

El sector eléctrico actual en México

En los últimos años la economía del país ha crecido menos de lo estimado por SENER en 2001, lo que ha obligado a un ajuste anual a la baja en los pronósticos de consumo y demanda de electricidad, tomando los valores reales como referencia.

La tasa media de incremento anual esperada para el consumo de energía en el sector eléctrico se ha mantenido de 2001 a 2004 en el rango de 5.2% a 6.3%, basada en las proyecciones anuales de crecimiento económico de SENER y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

Ciclo de planificación anual



El punto de partida en cada ciclo es la nueva estimación del consumo de energía eléctrica. Con el crecimiento real inferior al previsto, ha sido necesario diferir la entrada en operación de 26 centrales generadoras. En esta decisión se considera el tiempo requerido desde que se decide la adición de una nueva planta hasta su puesta en servicio (4 a 5 años). Por tanto, en el corto plazo no ha sido posible realizar todos los ajustes necesarios por no convenir el diferimiento de obras en construcción.

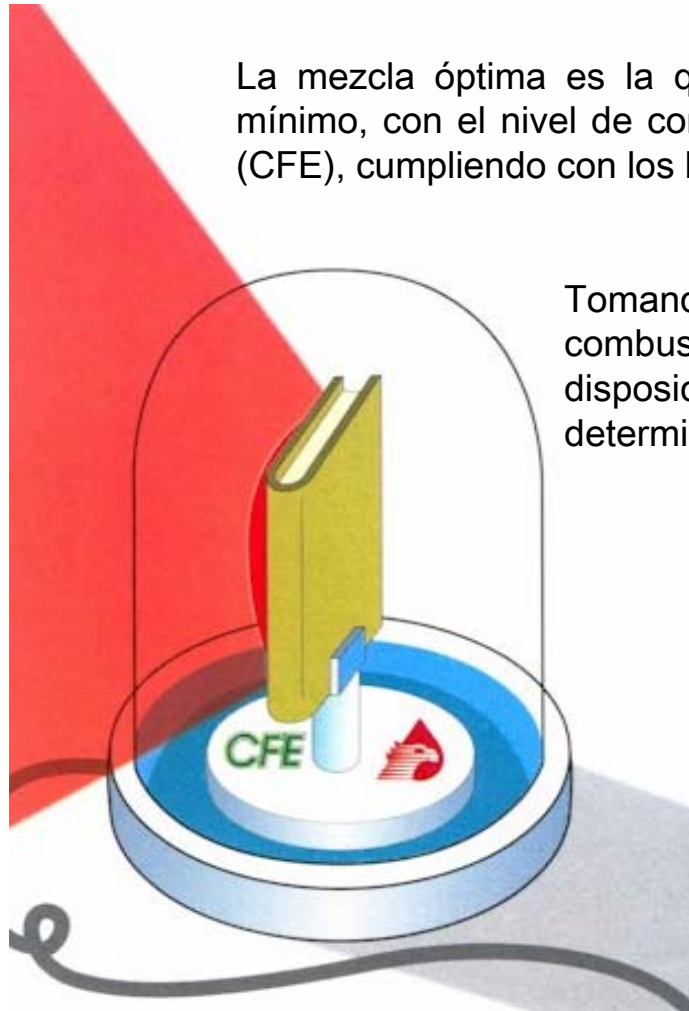
El sector eléctrico actual en México

Composición del parque generador

La mezcla óptima es la que permite satisfacer la demanda prevista a costo global mínimo, con el nivel de confiabilidad establecido por Comisión Federal de Electricidad (CFE), cumpliendo con los lineamientos sobre política energética y normativa ambiental.

Tomando como base los escenarios oficiales de precios de combustibles, los costos de inversión para las tecnologías y las disposiciones para generar energía limpia en zonas críticas, se determinó el plan de expansión 2005-2014.

Ante la posibilidad futura de que se mantengan los precios altos para el gas natural o limitaciones en su suministro por reducción de la oferta de Petróleos Mexicanos (PEMEX) o de las importaciones de Estados Unidos de América (EUA), CFE ha emprendido acciones concretas para diversificar sus fuentes de suministro, tales como la construcción de la terminal de regasificación de gas natural licuado (GNL) en Altamira y la próxima licitación para una planta de GNL en el Pacífico.



El sector eléctrico actual en México

Composición del parque generador

Además estudia permanentemente otras tecnologías de generación, como centrales con energía renovable (hidroeléctricas y eólicas) y ciclos combinados con gasificación de carbón, residuos de vacío o gas natural licuado. En el plan 2005-2014 se incluyen 3,671 MW de capacidad en plantas hidroeléctricas, geotermoeléctricas, eólicas y carboeléctricas, 594 MW en unidades turbogás y de combustión interna, 11,683 MW en centrales de ciclo combinado a gas natural, así como 6,178 MW cuya tecnología aún no se ha definido.



Ciclo Combinado
Huinalá

El sector eléctrico actual en México

Composición del parque generador

El programa de expansión considera la repotenciación de cuatro unidades de las termoeléctricas Manzanillo I y II, así como de dos unidades en la central Valle de México. Esta opción de repotenciar ofrece menores costos, al aprovechar parte de la infraestructura existente con eficiencias muy cercanas a las de ciclos combinados nuevos. Una ventaja adicional es que al cambiar la operación de combustóleo a gas, se reducirá el impacto sobre el ambiente en las áreas de influencia de estas centrales.



Turbogas
Hermosillo

El sector eléctrico actual en México

Margen de reserva

Los márgenes de reserva de 2005 a 2009 serán altos, debido principalmente a que en los últimos años el crecimiento de la demanda de electricidad ha sido menor al esperado, consecuencia de un desarrollo económico por debajo de las proyecciones del gobierno, así como a la dificultad para hacer ajustes en el programa de generación en el corto plazo.

Sin embargo, disponer de un margen alto en los primeros tres años significará beneficios económicos en la operación, ya que permitirá cubrir la demanda de electricidad con tecnologías de generación más eficientes y dejar en reserva fría las ineficientes y de mayor costo.

A partir de 2010 se ha reprogramado la entrada en operación de centrales y con ello se podrá ajustar el margen de reserva para cumplir con los criterios de planificación establecidos. Esta tarea se realiza de manera sistemática en cada ciclo de planificación.



El sector eléctrico actual en México

Retiro de unidades generadoras

En 2005-2014 se retirarán 5,108 MW (11% de la capacidad de generación en 2004). En 2005 saldrán de operación 1,483 MW lo que permitirá reducir el margen de reserva. Para los siguientes cuatro años, un porcentaje alto quedará en reserva fría por ser unidades con baja eficiencia. En todos los casos, el área operativa de CFE revisa la problemática local del sistema antes del retiro.



Petacalco

Mantenimiento de unidades generadoras

En este ejercicio de planificación se ha supuesto que en el periodo habrá suficiencia presupuestal para el mantenimiento del parque de generación de CFE. Esto permitirá lograr factores de disponibilidad del orden de 81% y mantener los márgenes de reserva operativos necesarios para enfrentar contingencias y desviaciones en pronósticos sin comprometer la fiabilidad del suministro.

El sector eléctrico actual en México

Programa de autoabastecimiento

En este periodo se estima que el consumo autoabastecido crecerá 22% y llegaría a 25 TWh en 2014. Este monto representaría 6.7% del consumo nacional en ese año. El autoabastecimiento remoto que utiliza la red eléctrica llegaría en el mismo año a 12 TWh.

Si los proyectos de autoabastecimiento previstos se concretan, su capacidad instalada representará 8.6% de la total.

Desarrollo de la transmisión

Se construirán 28,527 km-c de líneas (69 a 400 kV) y se instalarán 59,852 MVA de capacidad de transformación en subestaciones, lo cual representa respectivamente un crecimiento de 32% y 47% de los valores correspondientes al cierre de 2004.



El sector eléctrico actual en México

Requerimientos de Inversión



El monto total de inversión necesario para atender el servicio público de CFE en los próximos diez años es de 509,359 millones de pesos de 2005, con la siguiente composición: generación 42.3%, transmisión 19.1%, distribución 22.1%, mantenimiento 15.6% y otras inversiones 0.9%.

Respecto a la modalidad de financiamiento, se estima que 28.7% del monto total sería utilizado en esquemas de obra pública financiada y 10.3% producción independiente de energía, mientras que CFE participaría con 43.9% mediante recursos presupuestales. Para el 17.1% restante aún no se ha definido el esquema de financiamiento que se utilizaría.

El sector eléctrico actual en México

Precios de combustibles

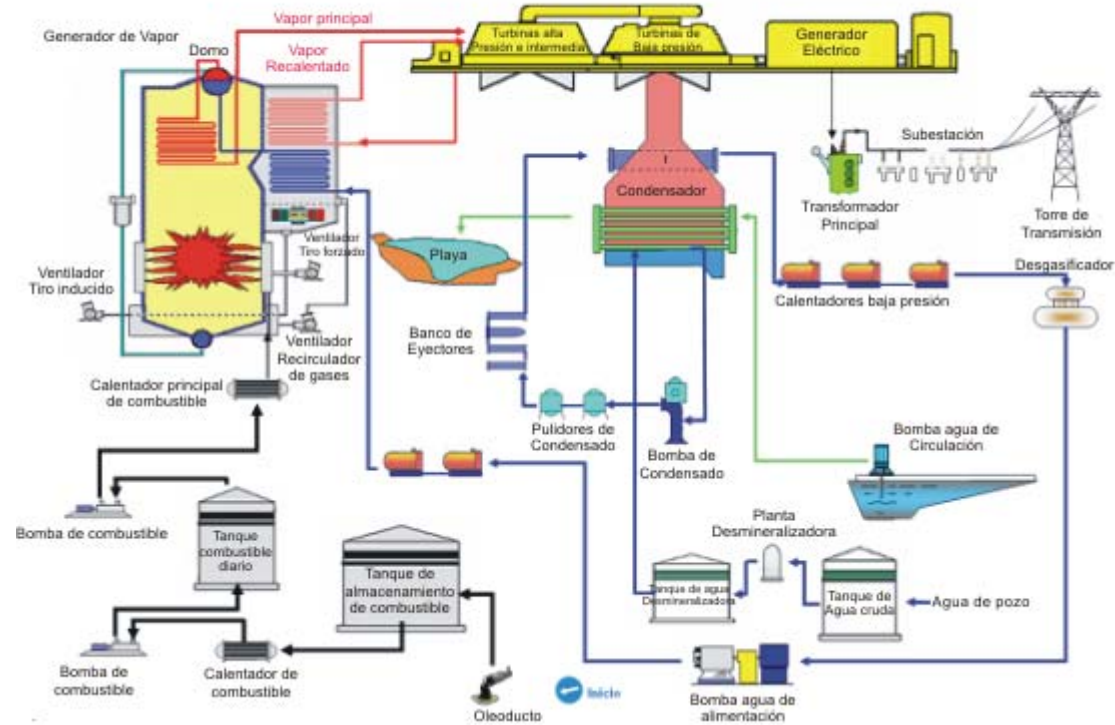


Así, en el escenario de referencia, el precio nivelado medio del gas natural doméstico durante los próximos 30 años será de 4.87 dólares/MMBtu. Para el combustóleo y carbón (importado con 4.58% de contenido de cenizas y 0.5% de azufre) será de 18.55 dólares/barril y 38.30 dólares/tonelada corta, respectivamente.

El sector eléctrico actual en México

Disponibilidad del parque de generación

Su estimación supone la suficiencia de recursos presupuestales para llevar a cabo los programas de mantenimiento necesarios para sostener y en su caso, incrementar los índices de disponibilidad de las centrales. Para los próximos diez años se supuso una disponibilidad del parque termoeléctrico de CFE de 81%, y de 85% a 90% para proyectos de autoabastecimiento y producción independiente.



Esquema de una central termoeléctrica tipo vapor

El sector eléctrico actual en México

Generación eoloeléctrica



A través de la Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico, SENER solicitó a CFE en abril de 2005, incluir en el plan de expansión cinco proyectos eoloeléctricos de 100 MW cada uno además de la Venta II, considerando los estímulos económicos que los mismos recibirían del Fondo para el Medio Ambiente del Banco Mundial, como parte del Proyecto de Energías Renovables a Gran Escala (PERGE).

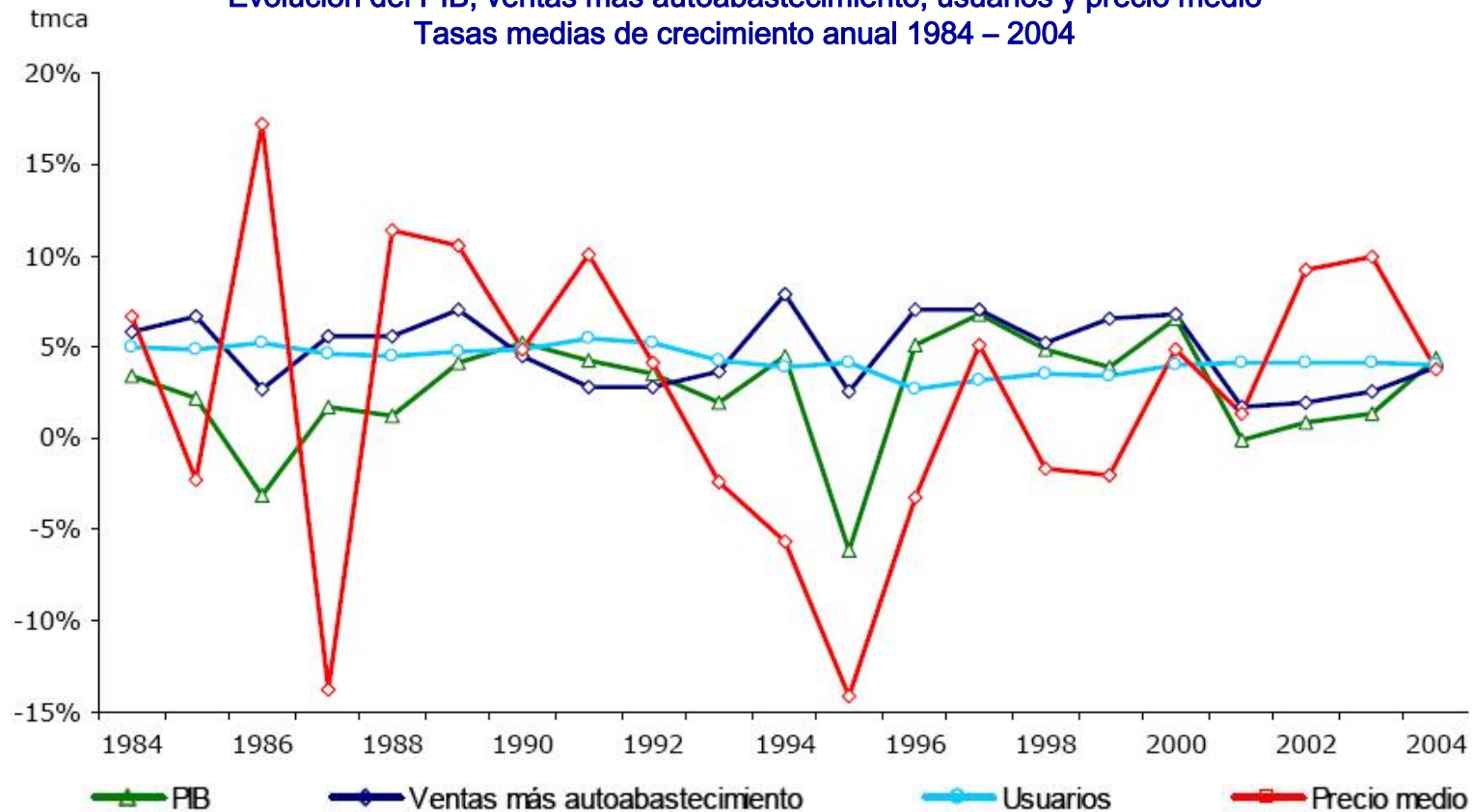


El sector eléctrico actual en México

Supuestos básicos

En este escenario de planeación, la tasa media de crecimiento anual (tmca) del Producto Interno Bruto (PIB) total es de 4.3% (4.7% en 2004). En los escenarios alto y bajo se proyectan tasas de 5.2% (5.6% en 2004) y 2.8% (3.2% en 2004).

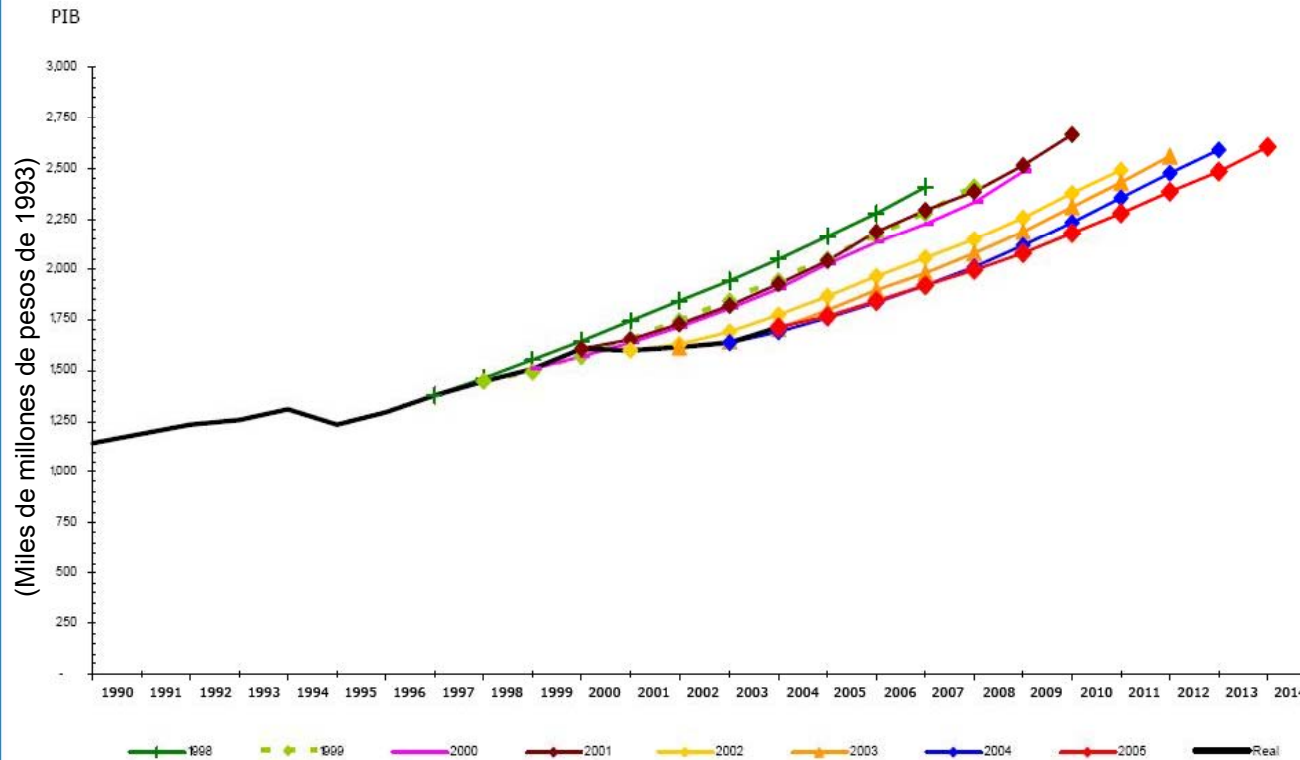
Evolución del PIB, ventas más autoabastecimiento, usuarios y precio medio
Tasas medias de crecimiento anual 1984 – 2004



El sector eléctrico actual en México

Supuestos básicos

Se observa que los pronósticos de 1998 y 1999 corresponden en los primeros años al comportamiento real de la economía; en cambio de 2001 a 2003, el bajo crecimiento económico dio lugar a desviaciones significativas. En 2004 se observa un mayor incremento del PIB, lo cual podría indicar el inicio de un periodo de recuperación de la economía.



Crecimiento real del PIB en 2000 - 2004

Año	PIB
	trca ^{1/} (%)
2000	6.60
2001	-0.16
2002	0.83
2003	1.41
2004	4.36

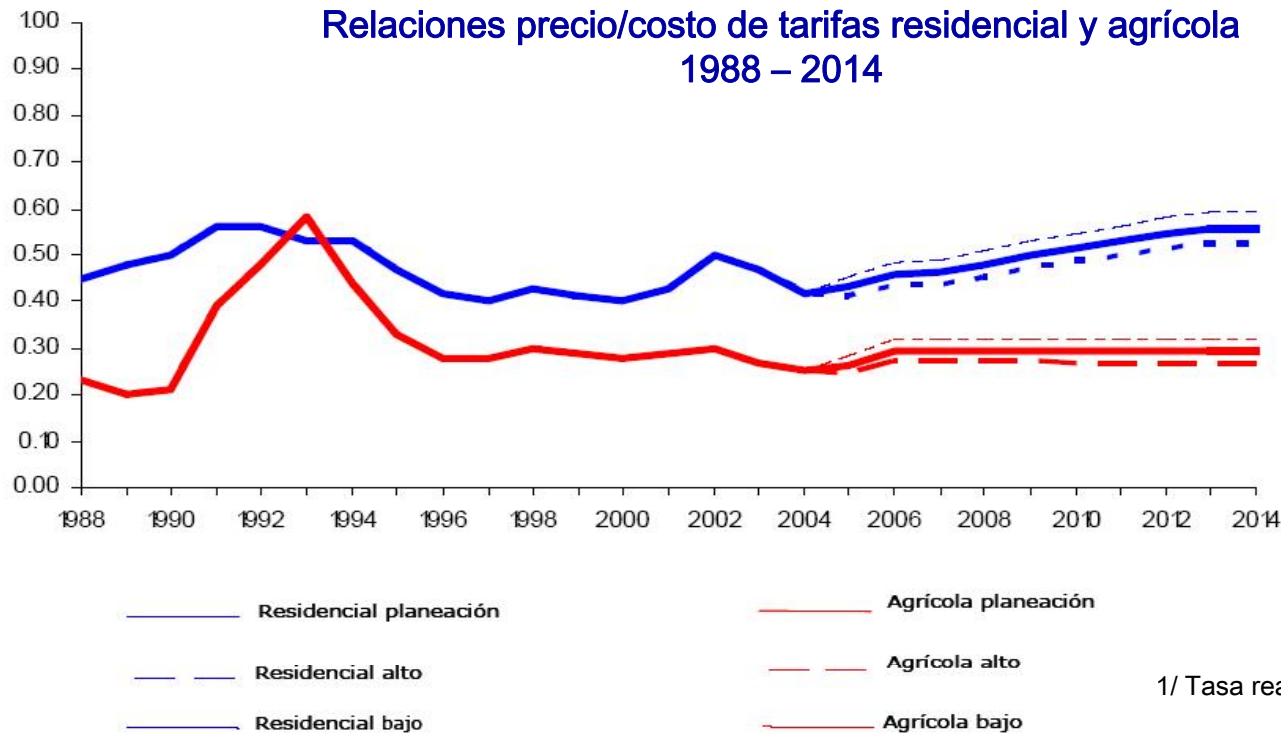
1/ Tasa real de crecimiento anual

Comparación de los pronósticos del producto interno bruto



El sector eléctrico actual en México

Supuestos básicos

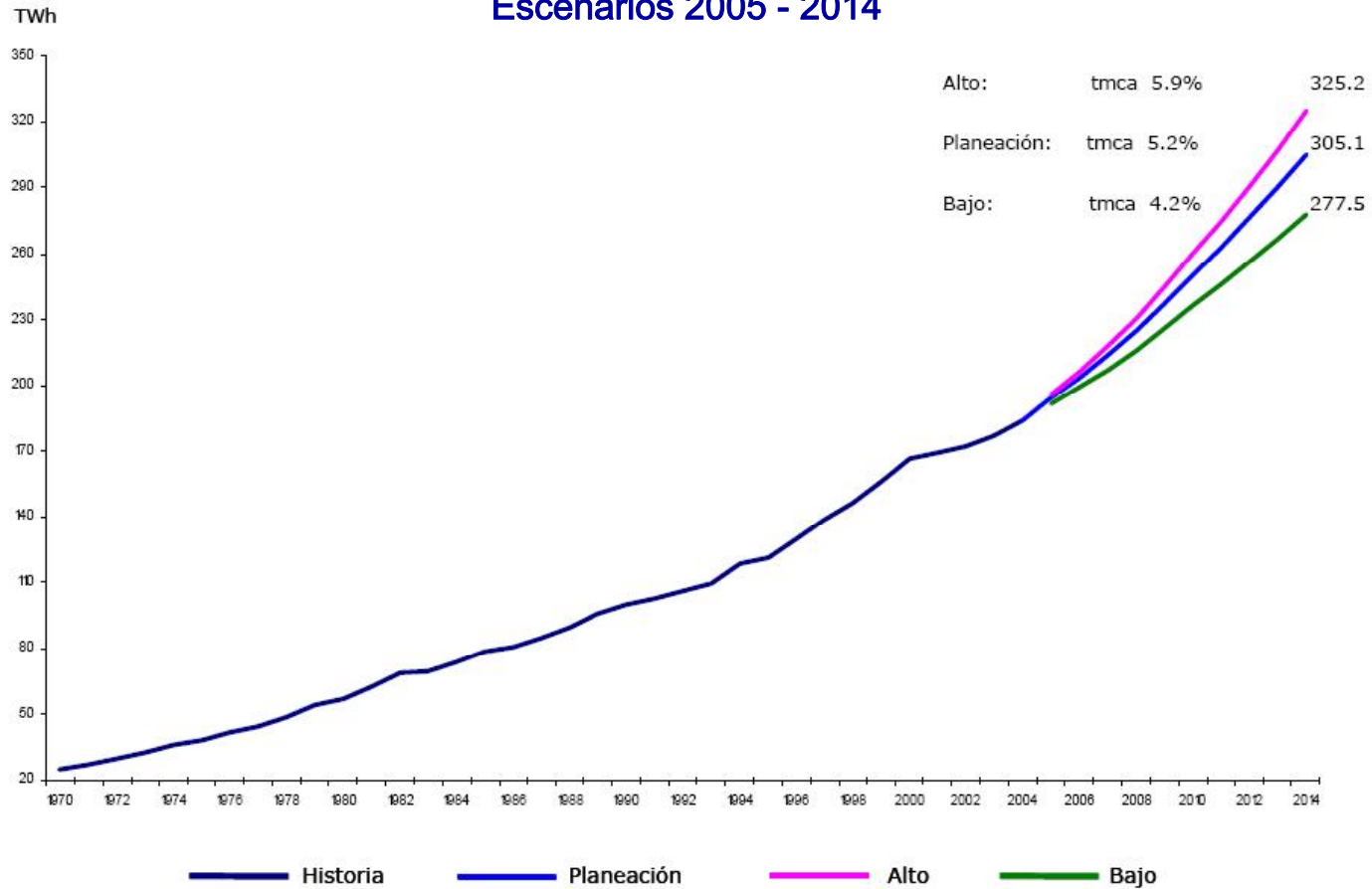


Para el ajuste —normalmente anual— del resto de las tarifas, en los tres escenarios se han supuesto incrementos asociados a la evolución del Índice Nacional de Precios al Consumidor, considerando una ligera racionalización de los subsidios sin que, en ningún caso y en ningún escenario, se alcance el equilibrio de su relación precio/costo. En este grupo se encuentran básicamente las tarifas con subsidio: en el sector residencial las 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, y en el agrícola las 9, 9M, 9CU y 9N. Asimismo, las de bombeo de aguas potables y negras.

El sector eléctrico actual en México

Supuestos básicos

Ventas más autoabastecimiento 1970 – 2004 y Escenarios 2005 - 2014



El sector eléctrico actual en México

Supuestos básicos

**Crecimiento promedio anual de las ventas más autoabastecimiento
Escenario de planeación, 1995 - 2014**

	1995 - 2004 tmca (%)	2005 - 2014 tmca (%)
Ventas más autoabastecimiento	4.5	5.2
Autoabastecimiento	8.8	2.0
Ventas del servicio público		
Desarrollo normal	3.4	5.0
Residencial	3.9	5.1
Comercial	2.7	5.3
Servicios	1.7	3.2
Agrícola	0.6	3.1
Industrial	4.9	6.0
Empresa mediana	5.4	5.7
Gran industria	4.0	6.4

Actualmente se encuentran interconectadas siete áreas operativas del territorio nacional. Los sistemas Baja California y Baja California Sur están separados del resto.

Para el estudio regional del mercado eléctrico, el país se divide en 119 zonas y 12 comunidades o pequeños sistemas aislados - seis de los cuales reciben energía de importación -

El sector eléctrico actual en México

Crecimiento esperado de la demanda máxima bruta en 2005 - 2014



En 2004, la demanda máxima bruta del SEN se distribuyó de la siguiente manera:

Sistema	Demanda 2004	
	(MW)	(%)
Sistema Interconectado Nacional	29,301	93.3
Baja California	1,856	5.9
Baja California Sur	234	0.7
Sistemas aislados	24	0.1
Total	31,415	100

Estimación del crecimiento de la demanda máxima bruta^{1/} por área (%)

El sector eléctrico actual en México

Crecimiento esperado de la demanda máxima bruta en 2005 - 2014

Estimación del crecimiento de la demanda máxima bruta^{1/} por área (%)



1/ Excluye autoabastecimiento local y exportación

El sector eléctrico actual en México

Crecimiento esperado de la demanda máxima bruta en 2005 - 2014

Consumo bruto (GWh) Escenario de planeación 2005 - 2014

Área	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	tmca (2005-2014) %
Central	48,810	50,218	52,124	53,961	56,267	58,921	61,628	64,258	66,789	69,508	3.9
Oriental	36,757	38,588	40,757	43,006	45,580	48,326	50,977	53,747	56,498	59,639	5.6
Occidental	47,886	50,613	53,301	55,924	59,184	62,865	66,372	70,103	73,743	77,310	5.5
Noroeste	15,418	16,119	16,864	17,656	18,636	19,685	20,592	21,556	22,391	23,332	4.8
Norte	18,627	19,720	20,779	21,845	23,045	24,347	25,710	27,071	28,445	29,880	5.7
Noreste	38,939	40,740	42,860	45,215	47,888	51,216	54,586	58,085	61,687	65,650	5.8
Baja California	10,955	11,477	12,057	12,783	13,567	14,481	15,454	16,519	17,567	18,595	6.1
Baja California Sur	1,414	1,507	1,612	1,728	1,855	1,991	2,136	2,282	2,430	2,599	6.9
Peninsular	7,490	7,930	8,444	8,978	9,632	10,353	11,028	11,722	12,507	13,373	6.7
Subtotal ^{1/}	226,296	236,912	248,798	261,096	275,654	292,185	308,483	325,343	342,057	359,886	5.3
Pequeños Sistemas	113	117	132	138	143	150	156	163	170	177	5.1
Total ^{1/}	226,409	237,029	248,930	261,234	275,797	292,335	308,639	325,506	342,227	360,063	5.3
incremento (%)	5.38	4.69	5.02	4.94	5.57	6.00	5.58	5.46	5.14	5.21	

1/ No incluye autoabastecimiento local ni exportación

El sector eléctrico actual en México

Exportación e importación de energía eléctrica 1995 – 2004 (GWh)

Área	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Exportación										
Noreste	0	6	6	0	0	2	1	0	0	0
BC Norte	1,920	1,258	17	45	31	66	112	164	765	770
Peninsular	24	25	28	31	100	127	158	180	188	236
Total	1,944	1,289	51	76	131	195	271	344	953	1,006
Importación										
BC Norte	228	355	406	480	646	927	82	311	45	39
Noroeste	3	3	3	3	4	4	4	5	5	6
Norte	928	1,029	1,101	1,022	7	129	235	189	21	2
Noreste	5	0	0	2	2	9	6	26	0	0
Total	1,164	1,387	1,510	1,507	659	1,069	327	531	71	47
Balance neto										
Exportación - Importación										
	780	-98	-1,459	-1,431	-528	-874	-56	-187	882	959

La operación de estas regiones está bajo la responsabilidad de ocho áreas cuyos centros de control se ubican en las ciudades de México, Puebla, Guadalajara, Hermosillo, Gómez Palacio, Monterrey y Mérida; las dos de Baja California son administradas desde Mexicali. Todas ellas coordinadas por el Centro Nacional en el DF.

El sector eléctrico actual en México

Exportación e importación de energía eléctrica 1995 – 2004



A partir de marzo de 2005, con la entrada en operación de la línea Nacozari- Nuevo Casas Grandes (aislada a 400 kV y operación actual a 230 kV) la región Noroeste se integró al SIN, formando así un sistema eléctrico más confiable. El objetivo de la interconexión es compartir los recursos de capacidad, ya que se aprovecha la diversidad de las demandas y se comparten reservas de capacidad; esto hace posible el intercambio de energía para obtener un funcionamiento más económico y confiable en su conjunto.

El sector eléctrico actual en México

Exportación e importación de energía eléctrica 1995 – 2004

Las dos regiones de la península de Baja California permanecen como sistemas aislados, ya que hasta el momento, por aspectos técnicos y económicos, su conexión con el resto de la red nacional no se ha justificado.



El sector eléctrico actual en México

Exportación e importación de energía eléctrica 1995 – 2004

El sistema de Baja California (norte) opera ligado con la red eléctrica de la región occidental de EUA, con el Western Electricity Coordinating Council (WECC) por medio de dos enlaces de transmisión a 230 kV. Esto ha permitido a CFE realizar exportaciones e importaciones de capacidad y energía, y recibir apoyo en situaciones de emergencia.

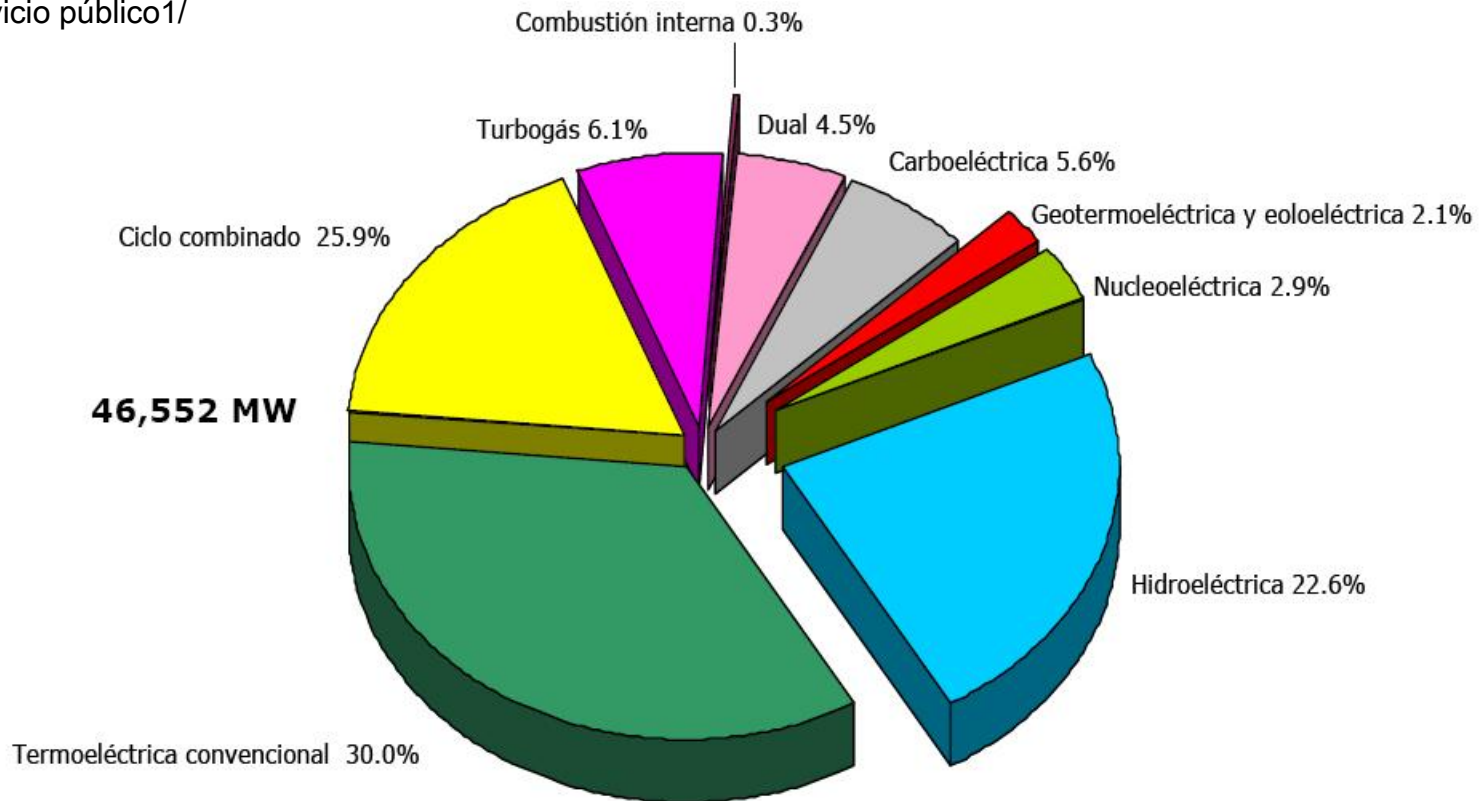


Western Electricity Coordinating Council

El sector eléctrico actual en México

Capacidad efectiva al 31 de diciembre de 2004

Servicio público^{1/}



46,552 MW

1/ Incluye PIE, no incluye autoabastecimiento ni cogeneración

El sector eléctrico actual en México

Principales Centrales Generadoras



El sector eléctrico actual en México

Capacidad de transmisión en el Sistema Eléctrico Nacional

La red de transmisión se ha desarrollado tomando en cuenta la magnitud y dispersión geográfica de la demanda, así como la localización de las centrales generadoras. En algunas áreas del país, los núcleos de generación y consumo de electricidad se encuentran alejados entre sí, por lo que la interconexión se ha realizado de manera gradual, en tanto los proyectos se van justificando técnica y económicamente.

El SEN está constituido por redes eléctricas en diferentes niveles de tensión.



a) La red troncal se integra por líneas de transmisión y subestaciones de potencia a muy alta tensión (400 kV y 230 kV), que transportan grandes cantidades de energía entre regiones. Es alimentada por las centrales generadoras y abastece al sistema de subtransmisión, así como a las instalaciones en 400 kV y 230 kV de algunos usuarios industriales. Actualmente se cuenta con 43,717 km de estas líneas

El sector eléctrico actual en México

Capacidad de transmisión en el Sistema Eléctrico Nacional

b) Las redes de subtransmisión en alta tensión (entre 161 kV y 69 kV) tienen una cobertura regional. Suministran energía a las de distribución en media tensión y a cargas conectadas en esos voltajes. En la actualidad existen 45,405 km de estas líneas



c) Las redes de distribución en media tensión (entre 60 kV y 2.4 kV) distribuyen la energía dentro de zonas geográficas relativamente pequeñas y la entregan a aquellas en baja tensión y a instalaciones conectadas en este rango de voltaje, cuya longitud total es de 357,304 km, los cuales incluyen 12,443 km de líneas subterráneas

El sector eléctrico actual en México

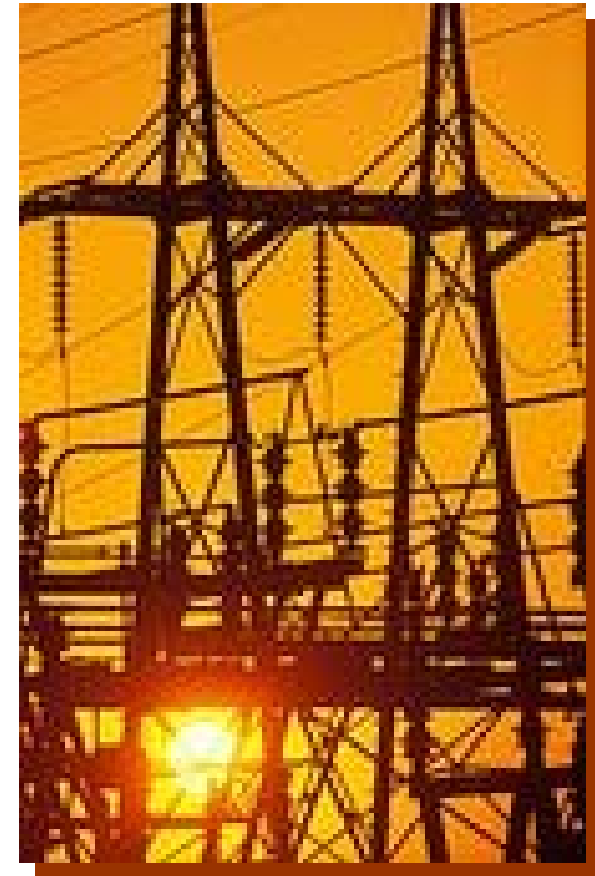
Capacidad de transmisión en el Sistema Eléctrico Nacional

d) Las redes de distribución en baja tensión (220 V ó 240 V) alimentan las cargas de los usuarios de bajo consumo. CFE cuenta con 230,264 km de líneas en estos voltajes

e) La red de LyFC suma un total de 70,221 km, de los cuales 27,908 km corresponden a líneas aéreas, 9,890 km a subterráneas, y 32,423 km a enlaces en baja tensión

En total, el SEN cuenta con 746,911 km de líneas de transmisión y distribución.

Del monto anterior, 6% corresponde a líneas de 400 kV y 230 kV, 6% desde 161 kV hasta 69 kV, y 88% restante a media y baja tensión desde 60 kV hasta 220 V.



El sector eléctrico actual en México

Distribución Regional por Áreas



El sector eléctrico actual en México

Evolución de la capacidad de proyectos de autoabastecimiento y cogeneración (MW)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Proyectos existentes (sin PEMEX)	1,283	1,283	1,283	1,283	1,283	1,283	1,283	1,283	1,283	1,283
PEMEX	2,406	2,406	2,406	2,406	2,406	2,380	2,331	2,331	2,331	2,331
Arancia	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
Enertek	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Micase	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Iberdrola Energía Monterrey	619	619	619	619	619	619	619	619	619	619
Energía Azteca VIII	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131
Energía y Agua Pura de Cozumel	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Termoeléctrica del Golfo	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Termoeléctrica Peñoles	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260
Hidroelectricidad del Pacífico	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Impulsora Mexicana de Energía	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Bioenergía de Nuevo León	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Tractebel (Enron)	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284
Agrogen	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Trigen Altamira	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Cummins	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Mexicana de Hidroelectricidad Mexhidro		30	30	30	30	30	30	30	30	30
Proveedora de Electricidad de Occidente		19	19	19	19	19	19	19	19	19
PEMEX Minatitlán						300	300	300	300	300
PEMEX Tula							250	250	250	250
Total^{1/}	5,507	5,556	5,556	5,556	5,556	5,830	6,031	6,031	6,031	6,031

1/ Las cifras están redondeadas a números enteros, por lo que los totales podrían no corresponder exactamente

El sector eléctrico actual en México

Proyectos de autoabastecimiento y cogeneración 2005–2014

Capacidad del autoabastecimiento remoto 354 MW_{1/}



1/ Considera adiciones y retiros

El sector eléctrico actual en México

Programa de retiros de unidades generadoras

Año	Nombre	Unidad	Tipo	MW	Mes	Área
2005	San Jerónimo	3 y 4	TC	75.0	junio	Noreste
	Monterrey	1 a 6	TC	465.0	junio	Noreste
	Villa Constitución	5 a 7	CI	7.1	julio	BCS
	Guerrero Negro	6 y 9	CI	2.7	agosto	Aislados
	Presidente Juárez	1 a 4	TC	300.0	agosto	BC
	Guerrero Negro	1 a 5, 7 y 8	CI	9.6	1/	Aislados
	Nachi - Cocom	1 y 2	TC	49.0	1/	Peninsular
	Villa Constitución	4	CI	2.4	1/	BCS
	Guaymas I	3 y 4	TC	70.0	1/	Noroeste
	Francisco Villa	1 a 3	TC	99.0	1/	Norte
	La Laguna	4	TC	39.0	1/	Norte
	Poza Rica	1 a 3	TC	117.0	1/	Oriental
	Guaymas II	2	TC	84.0	1/	Noroeste
	Arroyo del Coyote	1 y 2	TG	24.0	1/	Noreste
	Chihuahua	1 a 4	TG	64.0	1/	Norte
	Lerma	1 y 2	TC	75.0	1/	Peninsular
	2006	Ciudad Obregón	1 y 2	TG	28.0	marzo
Jorge Luque		1 a 4	TC	224.0	noviembre	Central
2007	Topolobampo II	3	TC	40.0	marzo	Noroeste
2008	Valladolid	1 y 2	TC	75.0	marzo	Peninsular
2010	Río Bravo	3	TC	300.0	marzo	Noreste
	Mérida II	1 y 2	TC	168.0	marzo	Peninsular
	Francisco Villa	4 y 5	TC	300.0	marzo	Norte
	Altamira	1 y 2	TC	300.0	marzo	Noreste
	Cerro Prieto I	1 y 2	GEO	75.0	marzo	BC
	Salamanca	1 y 2	TC	316.0	marzo	Occidental
	Lerma	3 y 4	TC	75.0	marzo	Peninsular
2011	Guaymas II	4	TC	158.0	marzo	Noroeste
	Huinalá	1 a 5	CC	377.7	marzo	Noreste
	Santa Rosalía	2 a 6 y 8	CI	10.6	abril	Aislados
2012	Samalayuca	1 y 2	TC	316.0	marzo	Norte
	Topolobampo II	1 y 2	TC	320.0	marzo	Noroeste
2013	Dos Bocas	3, 4 y 6	CC	226.0	marzo	Oriental
2014	Mazatlán II	1 y 2	TC	316.0	noviembre	Noroeste
Total de retiros				5,108.1		

CI: Combustión interna TC: Termoeléctrica convencional TG: Turbogás CC: Ciclo combinado
GEO: Geotermoeléctrica

1/ En proceso las gestiones para su retiro

El sector eléctrico actual en México

Catálogo de proyectos candidatos

Para elaborar el plan de expansión del sistema de generación se considera un catálogo de proyectos con estudios de diseño, factibilidad y prefactibilidad. Las características y datos técnicos de estos proyectos se describen en los siguientes cuadros.

Catálogo de proyectos hidroeléctricos con estudio de prefactibilidad, factibilidad o diseño

Área	Proyecto	Ubicación	Número de unidades x potencia por unidad ^{1/}	Capacidad total ^{1/} (MW)	Generación media anual (GWh)	Nivel de estudio ^{6/}
Baja California	PAEB El Descanso	Baja California	2 x 300	600	1,252	P
Baja California	PAEB Tecate	Baja California	2 x 300	600	1,252	P
Central	La Parota ^{2/}	Guerrero	3 x 300; 2 x 3	906	1,528	D
Central	Sistema Río Moctezuma ^{3/}	Querétaro, Hidalgo y San Luis Potosí	2 x 40; 2 x 9; 1 x 10; 1 x 6; 1 x 5.5; 1 x 5.5	125	1,070	P
Noreste	PAEB Monterrey	Nuevo León	2 x 100	200	292	F
Norte	Madera	Chihuahua	2 x 138	276	726	F
Occidental	Arroyo Hondo	Jalisco	2 x 38	76	233	F
Occidental	La Yesca	Jalisco/Nayarit	2 x 375	750	1,209	D
Occidental	Mascota Corrinchis	Jalisco	2 x 17	34	51	P
Occidental	PAEB Agua Prieta	Jalisco	2 x 120	240	310	P
Occidental	Pozolillo	Nayarit	2 x 250	500	826	F
Occidental	San Francisco	Jalisco	2 x 139	278	609	F
Oriental	Acala ^{4/}	Chiapas	4 x 40	160	379	P
Oriental	Copainalá (Kaplan) ^{5/}	Chiapas	3 x 75	225	502	F
Oriental	Ixtayutla	Oaxaca	2 x 270	540	1,660	F
Oriental	Omitlán	Guerrero	2 x 115	230	789	F
Oriental	San Juan Tetelcingo	Guerrero	3 x 203	609	1,313	F
Oriental	Tenosique (Kaplan)	Tabasco/Chiapas	3 x 140	420	2,328	F
Oriental	Xúchiles	Veracruz	2 x 38	76	499	P

1/ Potencia expresada a la salida del generador

2/ La potencia y generación incluyen la minicentral de la presa reguladora Los Ilamos

3/ Considera los proyectos Jiliapan, Tilaco, Piedra Blanca, Gobernador, Tecalco y Tamán

4/ Considera equipamiento con turbinas tipo bulbo

5/ Considera las condiciones actuales de la CH Ing. Manuel Moreno Torres (Chicoasén) con 2,400 MW instalados

6/ D: diseño F: factibilidad P: prefactibilidad

El sector eléctrico actual en México

Catálogo de proyectos candidatos

Catálogo de proyectos hidroeléctricos propuestos para ampliar la capacidad

Área	Proyecto	Ubicación	Número de unidades x potencia por unidad ^{1/}	Capacidad total ^{1/} (MW)	Generación media anual (GWh)	Nivel de estudio ^{4/}
Central	Ampliación Villita ^{2/}	Michoacán	2 x 200	400	139	D
Central	Ampliación Zimapán ^{3/}	Hidalgo	2 x 283	566	706	D
Central	Ampliación Infiernillo	Guerrero	2 x 250	500	92	P
Central	Repotenciación Infiernillo	Guerrero	1 x 200	200	112	D
Noroeste	Ampliación Mocúzari	Sonora	1 x 7	7	42	F
Noroeste	Ampliación Oviáchic	Sonora	1 x 6	6	26	F
Occidental	Ampliación Santa Rosa	Jalisco	1 x 49	49	74	F

1/ La potencia y generación corresponden a la ampliación

2/ La generación media anual no considera la repotenciación de la central

3/ La generación corresponde a horas pico; la CH Ing. Fernando Hiriart Balderrama (presa Zimapán) reduce su factor de planta de 0.53 a 0.14

4/ D: diseño F: factibilidad P: prefactibilidad

El sector eléctrico actual en México

Catálogo de proyectos candidatos

Catálogo de proyectos geotermoeléctricos y eoloeléctricos

Área	Proyecto	Número de unidades x potencia por unidad	Estado	Generación media anual (GWh)	Nivel de estudio ^{1/}
Geotermoeléctricos					
Baja California Occidental	Cerro Prieto V	2 x 50	Baja California	813.2	F
Occidental	Cerritos Colorados 1a. etapa	1 x 26.9	Jalisco	207.1	F
Occidental	Cerritos Colorados 2a. etapa	2 x 26.9	Jalisco	414.1	P
Oriental	Los Humeros II	1 x 25	Puebla	207.1	F
Oriental	Los Humeros III	1 x 26.9	Puebla	207.1	P
Eoloeléctricos					
Oriental	La Venta II	66 x 1.3	Oaxaca	325.1	L
Oriental	La Venta III	78 x 1.3	Oaxaca	363.4	L
Oriental	La Venta IV	78 x 1.3	Oaxaca	363.4	F
Oriental	La Venta V	78 x 1.3	Oaxaca	350.4	P
Oriental	La Venta VI	78 x 1.3	Oaxaca	350.4	P
Oriental	La Venta VII	78 x 1.3	Oaxaca	350.4	P

1/ L: por licitar F: factibilidad P: prefactibilidad

El sector eléctrico actual en México

Catálogo de proyectos candidatos

Capacidad adicional por tecnología en 2005-2014 ^{1/}

Tecnología	Comprometida	No comprometida	Total
Ciclo combinado	4,555	7,128	11,683
Hidroeléctrica	754	1,500	2,254
Carboeléctrica	700	0	700
Geotermoeléctrica	0	125	125
Turbogás	0	479	479
Combustión interna	90	25	115
Eoloeléctrica	85	506	592
Libre ^{2/}	0	6,178	6,178
Total ^{3/}	6,184	15,942	22,126

1/ Resultado de estudios de planificación, no incluye autoabastecimiento remoto, ni generación distribuida de LyFC

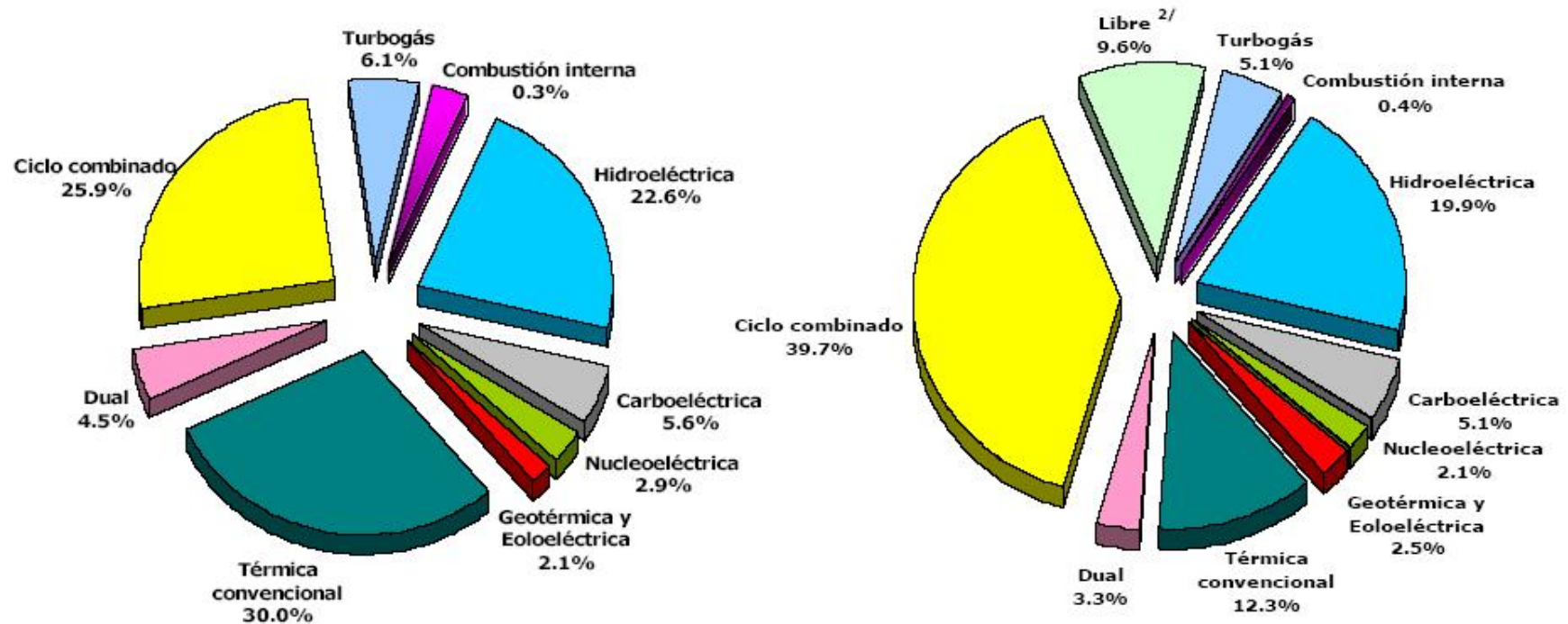
2/ De acuerdo con el artículo 125 del Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica las convocatorias permitirán a los participantes confirmar o proponer la tecnología y el combustible por utilizar en la central generadora

3/ Las cifras están redondeadas a números enteros, por lo que los totales podrían no corresponder exactamente

El sector eléctrico actual en México

Catálogo de proyectos candidatos

Participación de tecnologías en la capacidad total



1/ Incluye generación distribuida de LyFC

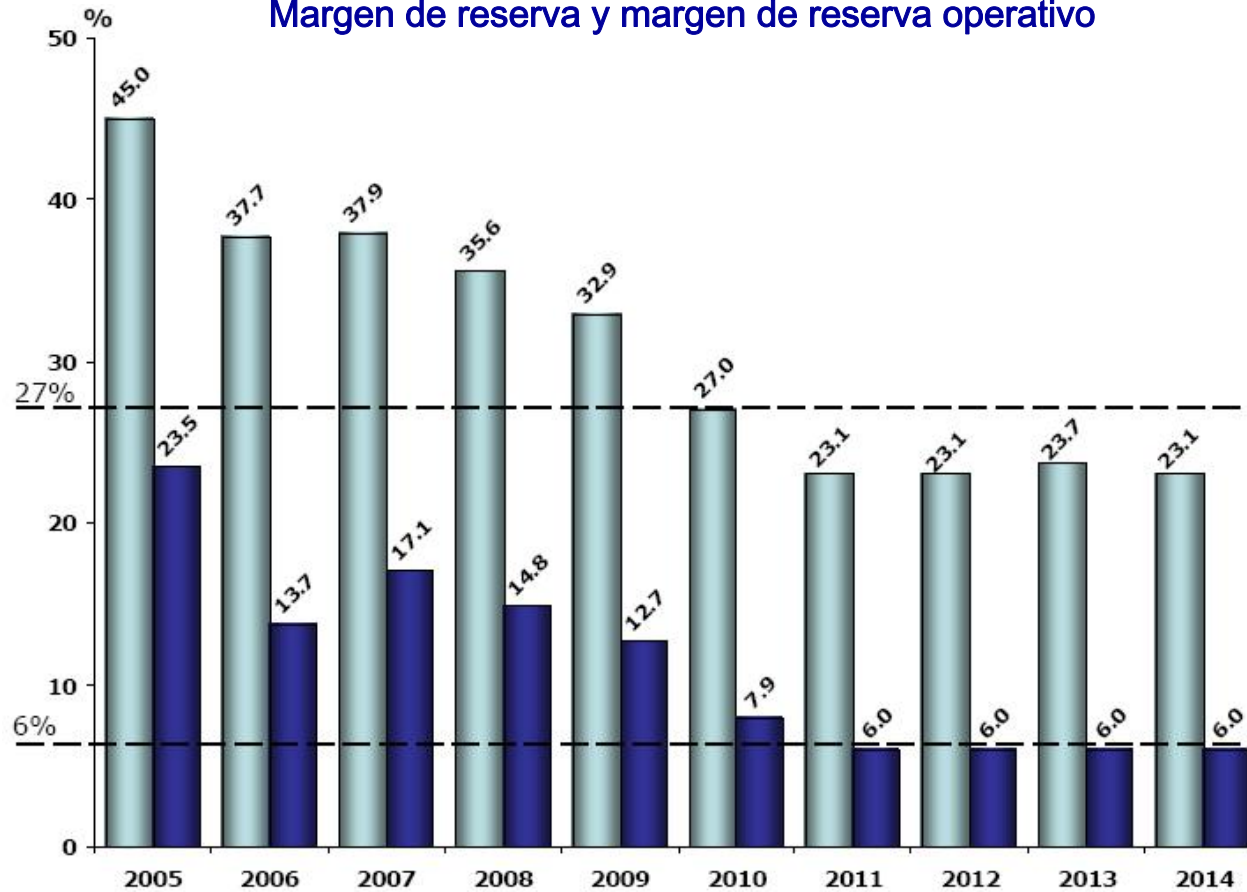
2/ La tecnología de estos proyectos se definirá posteriormente. Algunas opciones posibles son: ciclo combinado (utilizando gas natural, gas natural licuado, residuos de vacío, etc.), carboeléctrica, nucleoeléctrica y la importación de energía

Nota: No incluye autoabastecimiento remoto

El sector eléctrico actual en México

Catálogo de proyectos candidatos

Margen de reserva y margen de reserva operativo



1/ Valor mínimo de verano



Margen de reserva

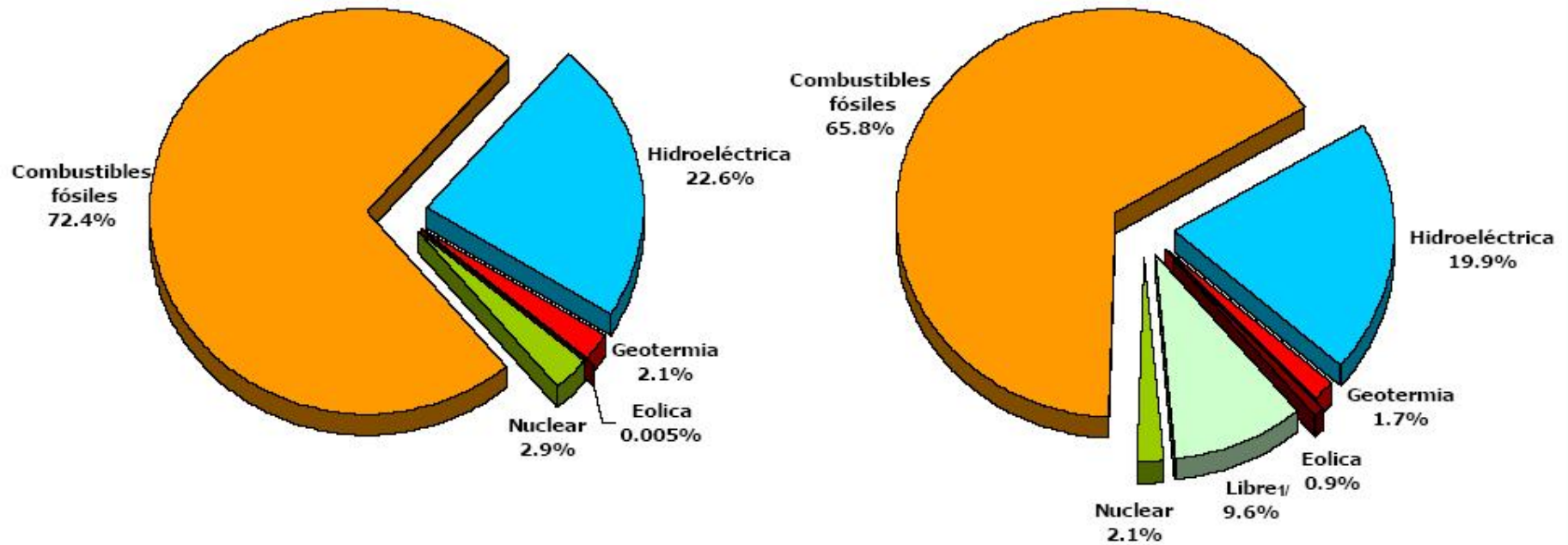


Margen de reserva operativo

El sector eléctrico actual en México

Catálogo de proyectos candidatos

Capacidad bruta por tipo de combustible

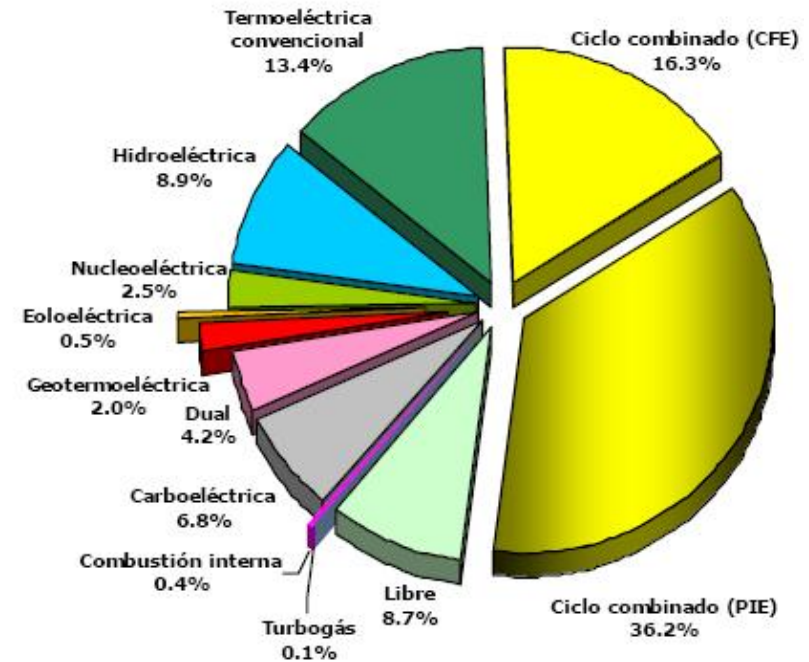
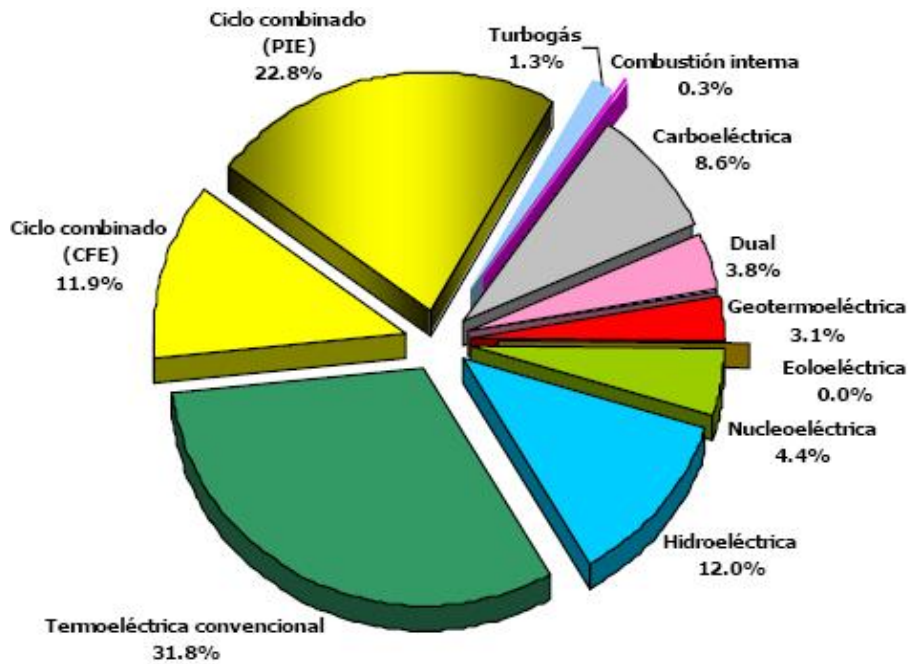


1/ Tecnología aún no definida

El sector eléctrico actual en México

Catálogo de proyectos candidatos

Generación bruta por tipo de tecnología

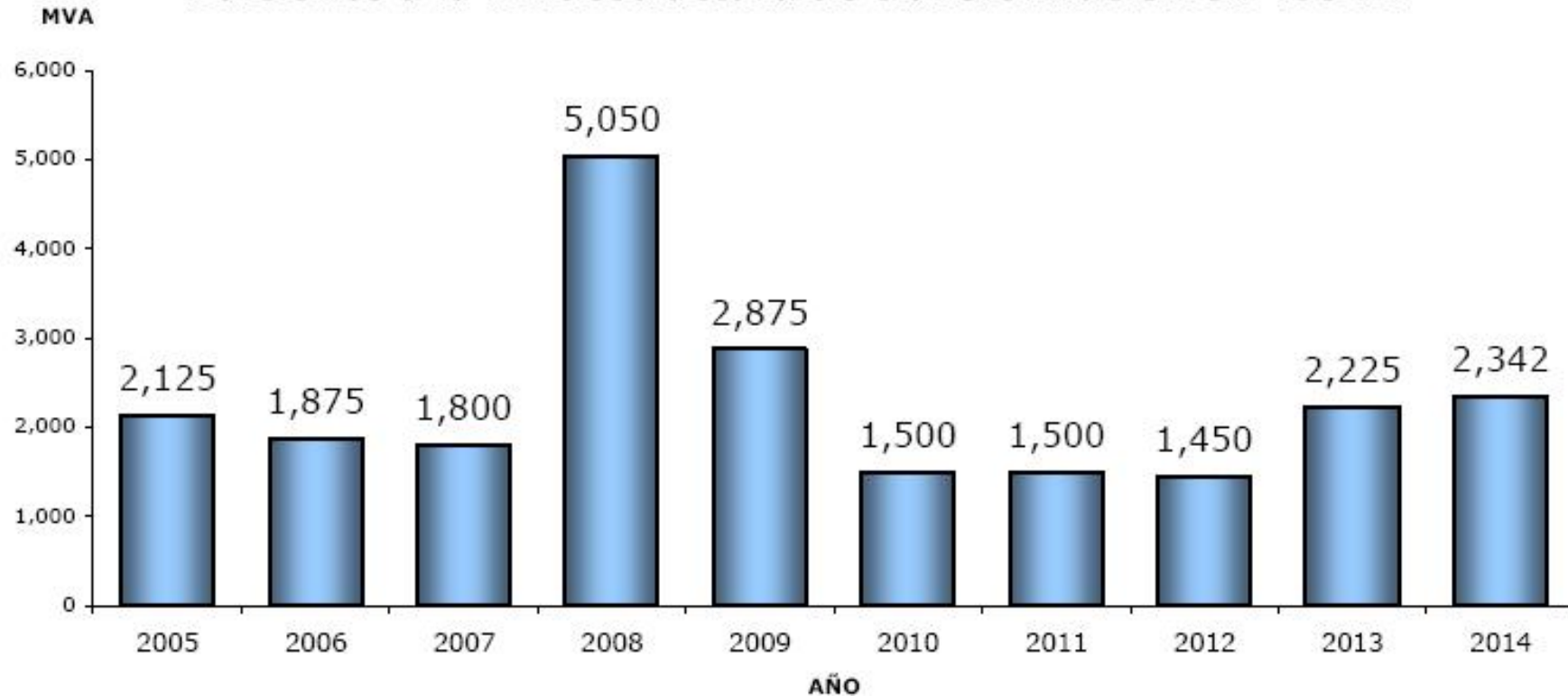


1/ Incluye la generación distribuida de LyFC

El sector eléctrico actual en México

Catálogo de proyectos candidatos

Adiciones a la infraestructura de transformación en 400 kV



El sector eléctrico actual en México

Catálogo de proyectos candidatos



El sector eléctrico actual en México

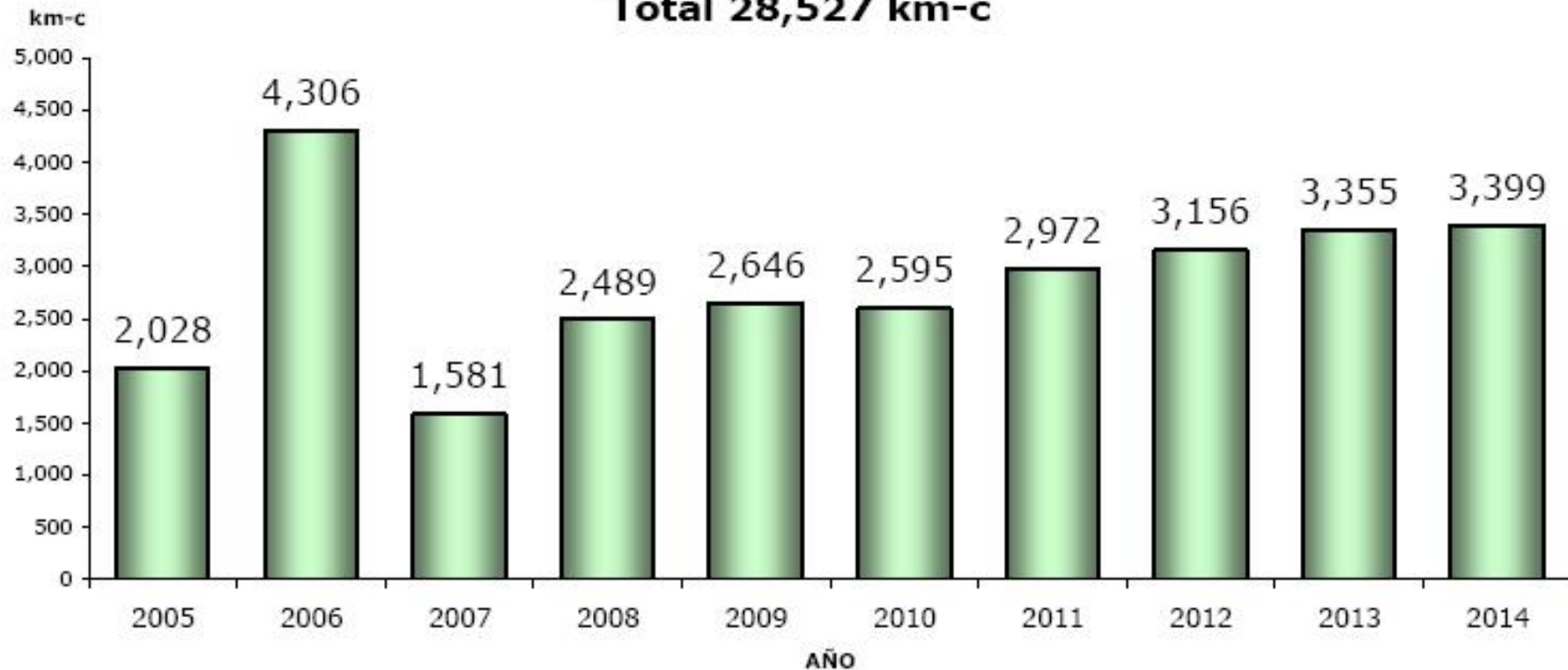
Catálogo de proyectos candidatos



El sector eléctrico actual en México

Catálogo de proyectos candidatos

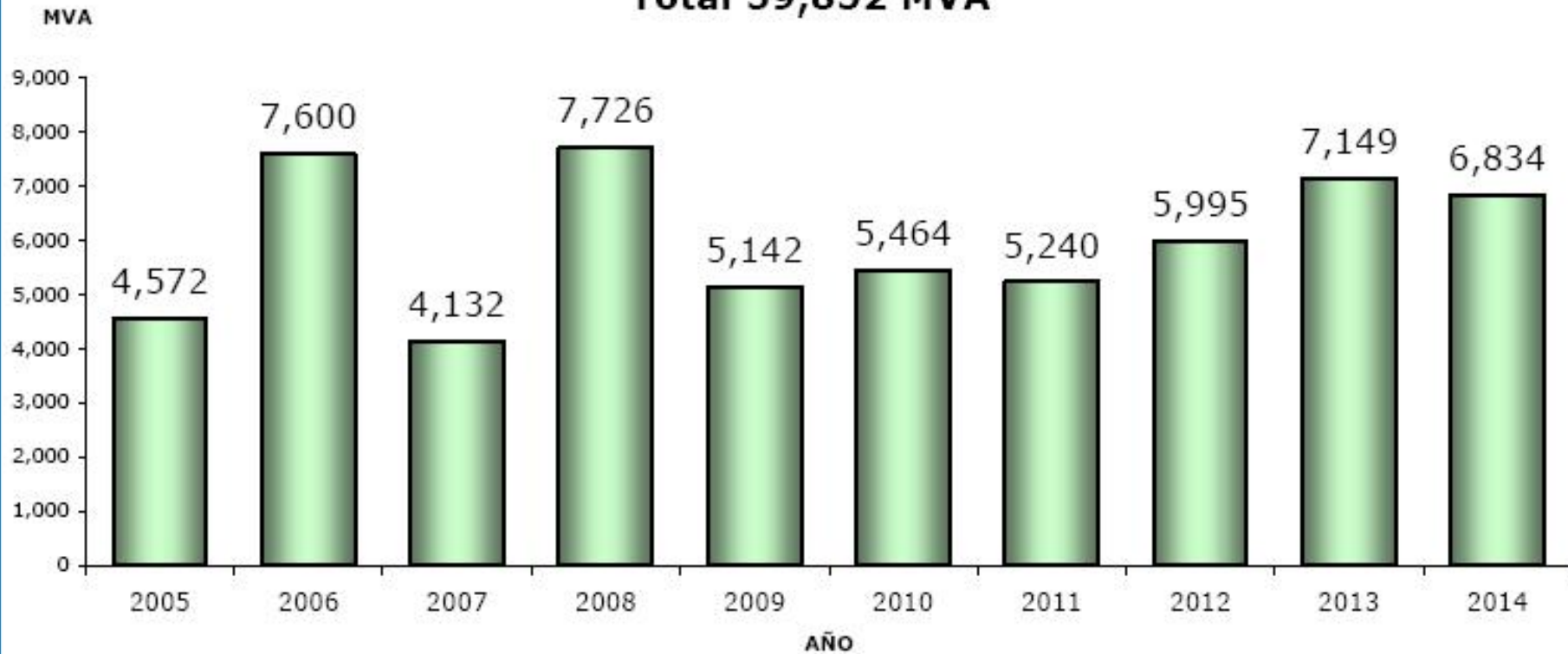
Adiciones a la infraestructura de transmisión en 69-400 kV
Total 28,527 km-c



El sector eléctrico actual en México

Catálogo de proyectos candidatos

Adiciones a la infraestructura de transformación en 69-400 kV Total 59,852 MVA



El sector eléctrico actual en México

Catálogo de proyectos candidatos

813 División Bajío.	Aportará al sistema eléctrico 170 MVA de transformación y 40 km de transmisión. Se instalará en las zonas Aguascalientes, Celaya, Irapuato, León, Salamanca y San Luis de la Paz. Su entrada en operación está programada en abril de 2007.
911 Noreste.	Incluye dos subestaciones que aportarán 50 MVA de capacidad de transformación al sistema eléctrico y se ubicarán en las zonas Camargo, Monterrey y San Luis Potosí. Se concluirá en diciembre de 2007.
912 División Oriente.	Aportará 174 MVA de potencia reactiva para mejorar la calidad del servicio en las zonas Orizaba, Papaloapan y Veracruz. Adicionalmente considera una subestación de 20 MVA de capacidad por instalarse en la de Teziutlán. Se estima su entrada en operación en diciembre de 2007.
914 División Centro Sur.	Consiste en dos subestaciones para un total de 50 MVA de capacidad de transformación por instalarse en las zonas Chilpancingo, Morelos y Tapachula. Su entrada en operación está programada para diciembre de 2007.
915 Occidental.	Incluye dos subestaciones que incrementarán la capacidad con 50 MVA de transformación. Se instalarán en las zonas Aguascalientes y Querétaro. Se concluirá en mayo de 2007.

El sector eléctrico actual en México

Catálogo de proyectos candidatos

1005 Noroeste.	Considera cinco subestaciones con una capacidad total de 150 MVA de transformación en 115 kV. Se instalarán en las zonas Culiacán, Hermosillo, Los Mochis, Nogales y Obregón. Se estima su entrada en operación en diciembre de 2008.
1006 Central-Sur.	Incluye tres subestaciones para un total de 70 MVA de transformación en las tensiones de 115/13.8 kV. Se instalarán en las zonas Acapulco, Playa del Carmen y Valle de Bravo. Su entrada en operación está programada para febrero de 2009.
SE 1120 Noroeste.	Los principales proyectos de este paquete consisten en dos subestaciones con capacidad de 40 MVA cada una. Adicionalmente, considera 12 proyectos de subestaciones de 115/34.5-13.8 kV que incrementarán la capacidad de transformación en las zonas Hermosillo, Navojoa, Los Mochis, Guasave y Culiacán, todas de la División Noroeste. Se estima su entrada en operación en diciembre de 2010.
SE 1121 Baja California.	El proyecto de este paquete consiste en ampliaciones de dos subestaciones con capacidad de 30 MVA cada una. Se incluyen dos proyectos de subestaciones de doble relación 115/69/13.8 kV que incrementarán la capacidad de transformación de la zona Tijuana de la División Baja California. Se concluirá en diciembre de 2010.

El sector eléctrico actual en México

Catálogo de proyectos candidatos

<p>SE 1122 Golfo Norte.</p>	<p>El principal aporte de este paquete es la línea SaltilloÁlamo-Agua Nueva con 40 km de longitud, además de ocho proyectos de subestaciones de 115/34.5-13.8 kV y dos proyectos de líneas de transmisión en 115 kV que incrementarán la capacidad de transformación y transmisión de las zonas Reynosa, Monterrey, Piedras Negras y Saltillo pertenecientes a la División Golfo Norte. Su entrada en operación es diciembre de 2010.</p>
<p>SE 1123 Norte.</p>	<p>Considera dos proyectos de subestaciones con transformación de 115/13.8 kV de 30 MVA cada uno, que se instalarán en la zonas Juárez y Torreón de la División Norte. Se concluirá en junio de 2009.</p>
<p>SE 1124 Bajío Centro.</p>	<p>Este paquete incluye las recalibraciones de los anillos de la red de subtransmisión en 115 kV de la ciudades de Aguascalientes e Irapuato y dos subestaciones de 115/13.8 kV de 30 MVA cada una. Con esto se incrementará la capacidad de transmisión y transformación de las zonas Aguascalientes, Irapuato, Celaya, Ixmiquilpan y Tampico, pertenecientes a las Divisiones Bajío y Golfo Centro respectivamente. Se estima su entrada en operación en diciembre de 2010.</p>
<p>SE 1125 Distribución.</p>	<p>Incluye cinco proyectos de subestaciones de 115/34.5-23-13.8 kV y dos proyectos de líneas de transmisión en 115 kV que incrementarán la capacidad de transformación y transmisión de las zonas Río Verde, Huejutla, Valles, Matehuala, Zacatecas, Ixmiquilpan y Querétaro pertenecientes a las Divisiones Bajío y Golfo Centro. Se concluirá en diciembre de 2007.</p>

El sector eléctrico actual en México

Catálogo de proyectos candidatos

SE 1126 Centro Oriente.	Uno de los principales proyectos de este paquete es la compensación capacitiva en media tensión de la zona Puebla con el propósito de corregir el factor de potencia a 0.95, disminuir pérdidas eléctricas y mejorar la regulación de voltaje en media tensión. Asimismo incorpora cinco proyectos de transformación con 150 MVA y un proyecto de línea de transmisión en 115 kV en las zonas Puebla, Tlaxcala, Tecamachalco, Matamoros, San Martín y Tehuacán pertenecientes a la División Centro Oriente. Su entrada en operación está programada para diciembre de 2008.
SE 1127 Sureste.	Considera dos subestaciones de 115/13.8 kV con 50 MVA, de los cuales 30 MVA serán en hexafluoruro de azufre (SF6). Se instalarán en las zonas Oaxaca y Villahermosa de la División Sureste. Se estima su entrada en operación en diciembre de 2010.
SE 1128 Centro Sur.	Incluyen proyectos de subestaciones de 115/23-13.8 kV que aportarán 260 MVA de capacidad de transformación en las zonas Iguala, Acapulco, Zihuatanejo, Toluca y Valle de Bravo de la División Centro Sur. Se concluirá en diciembre de 2009.
SE 1129 Compensación Redes.	Aportará 209 MVA de compensación capacitiva al sistema eléctrico de media tensión, con el propósito de corregir el factor de potencia a 0.95, disminuir pérdidas eléctricas y mejorar la regulación de voltaje de las Divisiones de Distribución Baja California, Noroeste, Norte, Golfo Centro, Bajío y Sureste. Su entrada en operación está programada para diciembre de 2007.

El sector eléctrico actual en México

Requerimientos de Inversión 2005-5014

Clasificación de inversiones por rubros ^{1, 2/}



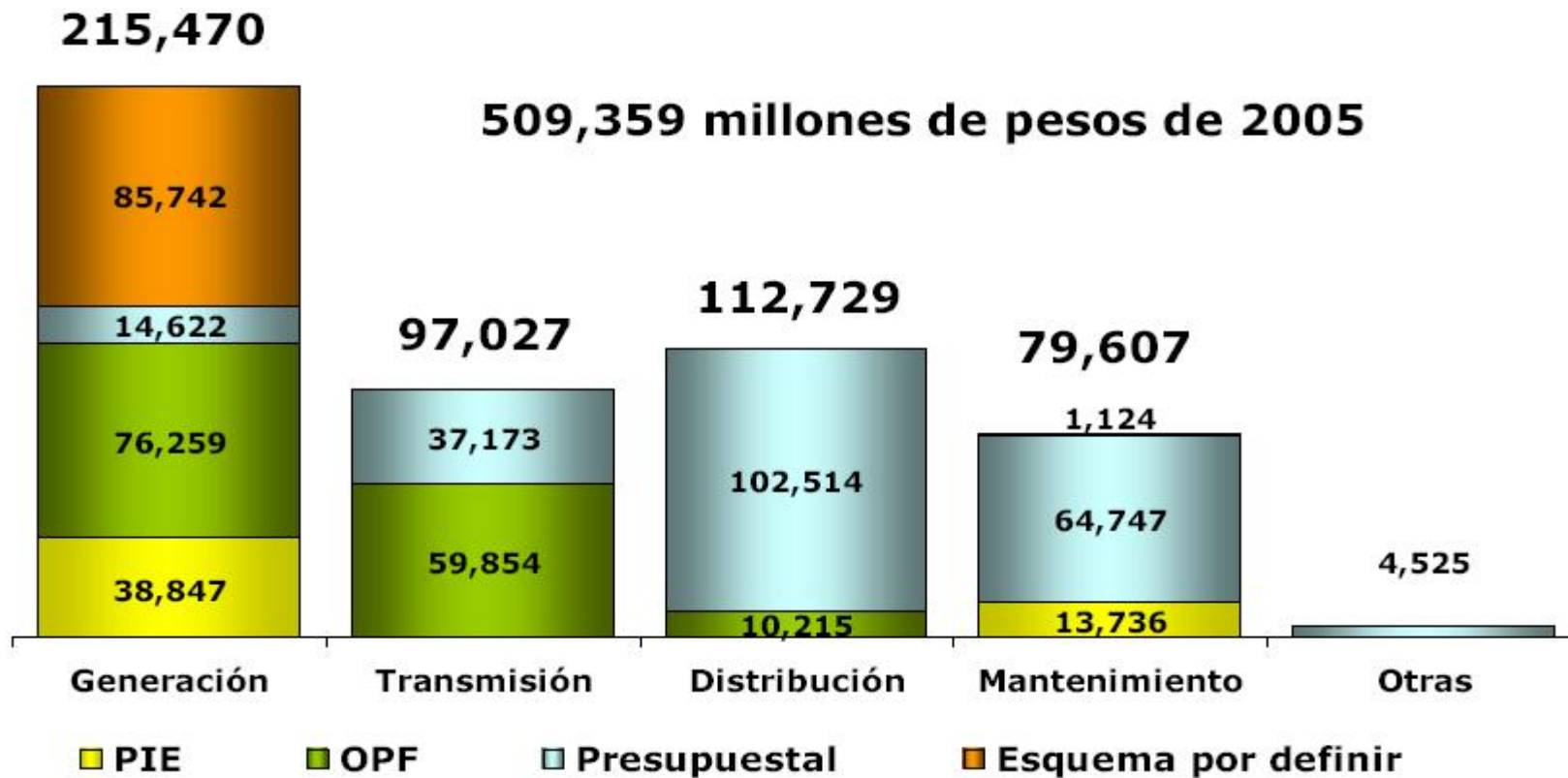
1/ No incluye autoabastecimiento ni LyFC

2/ El total puede no corresponder exactamente a la suma de los parciales por estar cerrados a número enteros

El sector eléctrico actual en México

Requerimientos de Inversión 2005-5014

Clasificación de inversiones por modalidad de financiamiento ^{1, 2/}



1/ No incluye autoabastecimiento ni LyFC

2/ El total puede no corresponder exactamente a la suma de los parciales por estar cerrados a número enteros

El sector eléctrico actual en México

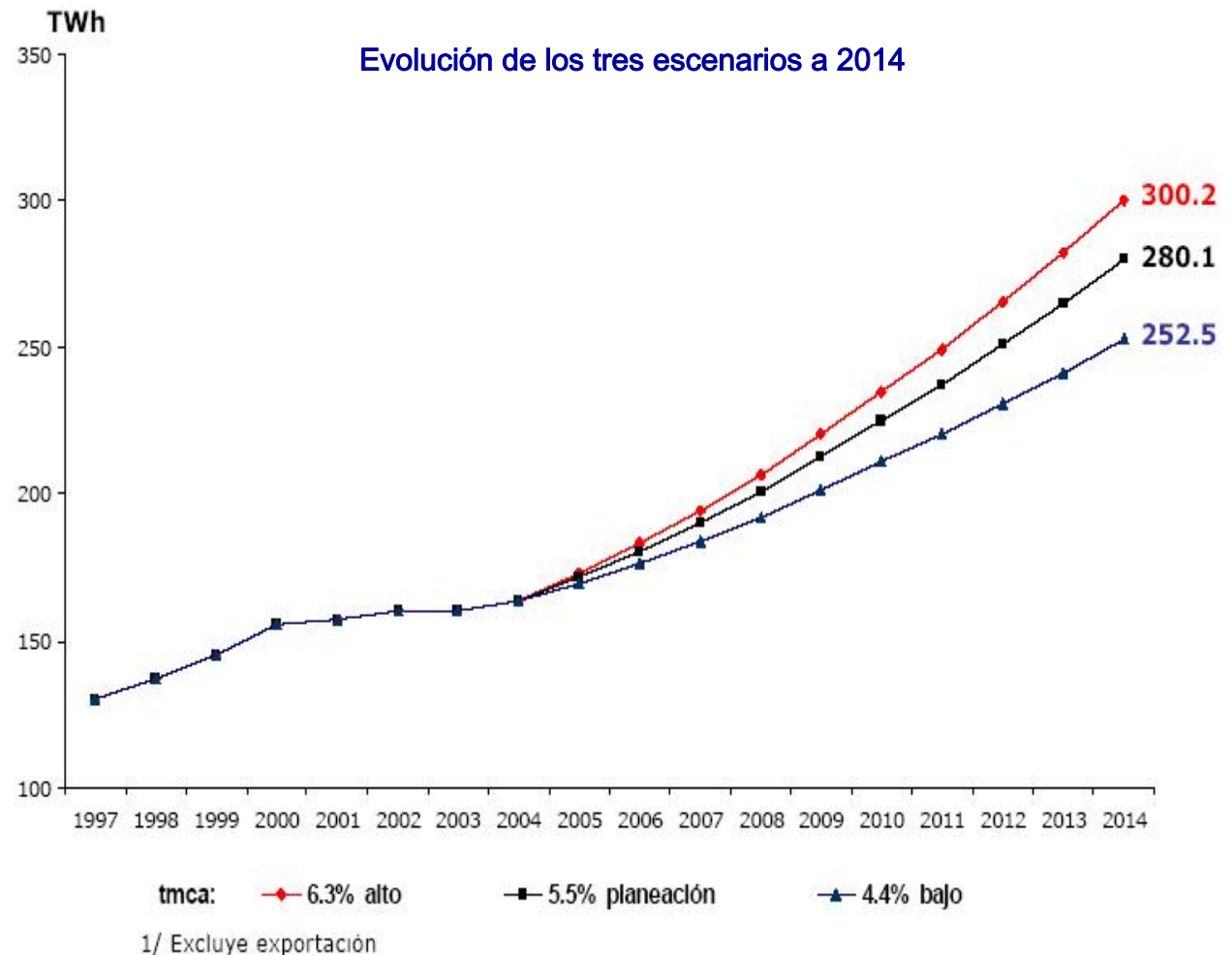
Pronóstico de ventas del servicio público

Las tasas de crecimiento de las ventas para servicio público, obtenidas de la agregación de ventas sectoriales, se presentan en el siguiente cuadro:

**Crecimiento medio de las ventas^{1/}
Servicio público**

Escenarios	2004-2013	2005-2014
	%	%
bajo	4.5	4.4
planeación	5.7	5.5
alto	6.4	6.3

^{1/} Excluye exportación

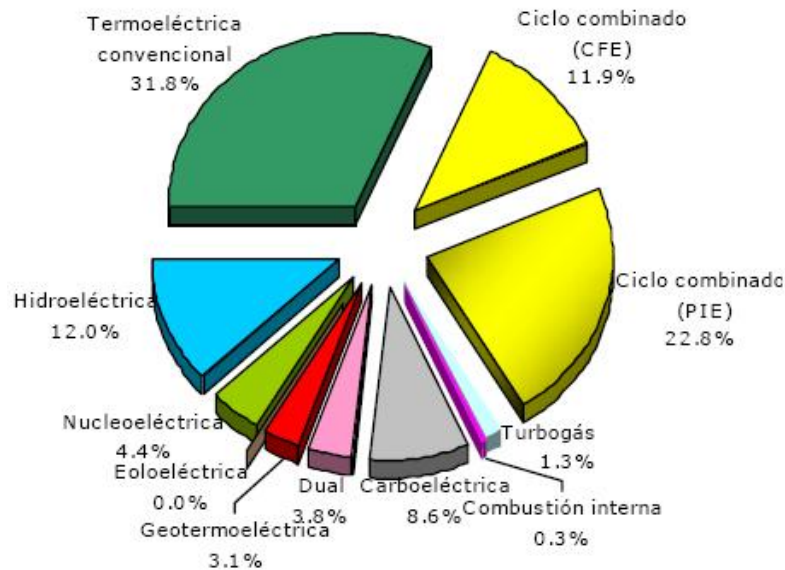


El sector eléctrico actual en México

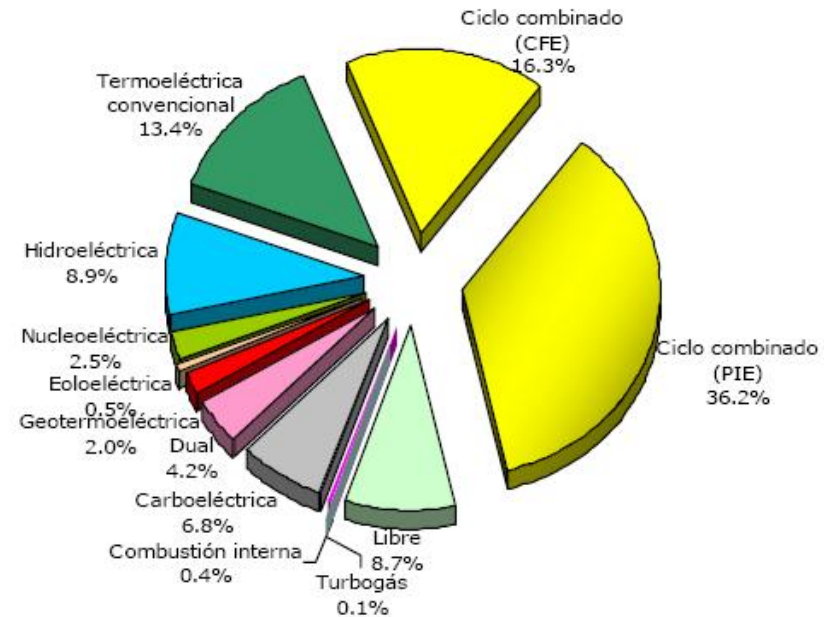
Pronóstico de ventas del servicio público

Para 2009 las ventas previstas en el escenario de planeación serán de 212.7 TWh, en el bajo llegarían a 201.5 TWh y en el alto a 220.3 TWh

2004_{real}
208,634 GWh



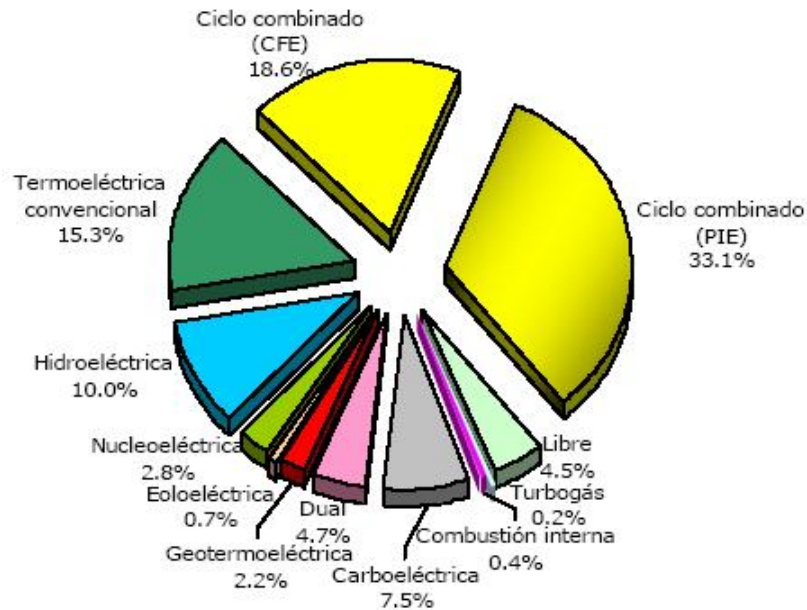
2014_{planeación}
348,170 GWh



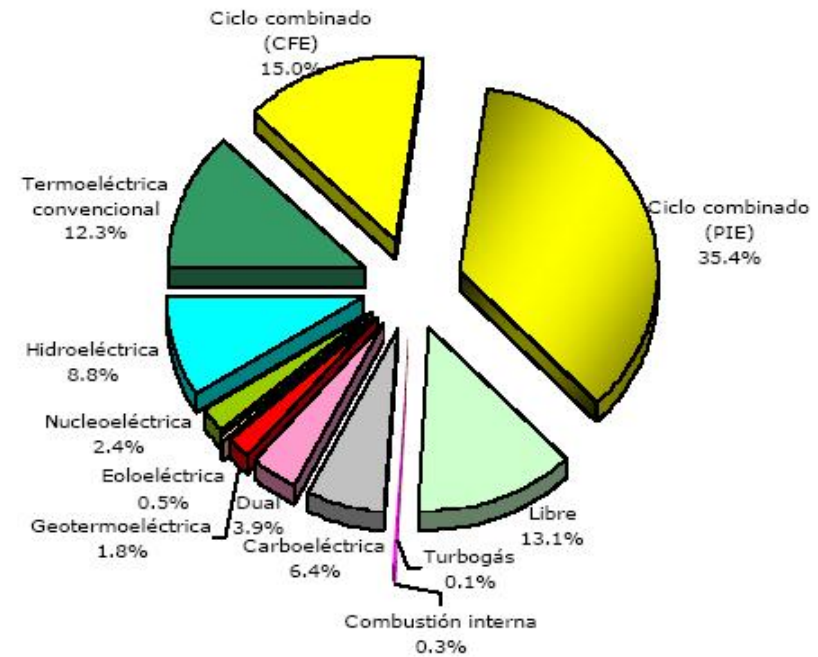
El sector eléctrico actual en México

Pronóstico de ventas del servicio público

2014_{bajo}
314,141 GWh



2014_{alto}
372,721 GWh

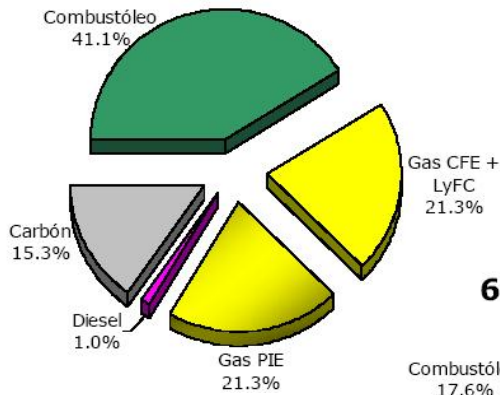


El sector eléctrico actual en México

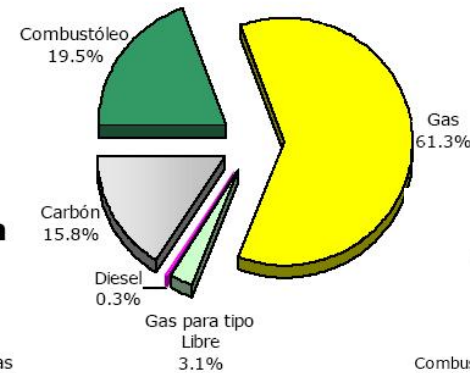
Requerimiento de combustibles fósiles

Los requerimientos de combustibles fósiles para los escenarios alto y bajo en comparación con el de planeación, se presentan a continuación

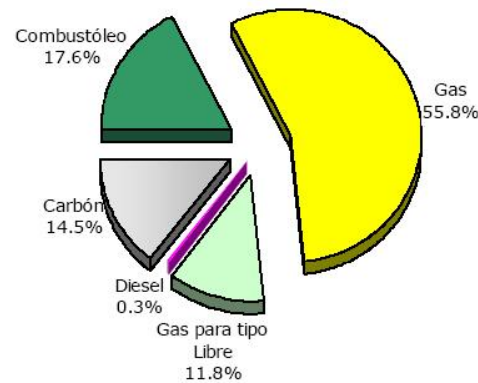
2004_{real}
4,213 Terajoules / día



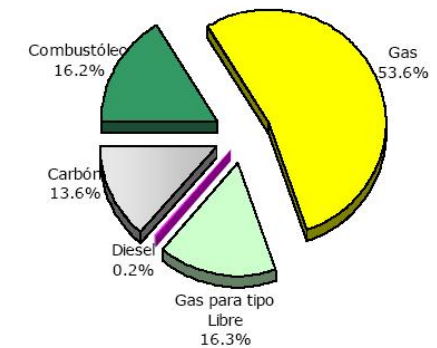
2014_{bajo}
6,007 Terajoules / día



2014_{planeación}
6,569 Terajoules / día



2014_{alto}
6,990 Terajoules / día



Nota: Para obtener los terajoules en el consumo de la tecnología libre se aplica la siguiente conversión:
terajoules libres = volumen de gas por día (m³) x poder calorífico (9,418 kcal/m³) x (4,186.84 Joules)

El sector eléctrico actual en México

Política de Generación Hidroeléctrica en el Sistema Interconectado Nacional

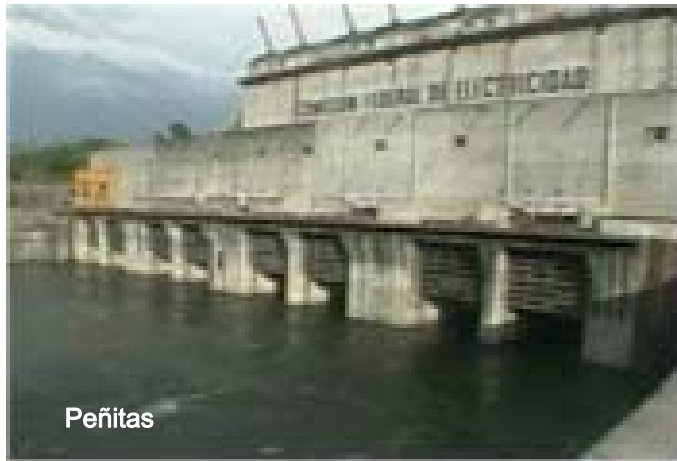
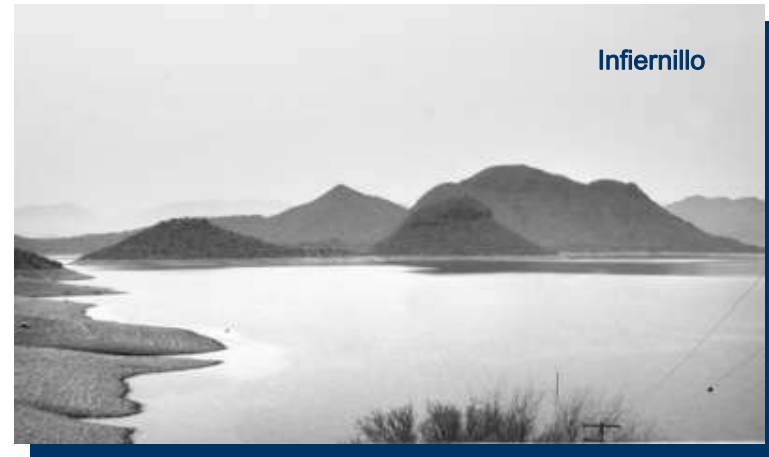
Composición de la capacidad en el Sistema Interconectado Nacional al primero de enero de 2005

Tipo de generación	Número de centrales	Número de unidades	Capacidad MW	%
Hidroeléctrica	79	223	10,500.1	24.1
Con regulación	10	47	8,286.0	19.1
Sin regulación	69	176	2,214.1	5.1
Termoeléctrica y eoloeléctrica	87	272	32,985.7	75.9
Total	166	495	43,485.8	100.0

El sector eléctrico actual en México

Política de Generación Hidroeléctrica en el Sistema Interconectado Nacional

De los dos grupos que conforman la capacidad hidroeléctrica, el que cuenta con capacidad de regulación está integrado por las diez GCH: Angostura, Chicoasén, Malpaso y Peñitas (río Grijalva); Caracol, Infiernillo y Villita (río Balsas); Temascal (ríos Tonto y Santo Domingo); Aguamilpa (río Santiago), y Zimapán (río Moctezuma).



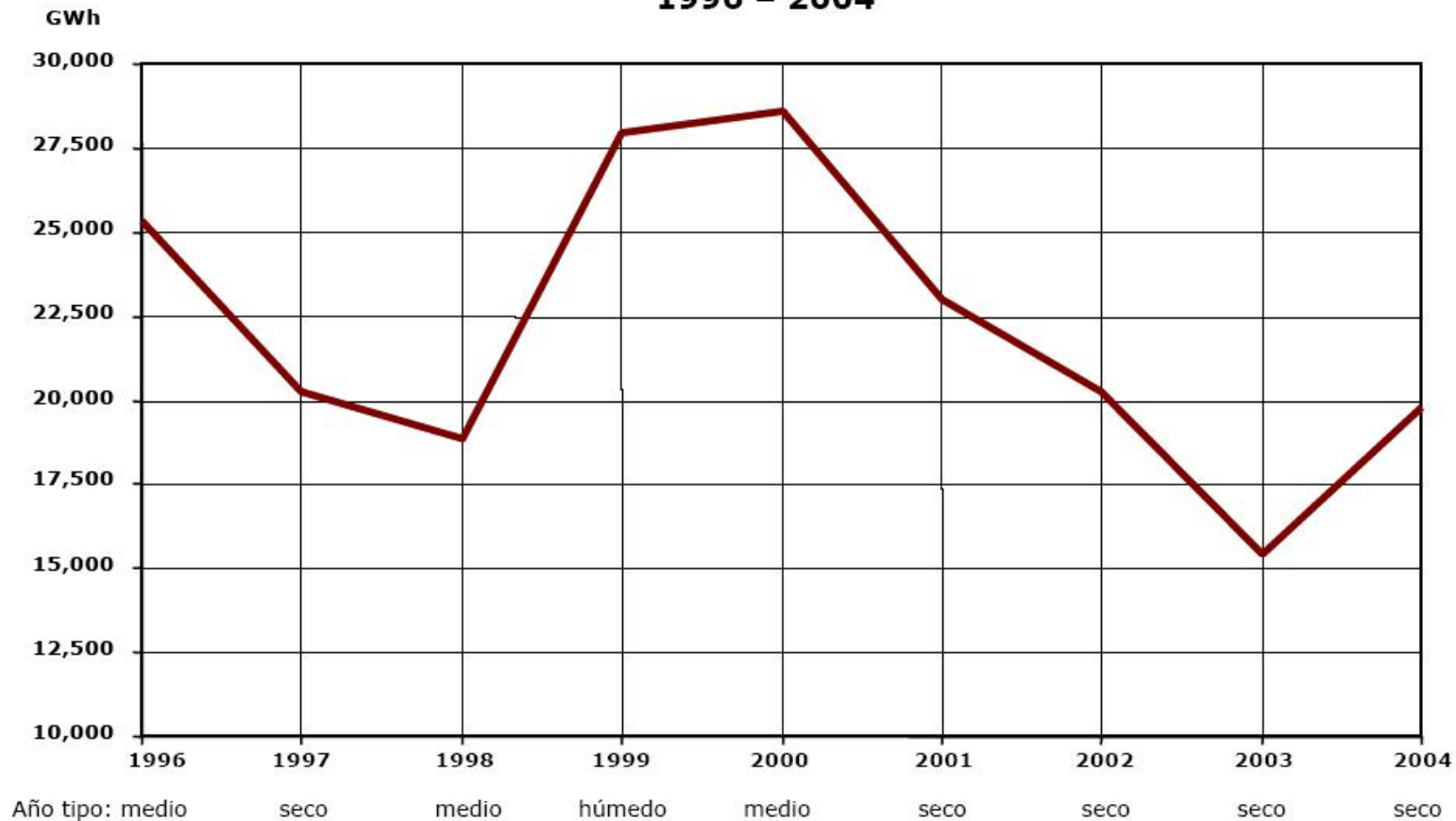
El almacenamiento de Angostura permite hacer desplazamientos interanuales de su energía, lo que contribuye a una operación más económica y confiable en el largo plazo.

Aunque Chicoasén, Peñitas y Villita son reguladas por las centrales aguas arriba, el resto de las GCH son hidroeléctricas de regulación anual.

El sector eléctrico actual en México

Política de Generación Hidroeléctrica en el Sistema Interconectado Nacional

**Generación anual de las grandes centrales hidroeléctricas
1996 - 2004**



El sector eléctrico actual en México

Curva recomendada de niveles (CRN) en las GCH



Angostura
Vertedero de Excedencias

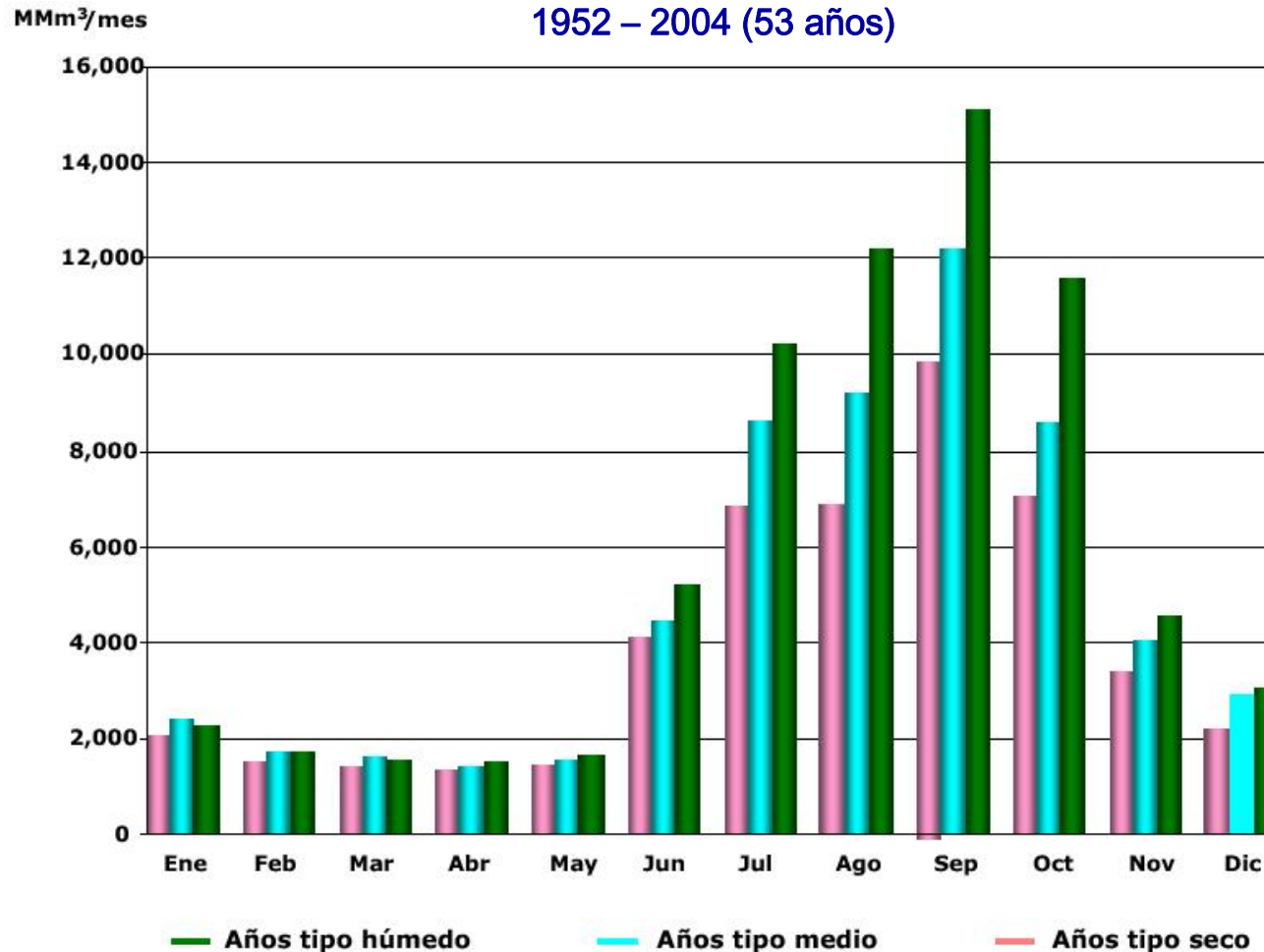
Define la estrategia óptima que se sugiere tomar como referencia en la operación, para aumentar o reducir la producción cuando se esté por arriba o por debajo de dicha curva. De seguir la recomendada, la producción de la central se maximiza.

Para Angostura —la única hidroeléctrica de regulación multianual— se determinó una curva de niveles máximos que no debe ser rebasada a fin de minimizar la posibilidad de derrames, incluso si se presentaran las aportaciones correspondientes al año más húmedo de la muestra disponible

El sector eléctrico actual en México

Curva recomendada de niveles (CRN) en las GCH

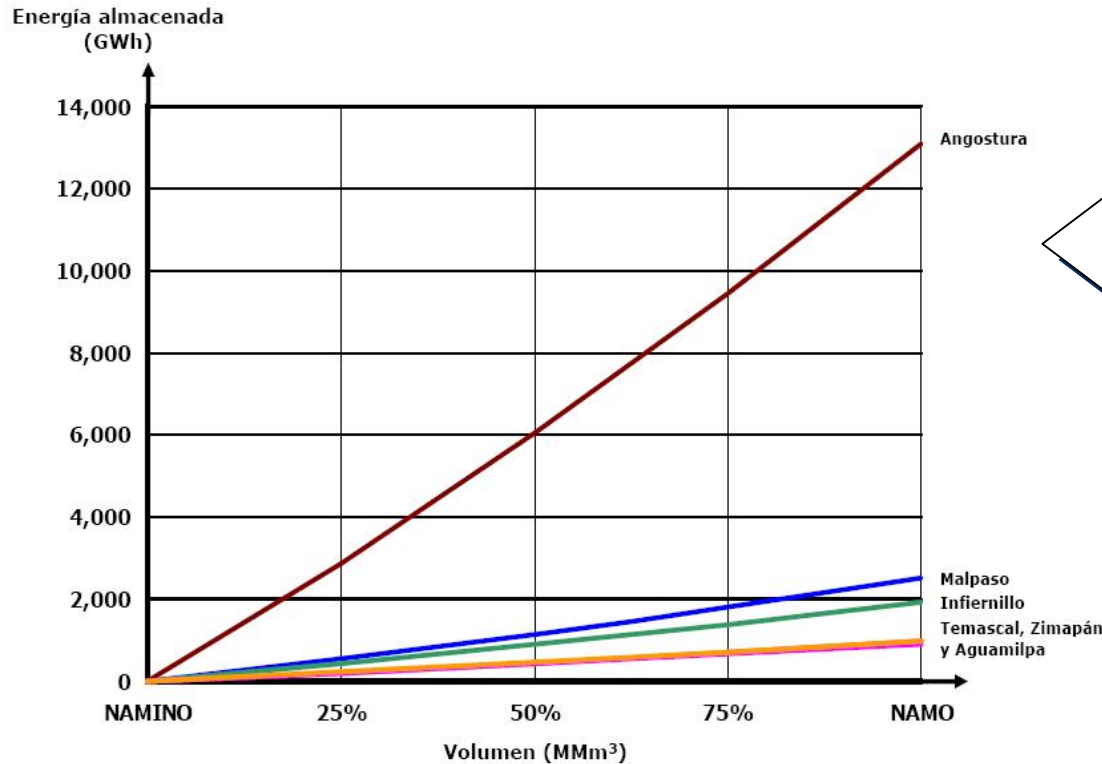
Aportaciones de cuenca propia a las grandes centrales hidroeléctricas
1952 – 2004 (53 años)



El sector eléctrico actual en México

Concepto de energía almacenada

Dado el almacenamiento útil en cada central hidroeléctrica en millones de metros cúbicos, éste puede expresarse en términos de energía eléctrica (GWh) factible de generarse, a fin de obtener las curvas de la siguiente gráfica para diferentes niveles de operación.



Energía almacenable en las grandes centrales hidroeléctricas
— considera el efecto cascada ^{1/} —

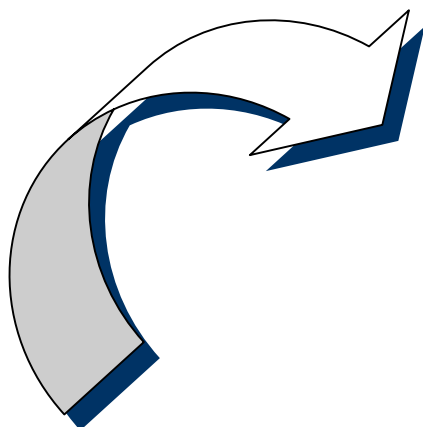
Angostura es sin duda la de mayor capacidad de almacenamiento, no sólo por los efectos de su generación propia (con relativamente bajo consumo específico) sino porque un metro cúbico extraído de ella, eventualmente produce electricidad también en Chicoasén, Malpaso y Peñitas.

1/ Se supone que las hidroeléctricas aguas abajo se encuentran en el NAMO

El sector eléctrico actual en México

Generación hidroeléctrica 2005 - 2014

Evolución esperada de la generación, de acuerdo con los estudios de coordinación hidrotérmica realizados para el escenario de planeación.



Nótese que a pesar de suponer aportaciones de tipo año seco en 2006, la generación hidroeléctrica sería del orden de 21,000 GWh y 24,000 GWh en 2007.

De acuerdo con el PRC, en 2012 y 2014 entrarán en servicio La Parota, y repotenciación Infiernillo más ampliación Villita, con 600 MW, 200 MW y 400 MW, respectivamente.

Distribución de la generación ^{1/} en el Sistema Interconectado Nacional Escenario de planeación 2005-2014

Año	Aportaciones Tipo	Generación (GWh)					
		Termoeléctrica	%	Hidroeléctrica	%	Total	%
2005	^{2/}	182,870	88.0	25,031	12.0	207,901 ^{3/}	100.0
2006	Seco	194,067	90.3	20,844	9.7	214,912	100.0
2007	Medio	202,423	89.5	23,634	10.5	226,056	100.0
2008	Medio	208,207	87.7	29,303	12.3	237,510	100.0
2009	Medio	221,843	88.3	29,308	11.7	251,151	100.0
2010	Medio	235,341	88.8	29,778	11.2	265,119	100.0
2011	Medio	249,318	89.3	29,876	10.7	279,194	100.0
2012	Medio	263,817	89.5	31,020	10.5	294,836	100.0
2013	Medio	279,372	90.0	30,979	10.0	310,350	100.0
2014	Medio	295,984	90.5	30,992	9.5	326,977	100.0

1/ Incluye la tecnología eololéctrica

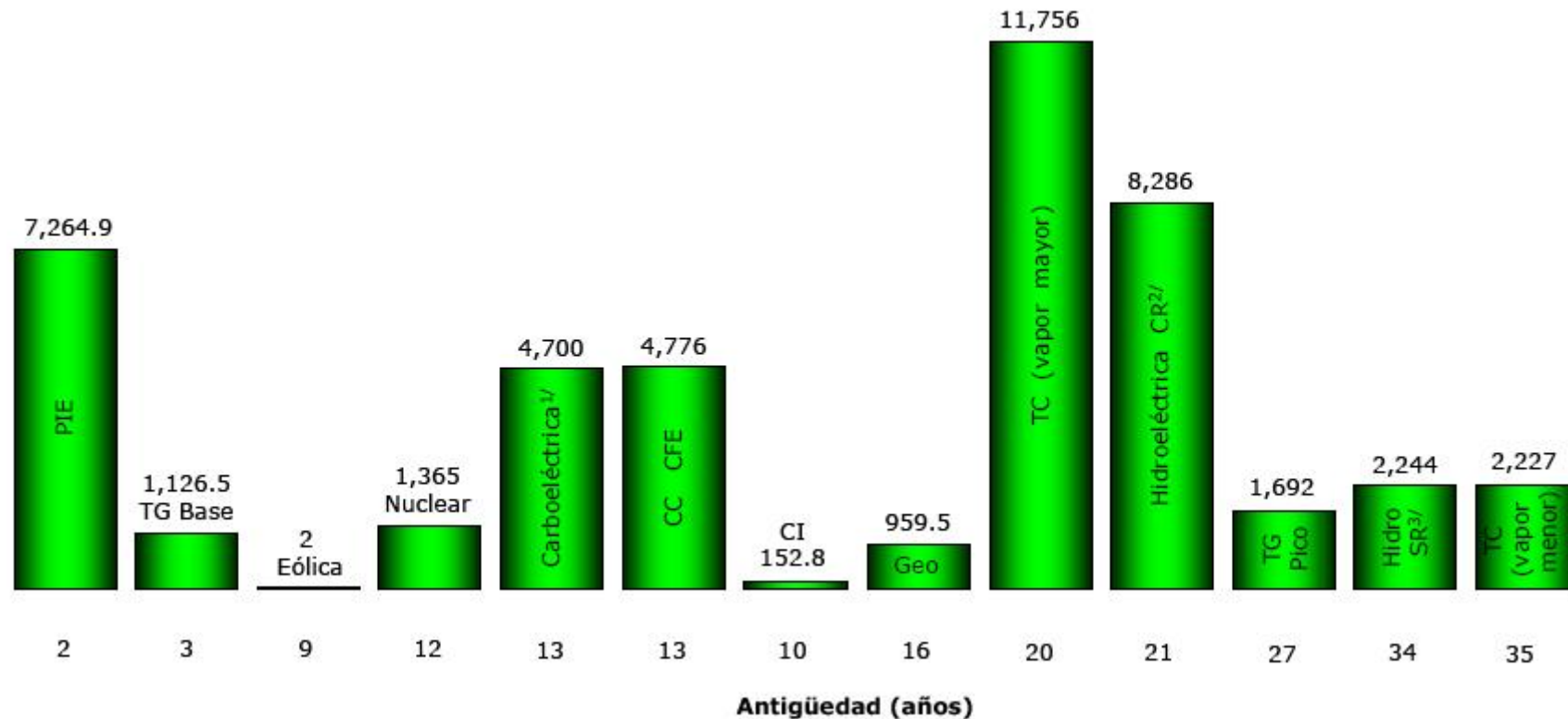
2/ Enero-septiembre: real, octubre-diciembre: tipo año húmedo

3/ Enero-septiembre: real, octubre-diciembre: pronóstico

El sector eléctrico actual en México

Generación 2005 - 2014

Antigüedad de la capacidad en operación (MW)



1/ Incluye la dual de Petacalco

2/ Con Regulación

3/ Sin Regulación

El sector eléctrico actual en México

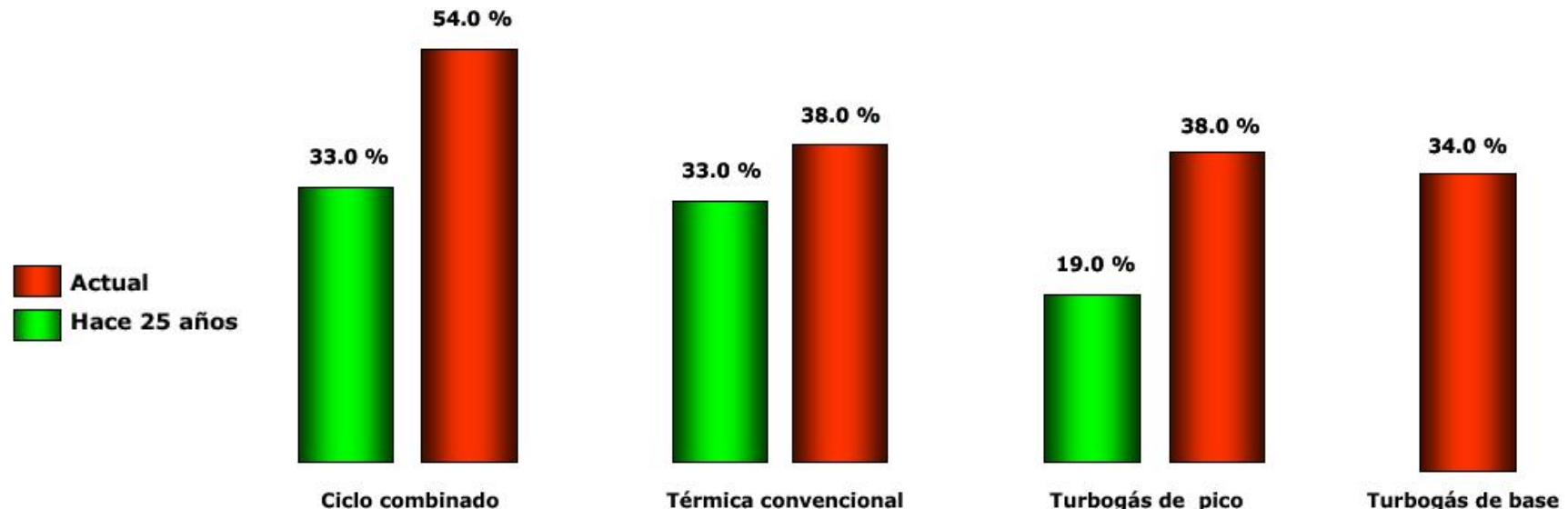
Generación 2005 - 2014

Eficiencia

Es la variable con mayor efecto en la definición del costo de operación, e indica la cantidad de combustible requerida para proporcionar el calor que produzca un kWh. Su magnitud es significativamente diferente en función del tipo de tecnología.

El parque de generación existente para servicio público cuenta con eficiencias que van desde un 19% a un 54%, como se muestra en la figura B.3. En esta se hace una comparación entre eficiencias de distintas tecnologías en función de su antigüedad.

Comparación de Eficiencias

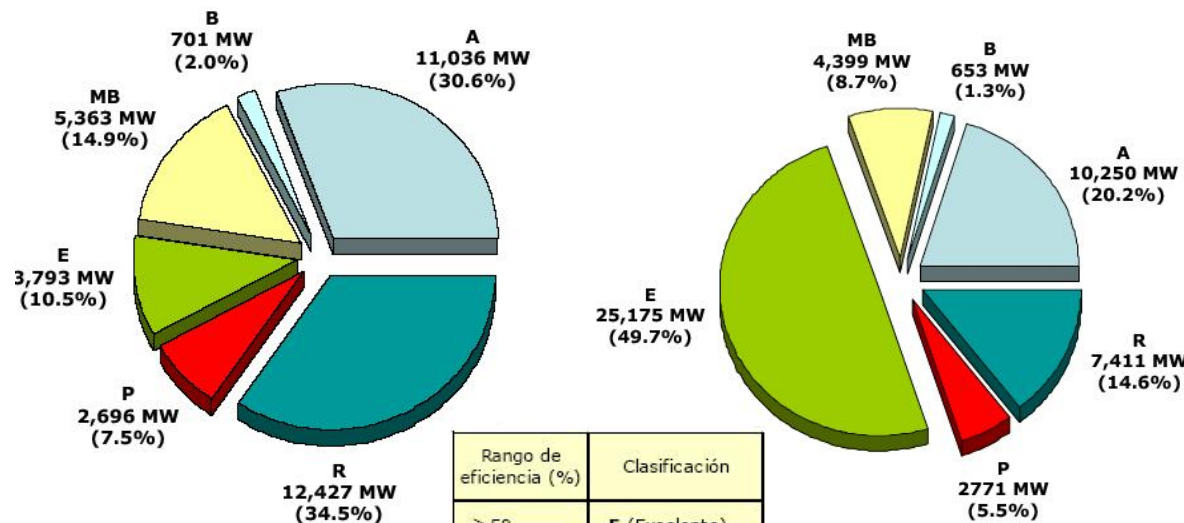


El sector eléctrico actual en México

Efectos de aplicar las estrategias para mejorar la competitividad del parque de generación

Aquí se presenta la diferencia entre las eficiencias del parque termoeléctrico en 2004 y 2014. La gráfica correspondiente a 2014 considera también las consecuencias de expandir el sistema de generación desde 2005.

Clasificación por eficiencia de la capacidad termoeléctrica ^{1/}



Rango de eficiencia (%)	Clasificación
≥ 50	E (Excelente)
≥45 < 50	MB (Muy buena)
≥40 < 45	B (Buena)
≥35 < 40	A (Aceptable)
≥25 < 35	R (Regular)
< 25	P (Pobre)

1/ No incluye eololéctricas ni 3.11 MW de combustión interna móvil

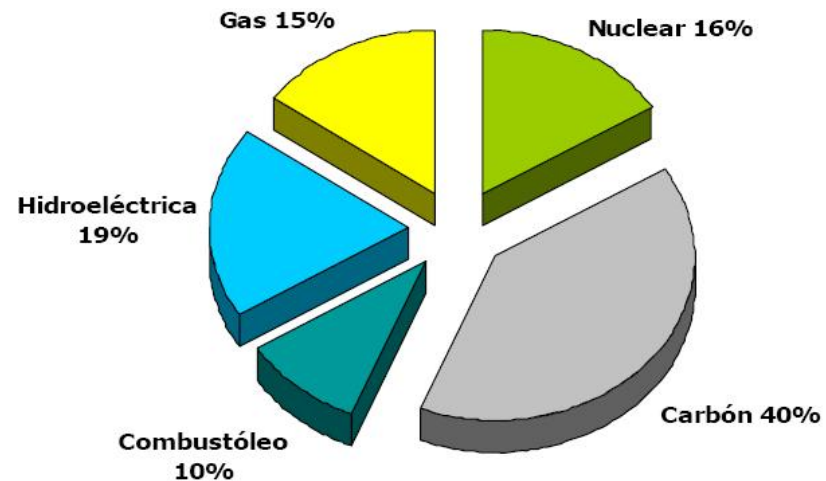
Nótese que en tanto en 2004 eficiencias superiores al 40% aplicaban al 27.4% (9,857 MW) de la capacidad total, en 2014 el porcentaje será de 59.7 (30,227 MW), es decir, la capacidad con esas características será tres veces mayor que la inicial.

El sector eléctrico actual en México

Panorama mundial

Las plantas nucleoelectricas proporcionan 16% del total de generación eléctrica a nivel mundial.

Participación de tecnologías en la producción de energía eléctrica mundial 2004



1/ No incluye eoloelectricas ni 3.11 MW de combustión interna móvil

El sector eléctrico actual en México

Panorama mundial

Generación de electricidad con nucleoelectricas (porcentaje respecto a su generación total)

La capacidad instalada en 440 plantas nucleoelectricas es de 366,311 MW. Actualmente están en construcción 26 unidades y se tienen programadas otras 35.

Son 16 países los que generan al menos 25% de sus necesidades eléctricas mediante nucleoelectricas, mientras que otros como Lituania y Francia lo hacen en más de 75%.

1/ No incluye eoloelétricas ni 3.11 MW de combustión interna móvil

