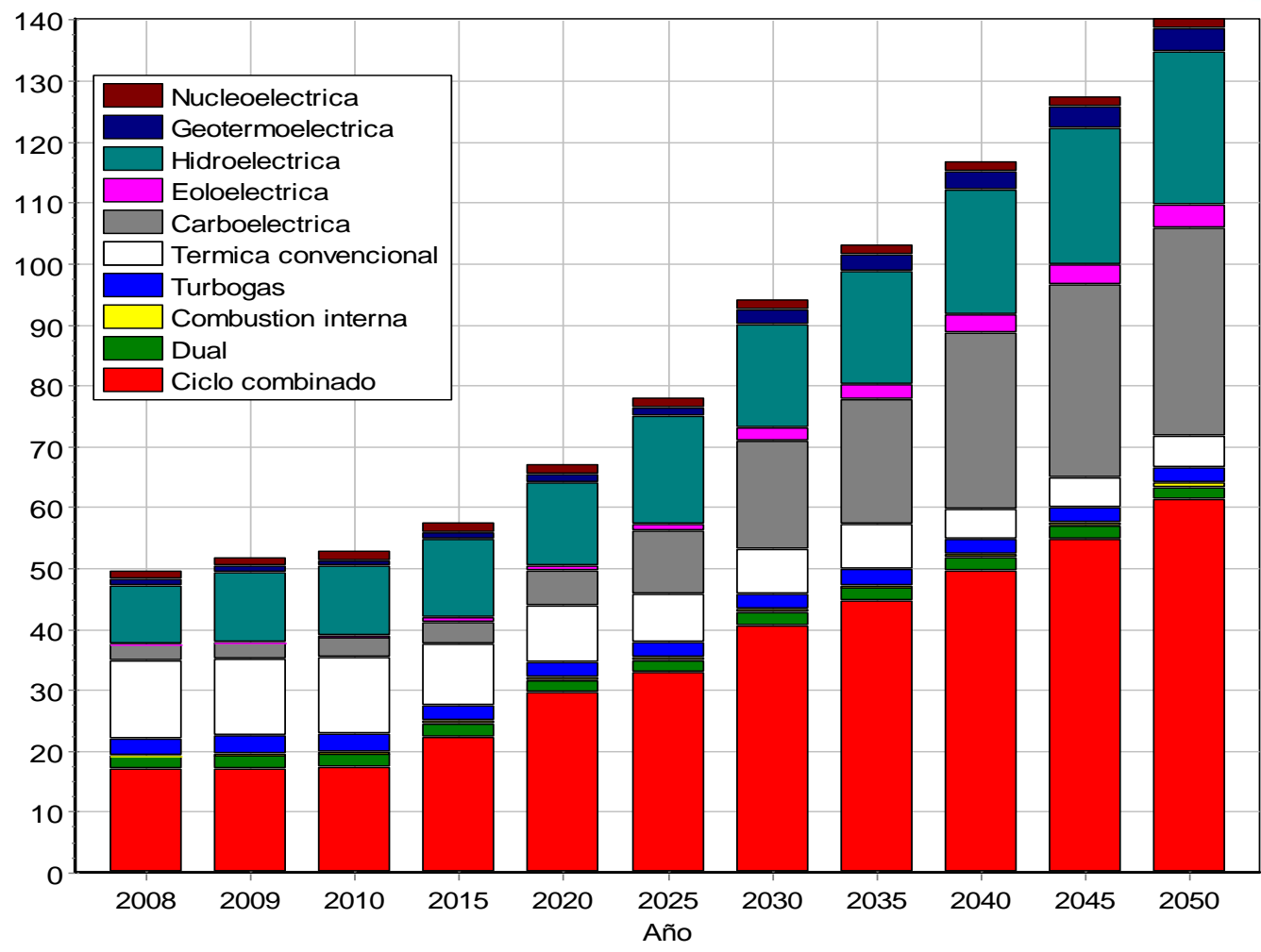
Emisiones de GEI en el Sector Transporte por Tipo de Combustible



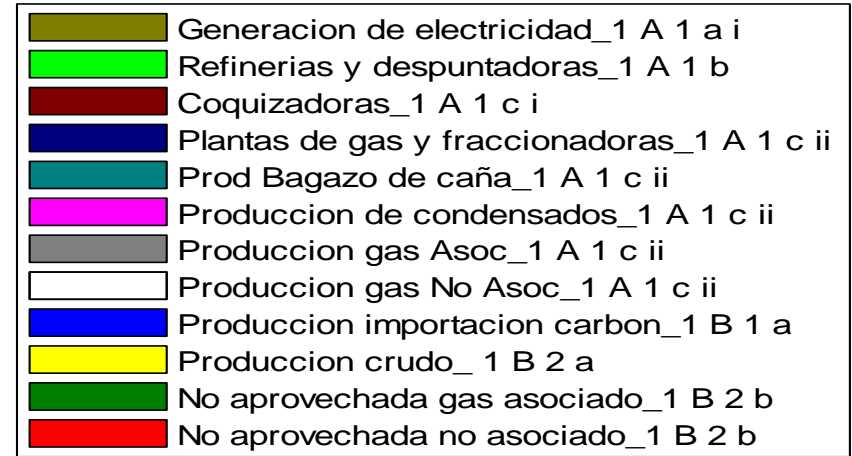
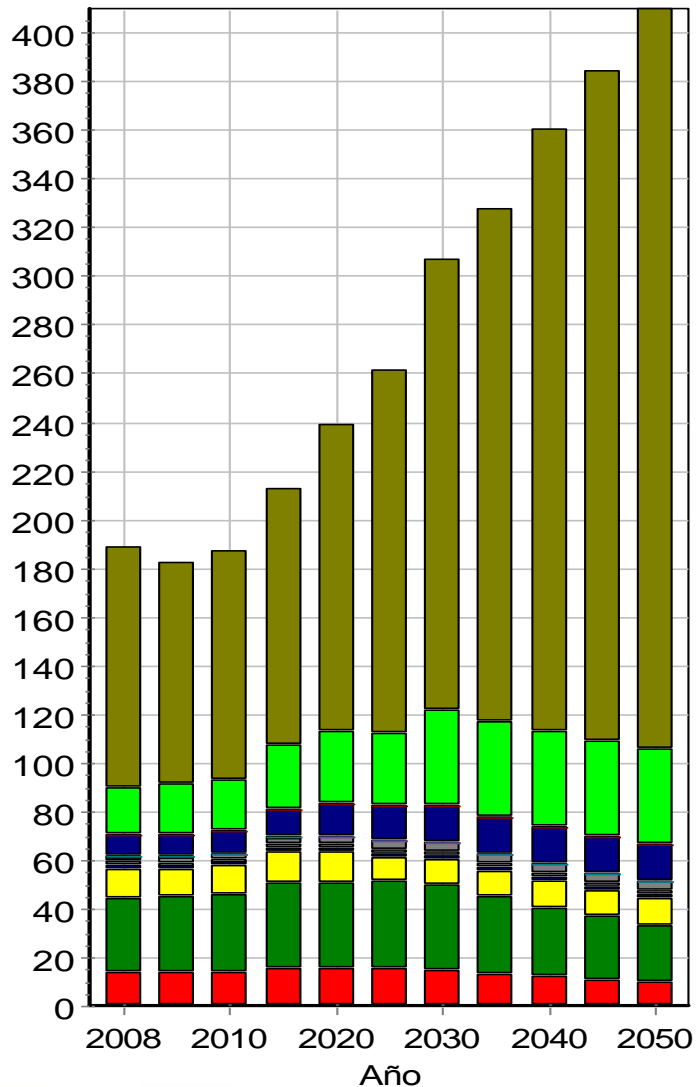
Emisiones de GEI de los Sectores de la Demanda en el Caso Base.



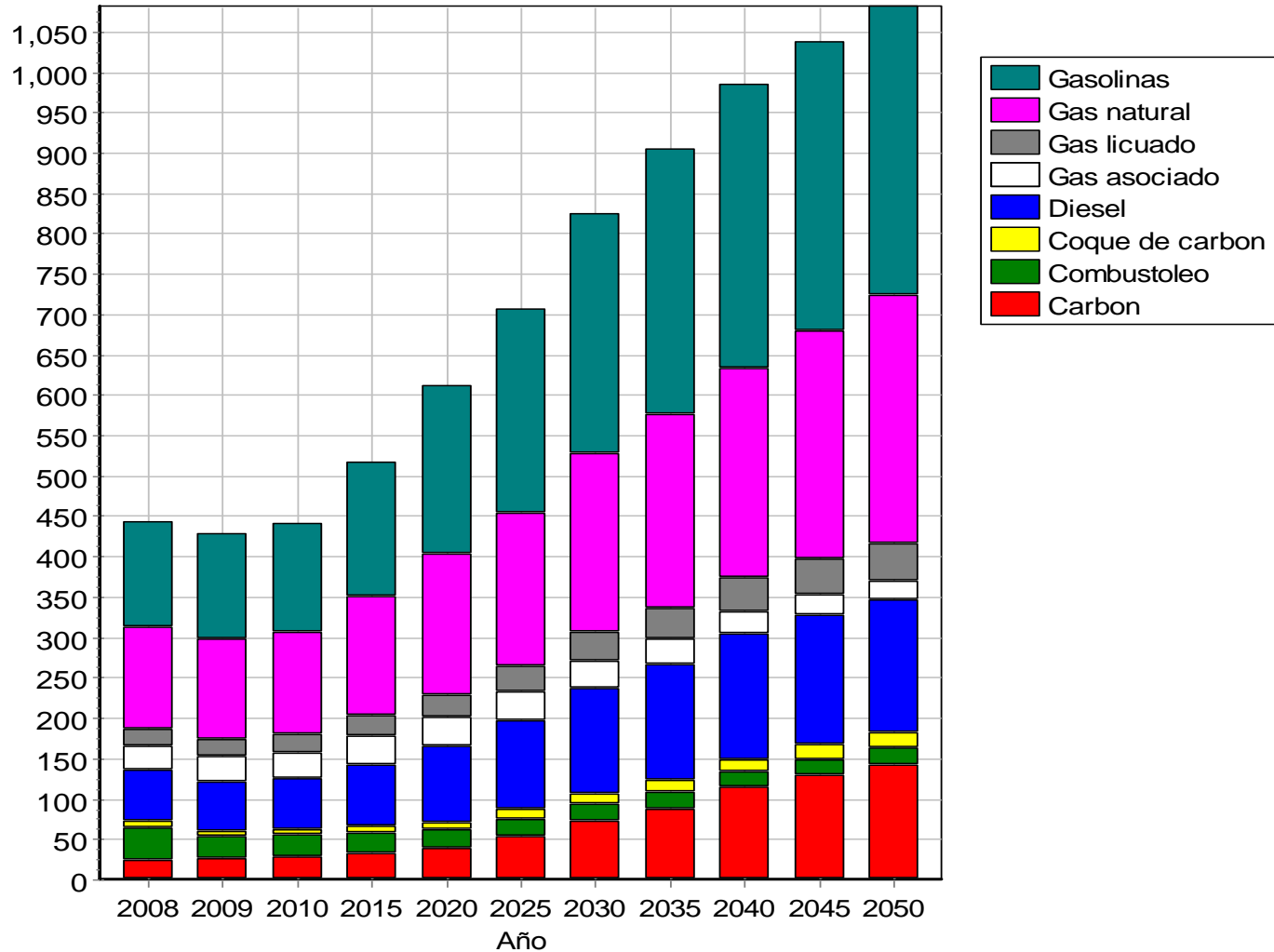
Capacidad de Generación Eléctrica en el Caso Base.



Emisiones de GEI del Sector de la Transformación



Emisiones Totales por el Uso de Energía





Para el año de 2050 las emisiones del sector energía serán de 1, 182 millones de toneladas de CO₂ eq lo que corresponde a 9.7 toneladas por persona el doble del actual y similar a la de USA.

Por el lado de la demanda, las emisiones del sector transporte alcanzarán 510 millones de toneladas de CO₂ eq, el sector industrial aportaría 200 millones de toneladas, en tanto que los sectores comercial, residencial y público emitirán 55 millones de toneladas.

Por el lado de la oferta, las emisiones por generación de electricidad serán de 305 millones de toneladas de CO₂eq y el sector petrolero aportará 275 millones de toneladas en el año 2050



Por combustible, el uso final de gasolinas aportará 357.8 millones de toneladas de CO₂eq, el gas natural contribuirá con 308.4 millones de toneladas, el diesel contribuirá con 165.3 millones de toneladas, el carbón sumará 142.2 millones de toneladas en tanto que el combustóleo aportaría 63.9 millones de toneladas de CO₂eq.

Por tipo de gas de efecto invernadero, se estima que para el año 2050 el CO₂ será el que contribuya en mayor medida con 1, 092 millones de toneladas de CO₂eq, poco más del el 92% de las emisiones de GEI por el uso de combustibles fósiles. Por su parte, el metano aportará 57.6 millones de toneladas de CO₂eq, casi el 5% de las emisiones de GEI por el uso de combustibles fósiles y el óxido nitroso contribuirá con 32.8 millones de toneladas de CO₂eq, poco menos del 3% de las emisiones de GEI por el uso de combustibles fósiles.



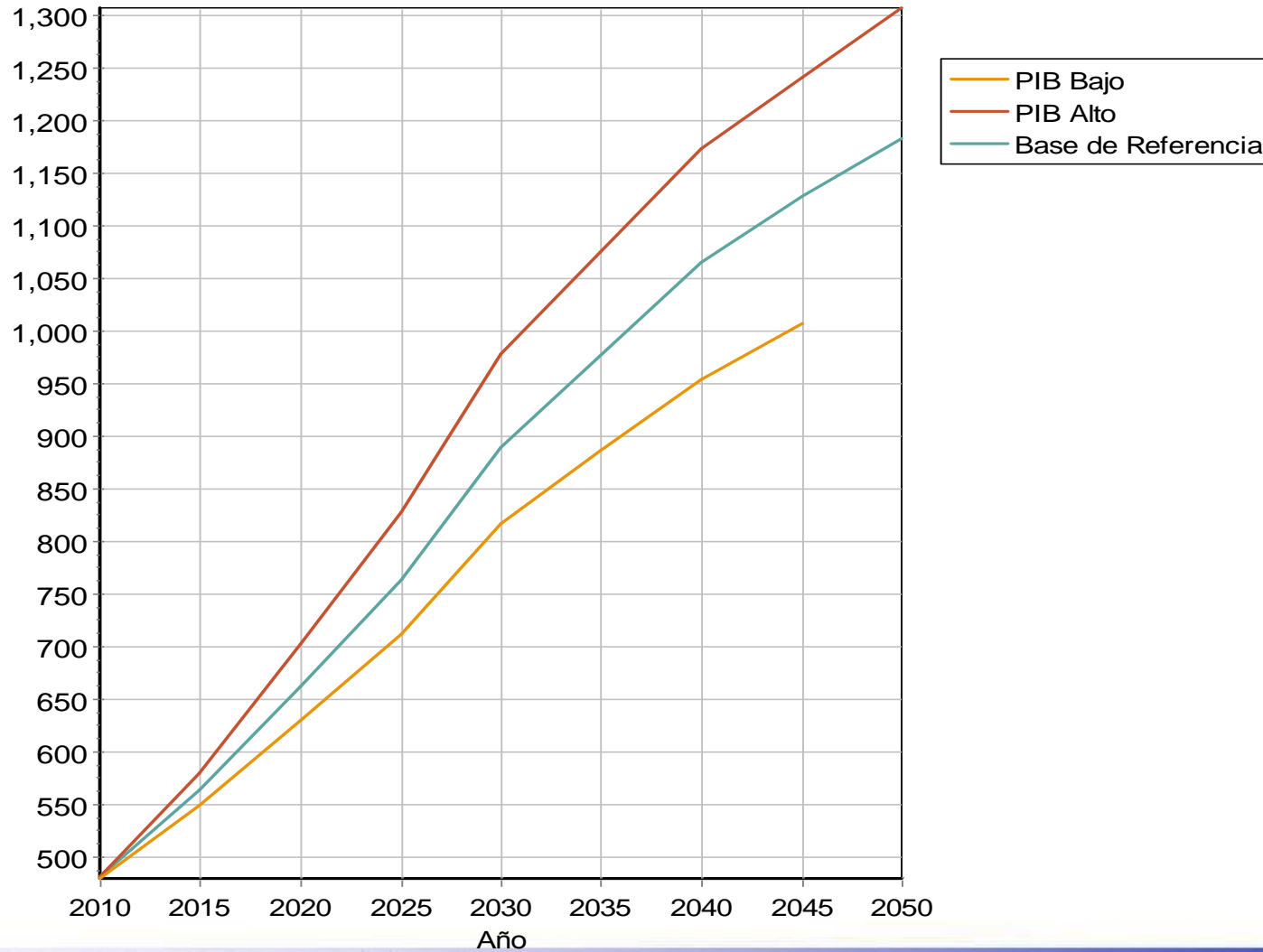
Se consideraron dos escenarios alternos de crecimiento económico de acuerdo al estudio *Economía del Cambio Climático en México*. Uno con crecimiento anual del PIB de 4.9% llamado PIB Alto y otro con crecimiento anual del PIB de 2.9% llamado PIB Bajo.

La intensidad energética del sector industrial se mantuvo igual a la intensidad del escenario base, sin embargo la producción aumentó de manera proporcional al PIB de cada escenario

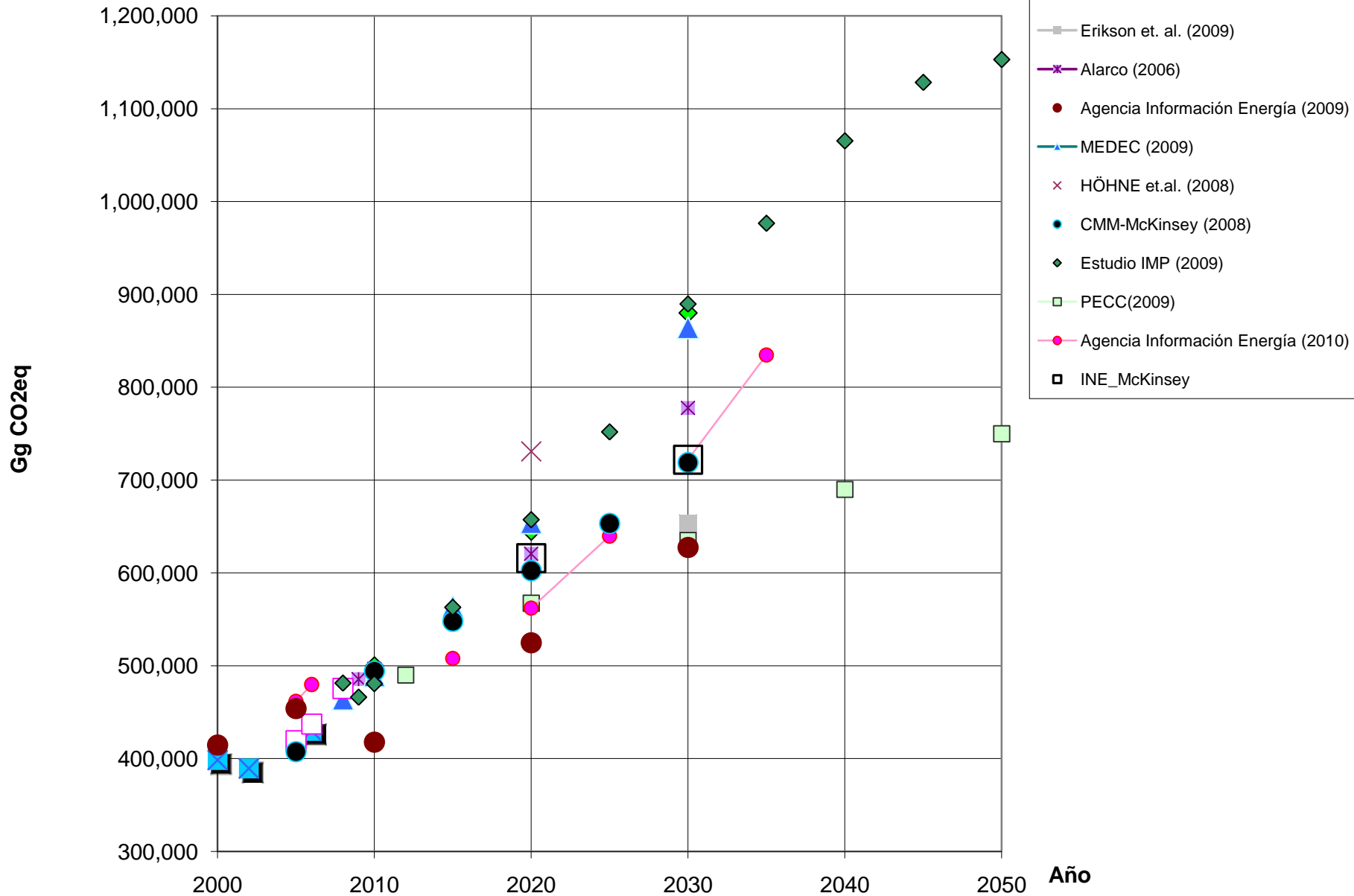
En el sector residencial, la demanda se modificó por la intensidad con la que se utilizan estos equipos en función del aumento supuesto del PIB para cada escenario.

Las capacidades de las plantas de generación se modificaron en el caso del escenario de PIB alto para evitar la importación de electricidad,

Emisiones Nacionales de GEI del Sector de Energía.



Escenario Base Energía CO₂eq



Recursos No Renovables en el Mundo



Recurso	Producción /Uso actual	Reservas	Res/U	Recursos Base	Rec/U
	Exa Joules/Año	Exa Joules	Años	Exa Joules	Años
Carbón	120.00	24,821	207	177,396	1,478
Crudo y LGN convencionales	160.00	6,684	42	10,216	64
Crudo y LGN no convencionales	3.00	5,110	1,703	20,350	6,783
Gas Natural convencional	100.00	6,444	64	13,896	139
Gas Natural no convencional	4.80	9,420	1,963	33,240	6,925
Total Fósiles	387.70	52,479	135	254,508	656
Uranio	22.77	1,800	79	7,400	325
Total	410.57	54,279	132	261,908	638

Fuente: Elaboración propia con datos de UNDP (2001) y WEC (2007)

Recursos No Renovables en México



Recurso	Producción	Uso actual	Reservas	Reserva/ Pro	Reserva/ Uso	Recurso Base	Base/Pro	Base/Uso
	ExaJoules/ Año	ExaJoules/ Año	Exa Joules	Años	Años	Exa Joules	Años	Años
Carbón	0.346	0.492	35.467	103	72	108.730	314	221
Crudo y LGN convencional	7.858	3.364	77.334	10	23	233.467	30	69
Gas Natural convencional	1.411	1.818	14.832	11	8	30.312	21	17
Uranio	0	0.038	0.708	NA	19	6.423	NA	169
Total	9.615	5.712	128.341	13	22	378.932	39	66

Fuente: Elaboración propia con datos de BGR (2001) y WEC (2007)

Recursos Renovables Mundiales 2005 (Exa Joules/año)



Recurso	Uso Actual	Recursos Base	Potencial Teórico
Hidráulico	25.800	62	147
Biomasa	46.000	250	2,900
Solar	0.230	1,650	3,900,000
Eólico	0.950	600	6,000
Geotérmico	2.000	5,000	140,000,000
Oceánico	N.E.	7	7,400
Total	74.980	7,569	143,916,447

Fuente: Elaboración propia con datos de UNDP (2001) e IPCC (2007)

Recursos Renovables en México



ExaJoules/año

Recurso	Uso actual	Potencial Económico	Recursos Base	Potencial Teórico
Hidráulico	0.33226	0.479	0.556	1.653
Biomasa	0.43121	>0.440	3.00	4.55
Solar	0.00359	0.119	36.705	12,924.00
Eólico	0.00006	0.158	0.793	79.28
Geotérmico	0.03390	0.080	327.00	539,942.00
Total	0.80102	>1.276	368.054	552,951.483

Fuente: Elaboración propia con datos de Masera (2007), UAM (2005), SENER (2006), WEC(2007), PROCALSOL(2007), POISE(2007).

Comparación de Escenarios



ESCENARIO	REDUCCIONES ACUMULADAS 2002-2030 (Tera gramos Ceq.)
TRANSPORTE EFICIENTE (Estudio 2006)	142.4
TRANSPORTE EFICIENTE	127.9
DIESELIZACIÓN	73.7
DIESELIZACIÓN (Estudio 2006)	59.3
CONAE AHORROS ENERGÍA (Estudio 2006)	69.8
CONAE AHORROS ENERGÍA	70.3
ILUMINACIÓN EFICIENTE	8.6

Comparación de Escenarios

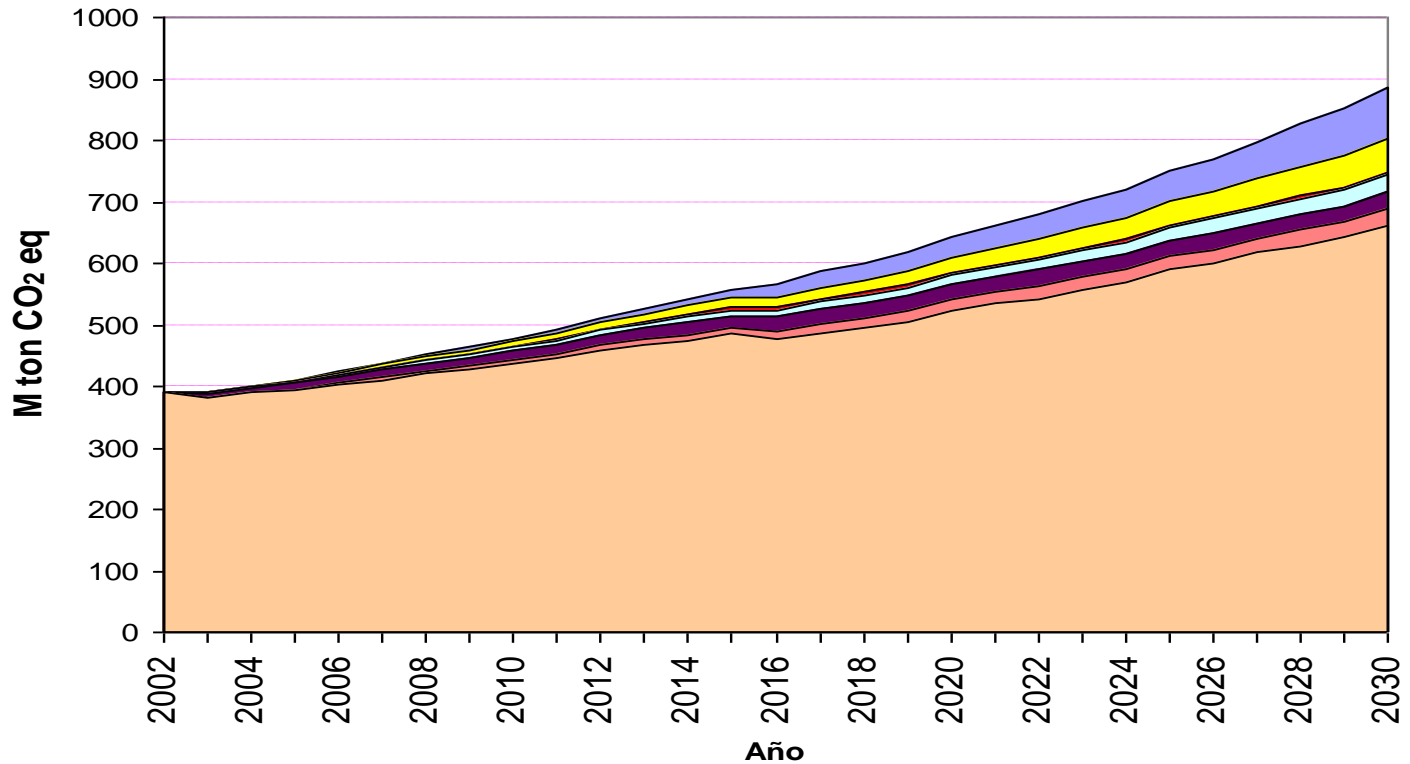


ESCENARIO	PENETRACIÓN RENOVABLES 2030 (%)	REDUCCIONES ACUMULADAS 2002-2030 (Tera gramos Ceq.)	Costo de Reducción U.S. D. 2002 /Tonelada C Eq.
VISIÓN 2030 BP (Estudio 2006)	29.5	269.6	116.6
VISIÓN 2030 BP	30.5*	288.8	75.6
MEDIDAS MÚLTIPLES (Estudio 2006)	-	520.4	-
MEDIDAS MÚLTIPLES		515.4	

Contribución de las diferentes opciones



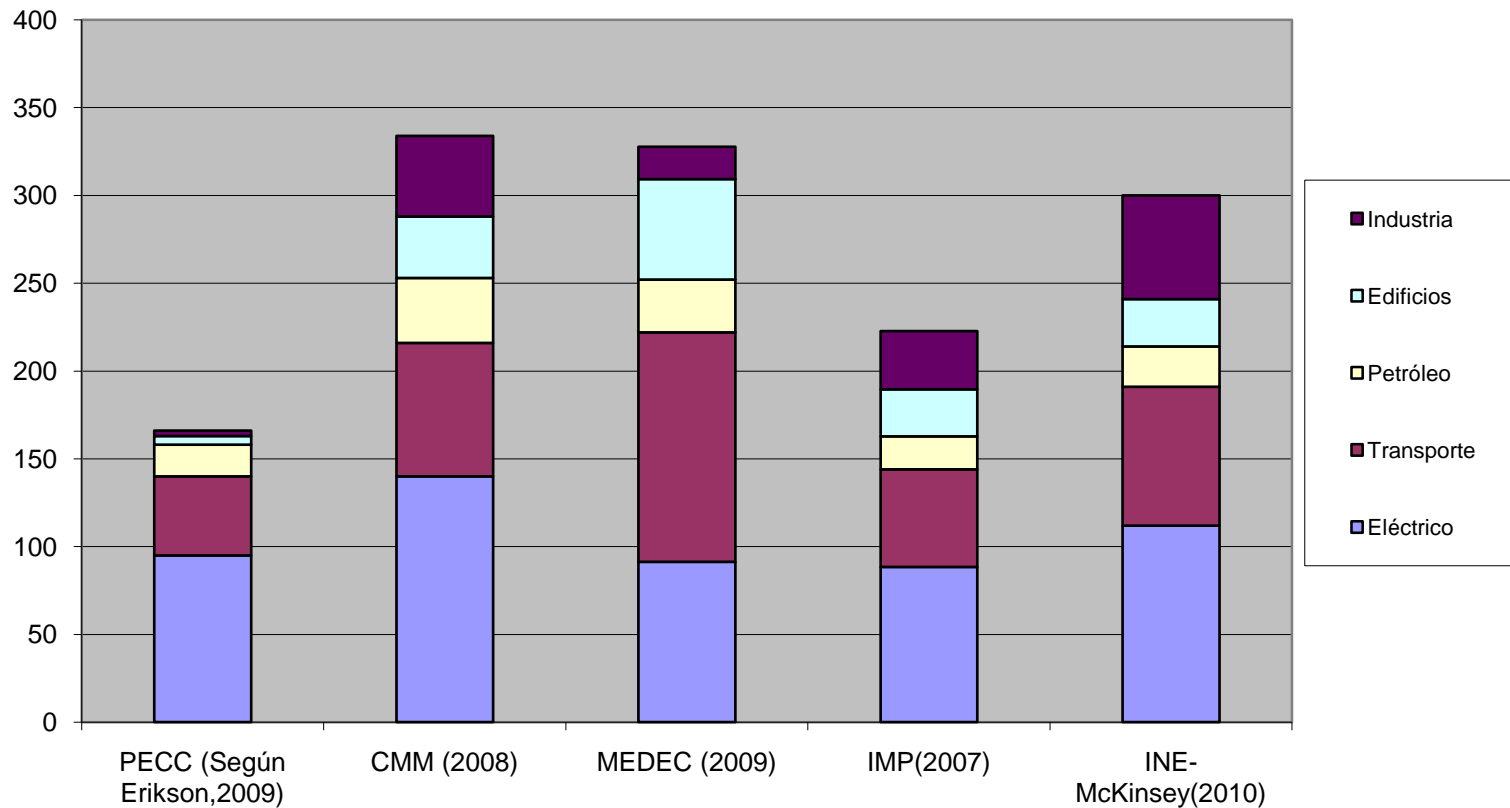
Opciones de mitigación del sector energético



- Visión 2030 (capacidad 12.8 % nuclear, 30.5 % renovables, 11.4 % gasificación c/captura)
- Norma de rendimiento, híbridos y diesel en transporte
- Reducción quema gas
- Reducción de intensidad energética (industria y refinación)
- Cogeneración, eficiencia de transmisión y generación centralizada Cantarell
- Ahorro de energía CONAE e iluminación eficiente
- Remanente



Potencial de mitigación en 2030
Mton CO₂ eq



Costos de Mitigación Sector Eléctrico



Grupo Trabajo	Costo Promedio	Potencial al 2030
	USD/ton CO2	Mt CO2e
CMM_McKinsey	25.7	139.7
MEDEC	6.7	91.4
INE_McKinsey	44	105
IMP	20.6	84.1
QUADRI*	41.8	42.4

*al 2020