



Fundación para
la Democracia

Fundación para la Democracia y Centro Tepoztlán



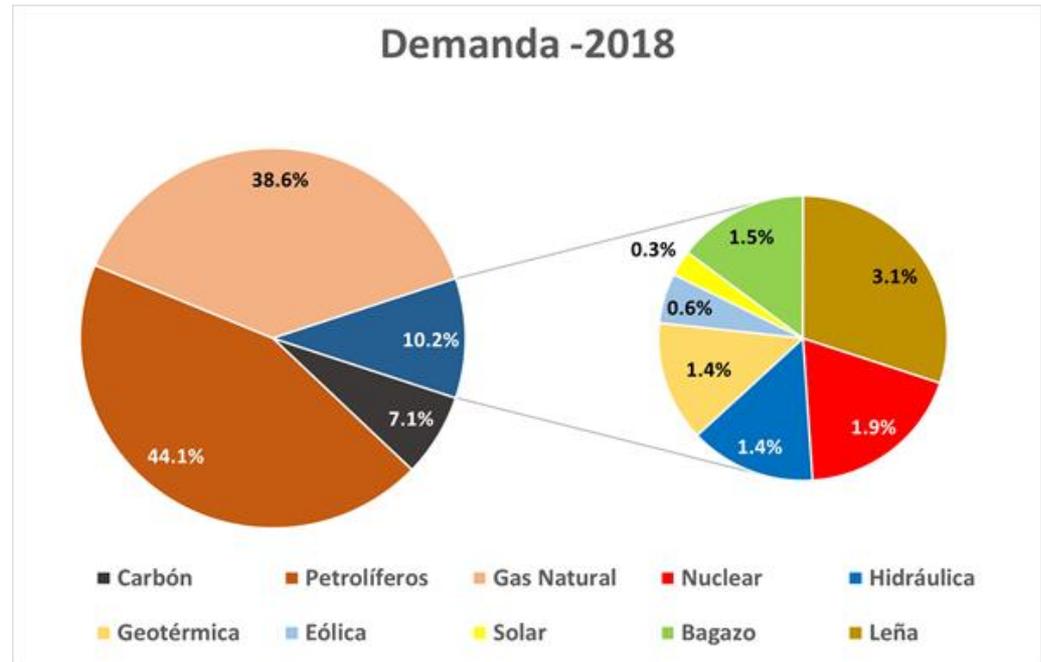
Centro
Tepoztlán
Víctor L. Urquidi, A. C.

Energías Renovables en México

Francisco J. Barnés de Castro
6 Noviembre 2021

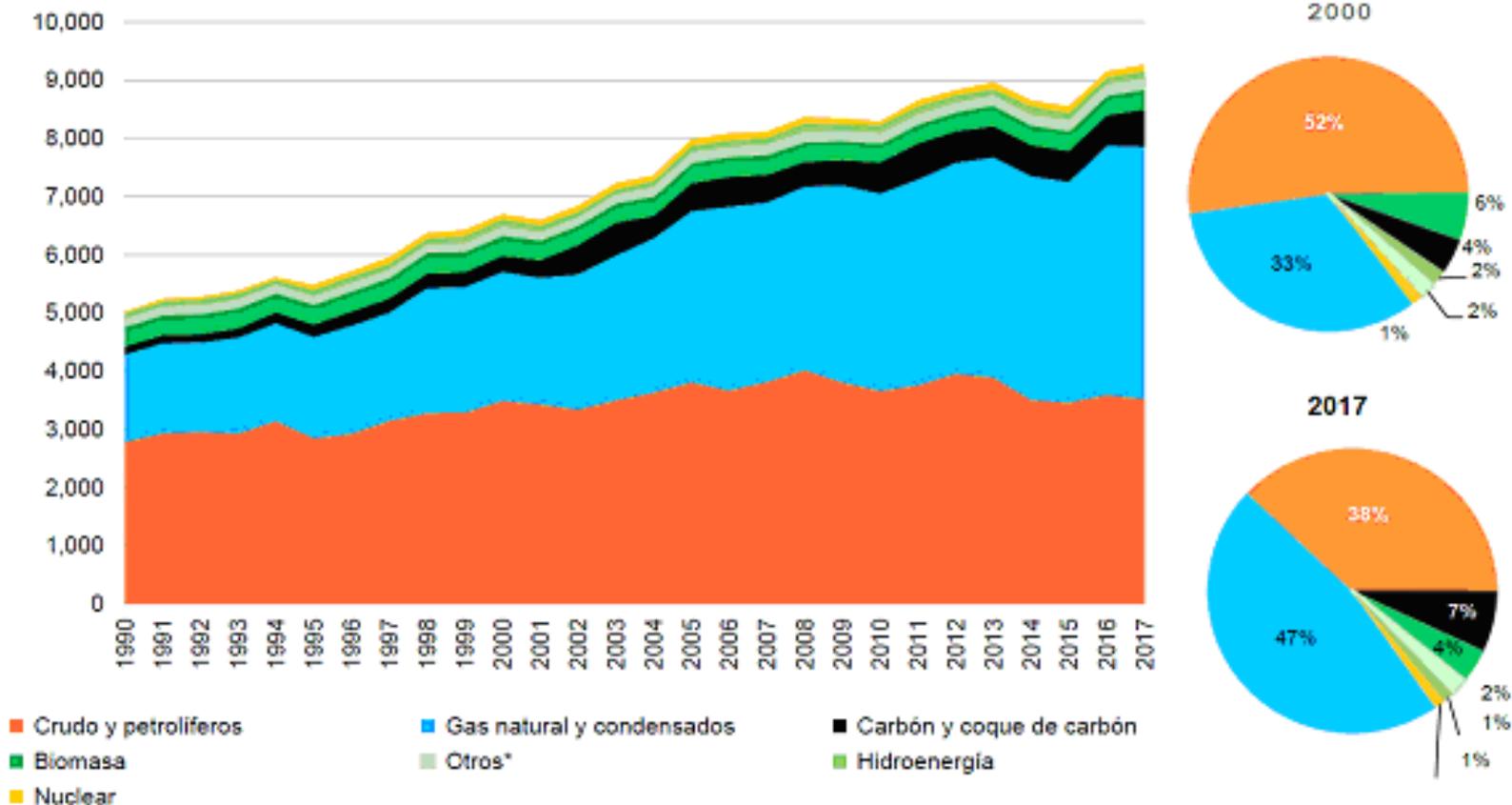
Las energías renovables aportan tan solo 5% de la demanda nacional de energía

- ❖ Las energías fósiles aportan casi el **90%** de la demanda :
 - **39%** corresponde al **gas natural, y**
 - **44%** a **productos petrolíferos**
- ❖ Del **10%** que corresponde a energías limpias,
 - **3%** corresponde al **consumo de leña**
 - **2%** corresponde a **energía nuclear**



El incremento en la demanda interna ha sido cubierto fundamentalmente con gas natural y, en mucho menor medida, con coque de petróleo

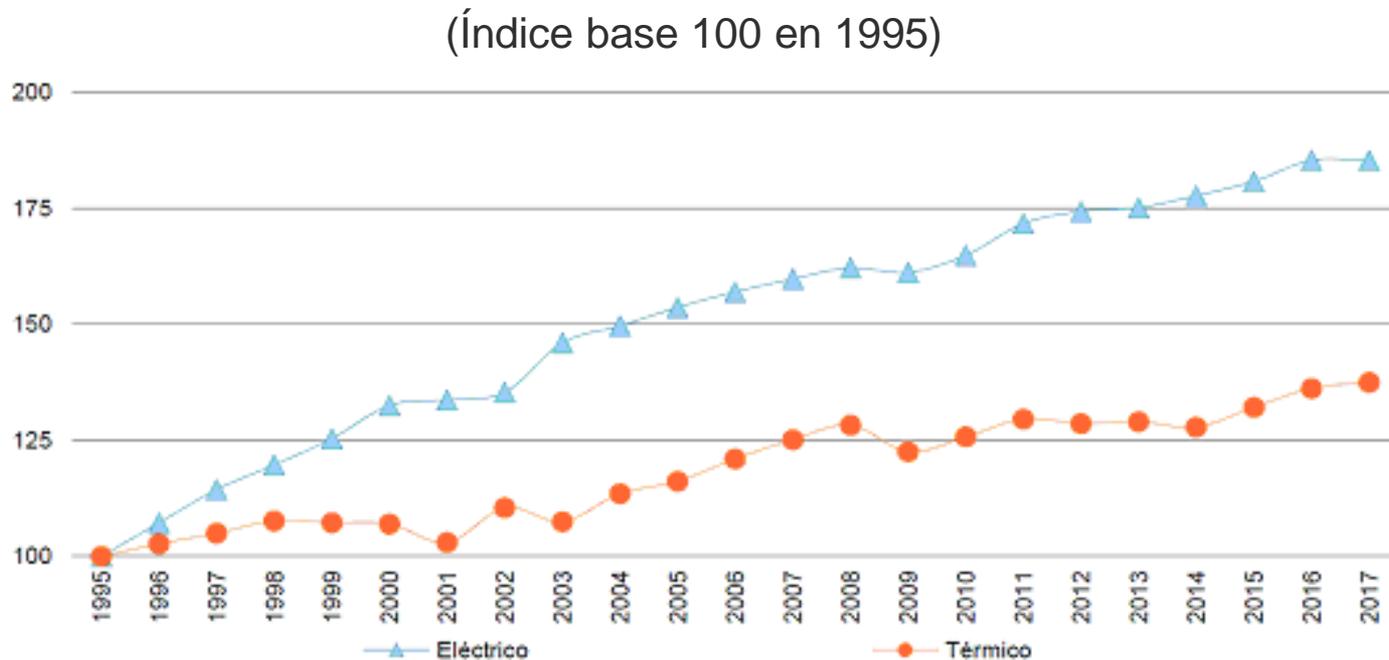
OFERTA INTERNA BRUTA POR FUENTE, 1990-2017 (Petajoules)



Fuente: CONUEE con información del SIE de la SENER.
*Incluye las energías geotérmica, eólica y solar.

La demanda de energía eléctrica ha crecido mucho más rápido que la demanda de energía térmica

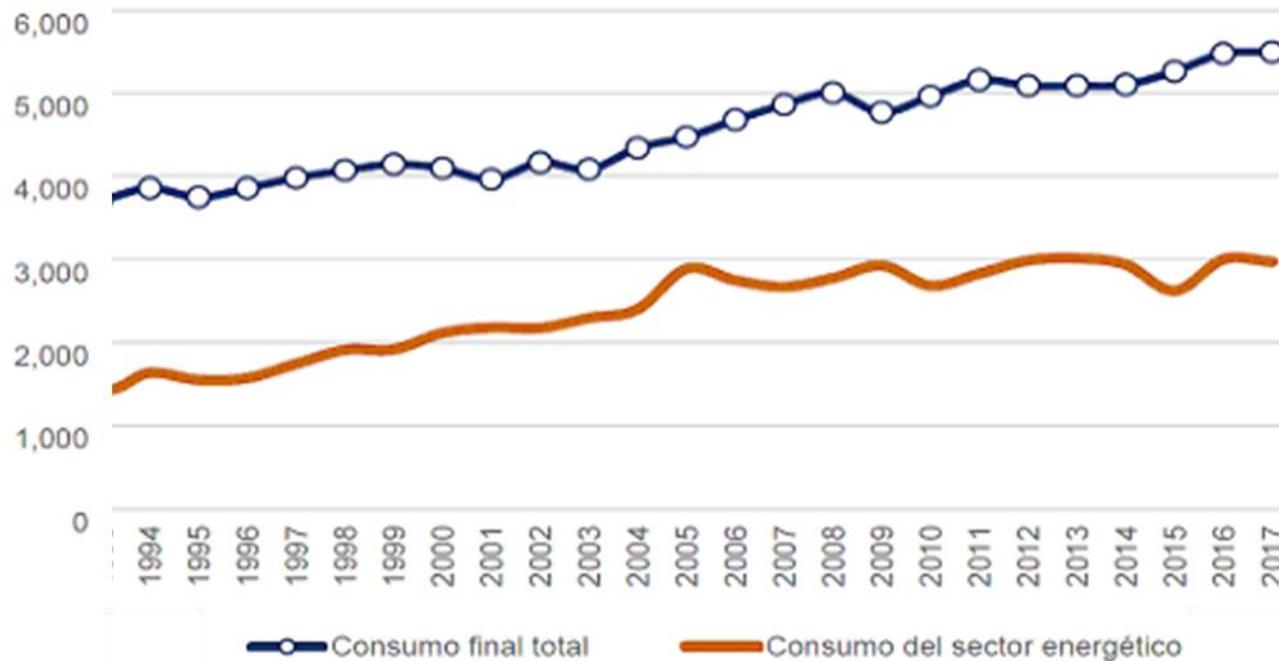
TENDENCIA DEL CRECIMIENTO ACUMULADO DEL CONSUMO FINAL ELÉCTRICO Y TÉRMICO, 1995-2017



Fuente: CONUEE con información de INEGI y SENER.

Hasta el año 2005 la demanda del propio sector energético creció más rápido que la del resto de la economía.
A partir de 2006 se incrementa la eficiencia de las centrales eléctricas

**TENDENCIA DEL CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO Y
CONSUMO FINAL,
1990-2017
(Petajoules)**



Fuente: CONUEE con información del SIE de la SENER.

Panorama de las energías renovables en México en el año 2000

- A fines del año 2000, México contaba con **41,000 MW** de capacidad instalada.
 - **10,500 MW** estaban basados en energías renovables:
 - **9,600 MW** en centrales hidroeléctricas y
 - **855 MW** en energía geotérmica, en la CFE.
 - **480 MW** correspondían a inversión privada, la gran mayoría de ingenios azucareros, en general obsoletos.
 - **1,365 MW** en energía nuclear
- La capacidad restante la aportaban las centrales térmicas que operaban fundamentalmente a base de combustóleo.
- En el **Programa Sectorial de Energía 2001-2006** se incluyó, entre sus diez objetivos estratégicos, el de

“incrementar la utilización de fuentes renovables de energía y promover el uso eficiente y el ahorro de energía”,

y se estableció la meta de

*“instalar **1,000 MW** adicionales al programa de expansión de la CFE, basados en energías renovables, como solar, viento, minihidráulica, geotermia y biomasa”*

Medidas regulatorias impulsadas por la CRE

- La Comisión Reguladora de Energía fue una de las primeras dependencias gubernamentales que mostró su preocupación por este tema.
- La regulación expedida por la CRE fue crucial para el desarrollo de los proyectos de generación con energías limpias incluso desde antes de que el Congreso expidiera en 2008 la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.
- En 2001, 2004 y 2006 se emitieron los lineamientos expedidos por la CRE para establecer:
 - las condiciones de porteo
 - el banco de energía y
 - el respaldo de capacidad

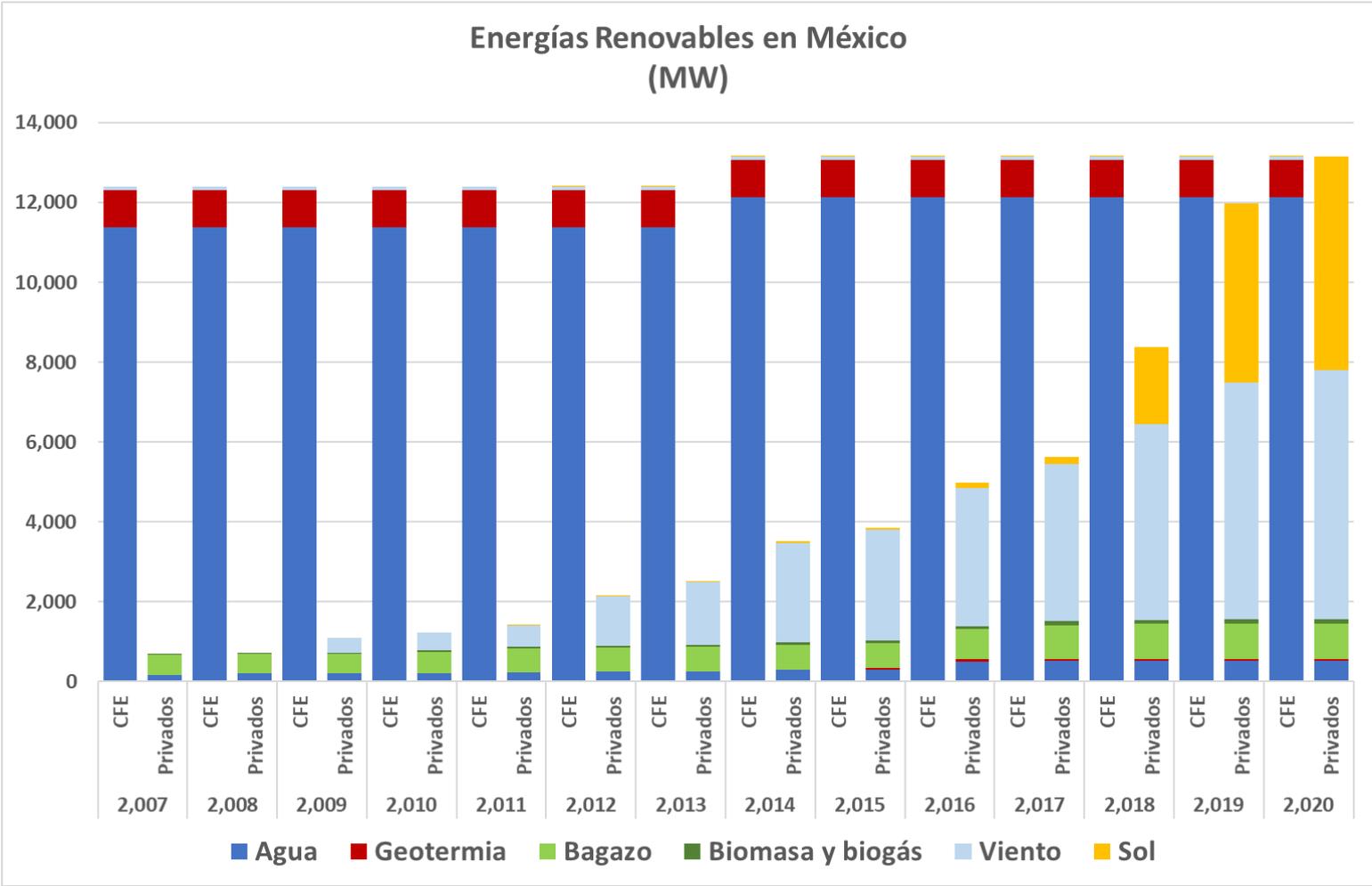
para centrales de energías renovables intermitentes (eólica, solar y minihidráulica sin control de flujo), las que resultaron fundamentales para romper las barreras de entrada que impedían que prosperaran los pocos permisos que habían sido otorgados.

- Sin embargo, fue hasta 2010, cuando se autorizó el porteo de estampilla para las energías limpias (“porteo verde”), que se logró detonar las inversiones en este tipo de proyectos.

Las medidas regulatorias tuvieron un gran impacto

2000-2005	2006-2010	2011-2015
Número de Permisos		
12	60	104
Capacidad autorizada en el periodo (MW)		
508	1,619	5,768
Capacidad instalada en el periodo (MW)		
75	600	2,621

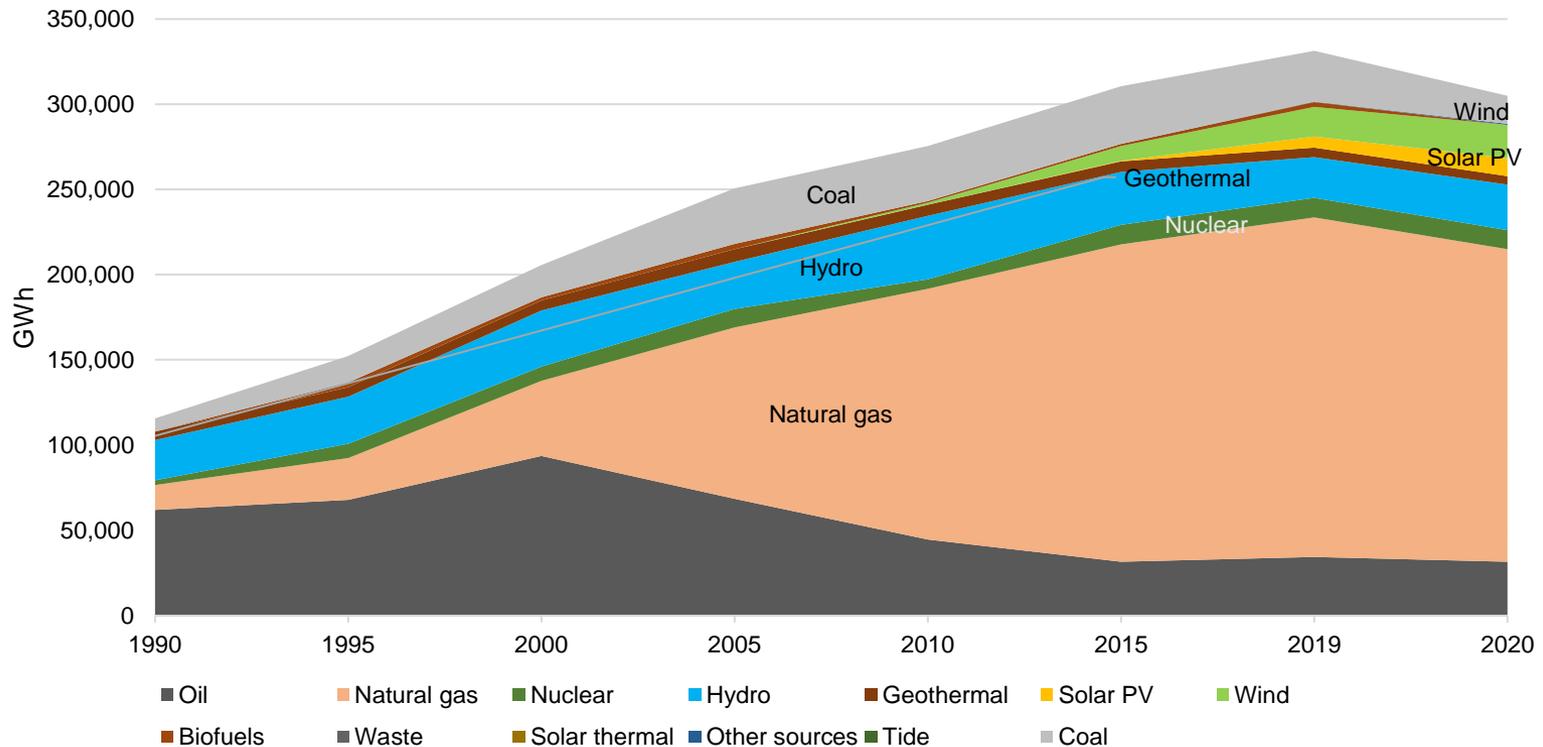
El crecimiento de la capacidad de generación con energías limpias ha sido casi exclusivamente en centrales eólicas y solares instaladas por el sector privado



Fuente: CRE: Permisos otorgados a sept. 2021

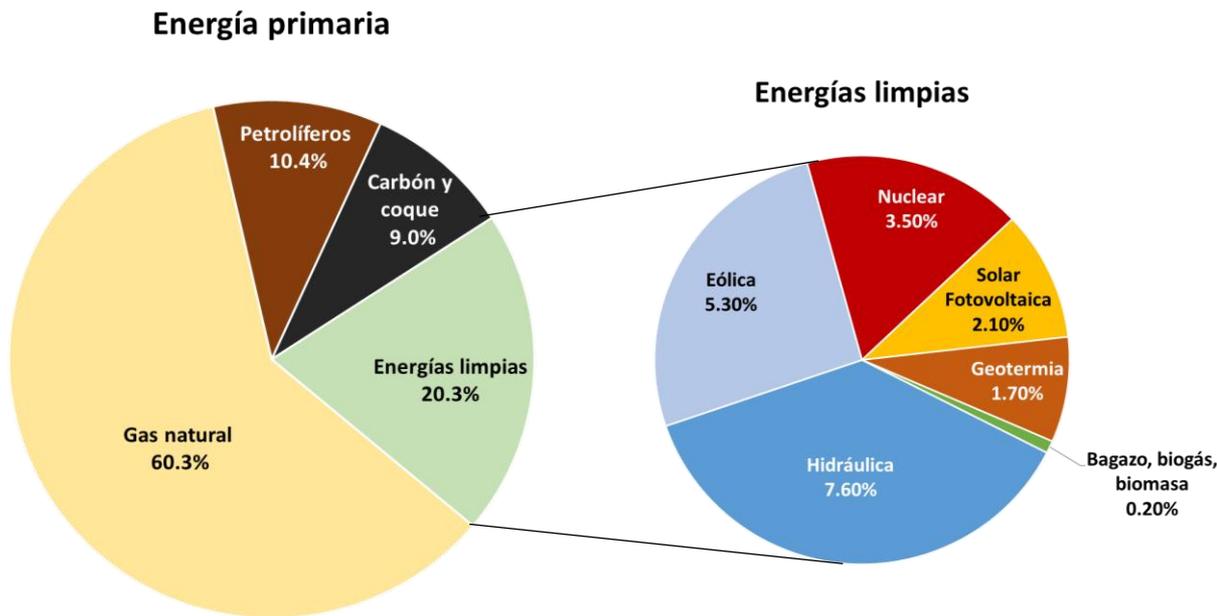
La participación del gas natural en la generación de electricidad se ha incrementado año con año, hasta alcanzar un **60.3%** de la generación en **2019**, al igual que el de las energías limpias, que aportaron el **20.3 %** de la energía generada

Generación de electricidad por tipo de fuente



La participación del gas natural en la generación de electricidad se ha incrementado año con año, hasta alcanzar un 60.3% de la generación en 2019, al igual que el de las energías limpias, que aportaron el 20.3 % de la energía generada

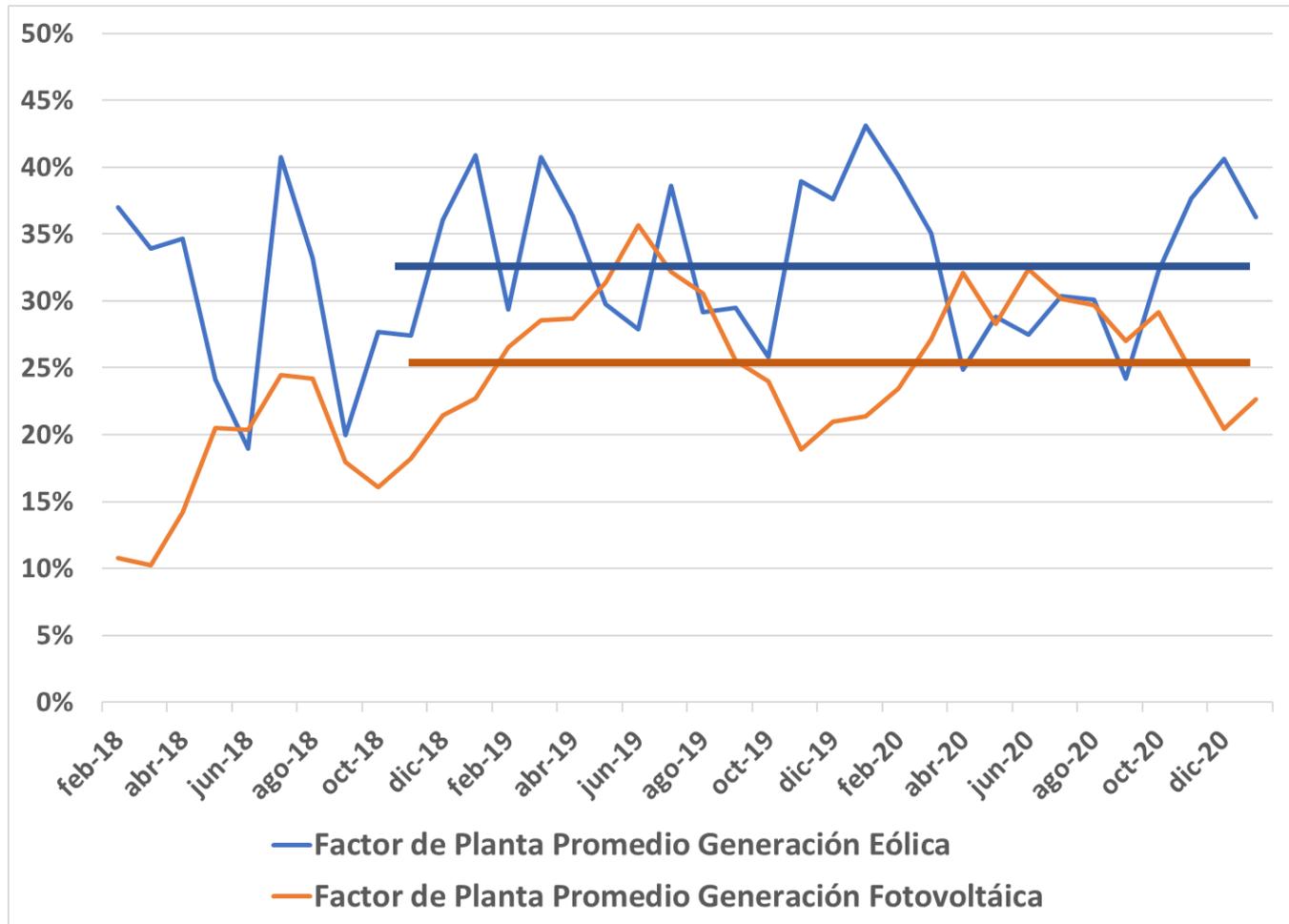
Generación de electricidad por tipo de fuente (2019)



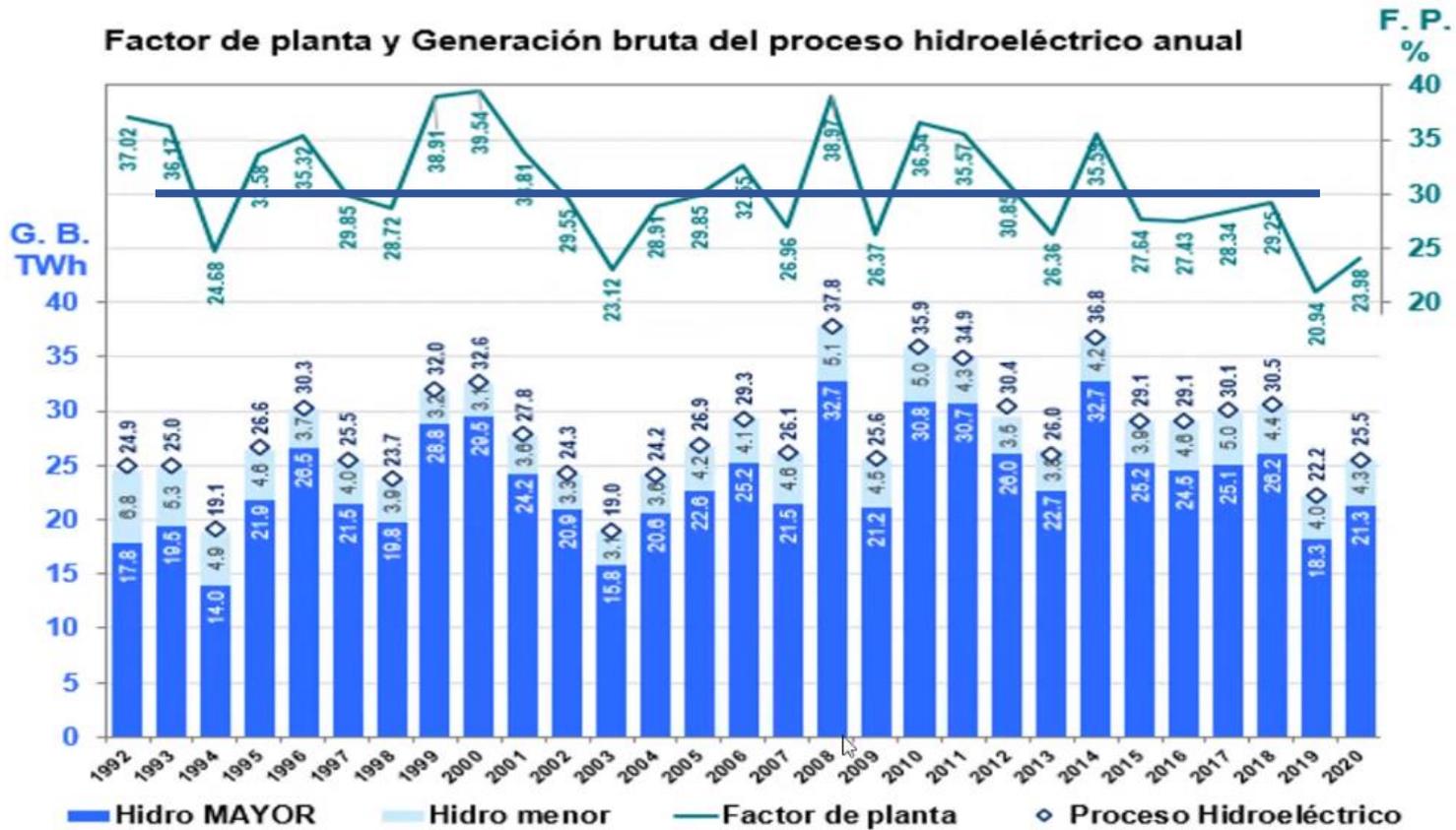
Generación de electricidad por tipo de tecnología (2019)

Tecnología	Porcentaje de Energía (%) - Año 2019
Ciclo Combinado	54.40%
Termica Convencional	12.27%
Hidroeléctrica	7.43%
Carboeléctrica	6.80%
Eólica	5.26%
Turbo Gas	5.15%
Nucleoeléctrica	3.43%
Fotovoltaica	2.64%
Geotermoelectrica	1.58%
Combustion Interna	1.00%

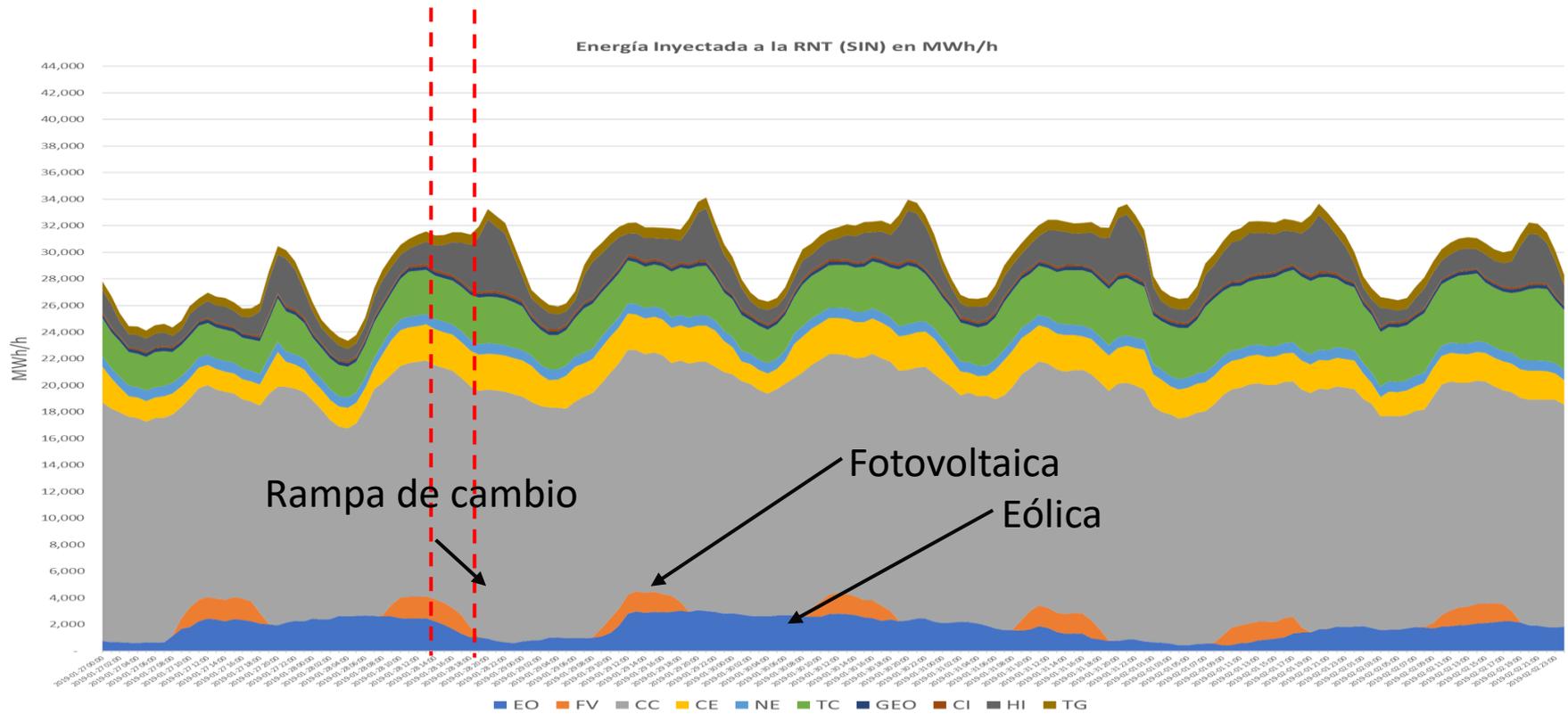
Los factores de planta de la generación eólica y solar son relativamente bajos



Pero similares a los factores de planta de la generación hidráulica

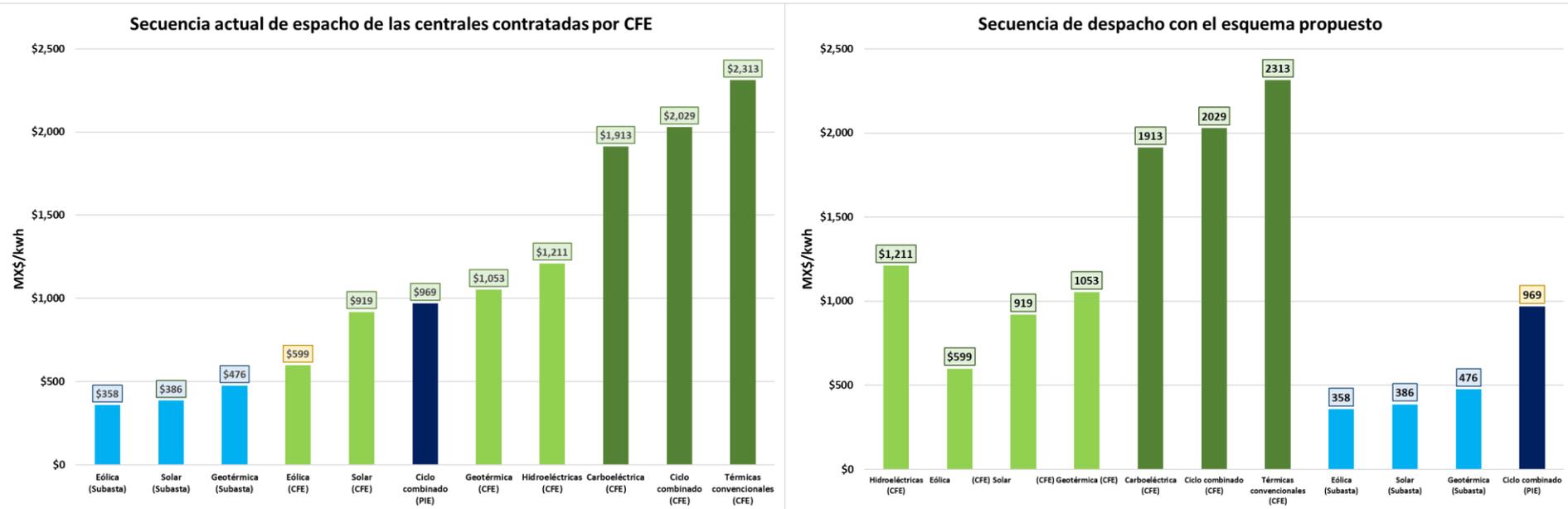


La energía es inyectada a la red de acuerdo a las reglas de despacho económico



La iniciativa de reforma constitucional pretende modificar las reglas de despacho

COSTOS DE LAS CENTRALES ELÉCTRICAS DE LA CFE, DE LOS PIÉS Y DE LAS CENTRALES DE ENERGÍA LIMPIA CON CONTRATO CON CFE RESULTADO DE LAS SUBASTAS DE LARGO PLAZO*



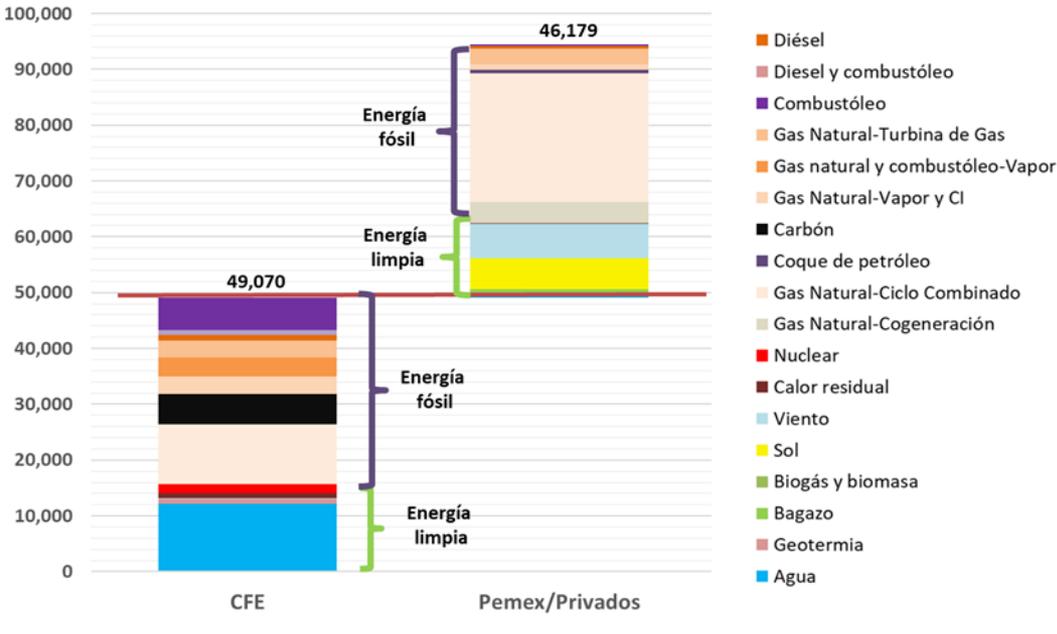
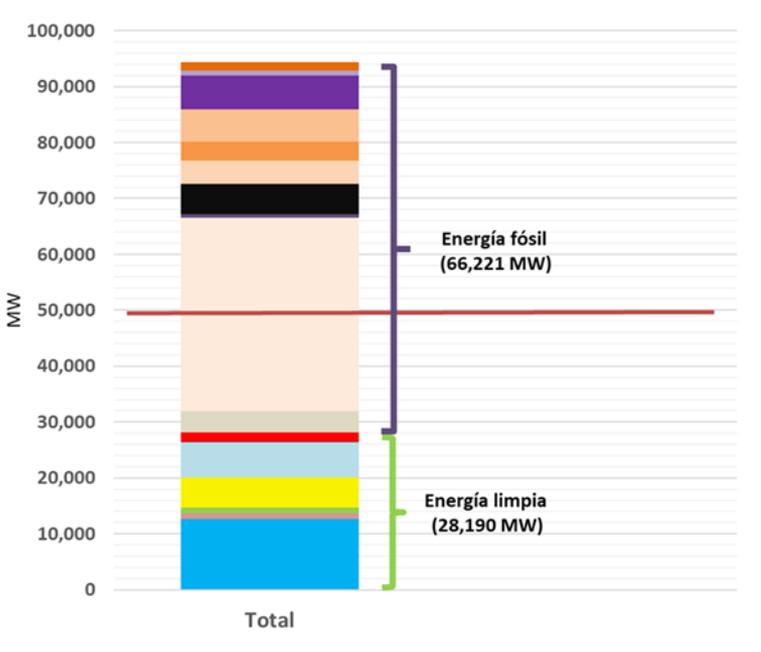
*Fuente: CRE

Las nuevas reglas de despacho dejarán fuera las centrales de energía renovable del sector privado

Demanda máxima del SEN vs Capacidad instalada

Bajo las reglas de despacho actuales primero se despachan las energías limpias

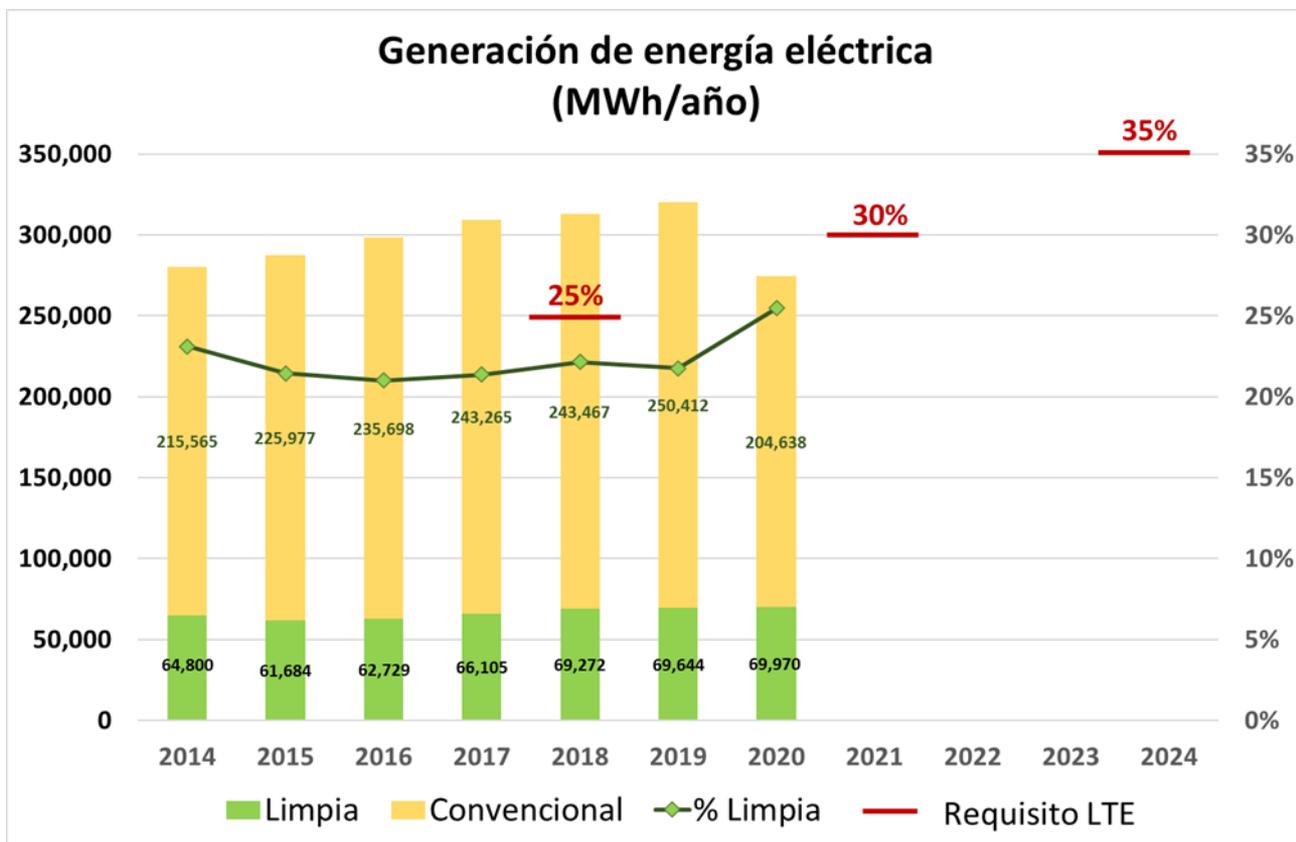
Bajo las reglas de despacho propuestas primero se despachan las centrales de CFE



Aún con las reglas de despacho actuales será imposible cumplir con las metas de contenido de energías limpias establecidas en la Ley de Transición Energética

En 2020, con dos años de retraso, se alcanzó la obligación legal de 25% de energía limpia.

Esto no se logró porque creciera la generación de energía limpia, sino porque cayó la demanda y, en consecuencia, se generó menos electricidad con energía fósil.



Los costos evitados a CFE son significativamente mayores que los precios de la energía limpia

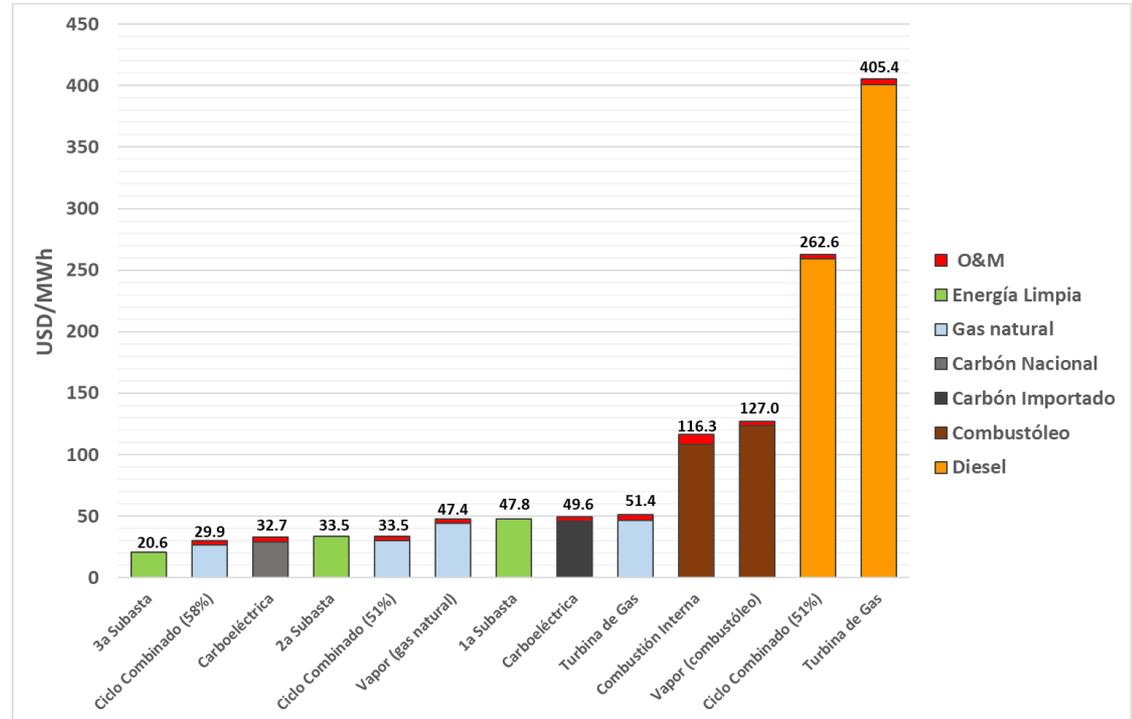
Precio de energía limpia + CEL adquirida a través de subastas

Subasta	Precio de energía + CEL (USD/MWh)
1ª subasta	47.78
2ª subasta	33.47
3ª subasta	20.57

Precio de CEL que tuvieron que ser adquiridos por CFE en el mercado

Subasta	Precio de energía + CEL (USD/MWh)
2018	15.90
2019	16.00
2020	15.21

Costos variables evitados vs precios de energías limpias



Fuente: cálculos propios con información de precios de combustibles del Pronuario Estadístico de junio 2021 de SENER

Aún en aquellos casos en que el precio de subasta es mayor que el costo marginal de la central térmica que es desplazada del despacho, la diferencia es menor que el costo para la CFE de adquirir el CEL en el mercado

Posible impacto de la imposición de límites regionales a las emisiones contaminantes

- Para la planeación estratégica de largo plazo, empresas y naciones utilizan cada vez más el concepto de costos equivalentes:

Costo equivalente: Costos del bien o servicio + Costo de emisiones asociadas

- Para estimar el impacto de una eventual imposición de límites a las emisiones contaminantes a nivel regional, como ya ocurre en el mercado europeo, es necesario determinar los costos marginales equivalentes que aplicarían para las diferentes tecnologías en el despacho económico.
- El costo de las emisiones se puede estimar a través de los costos de adquisición de derechos en mercados líquidos de referencia.

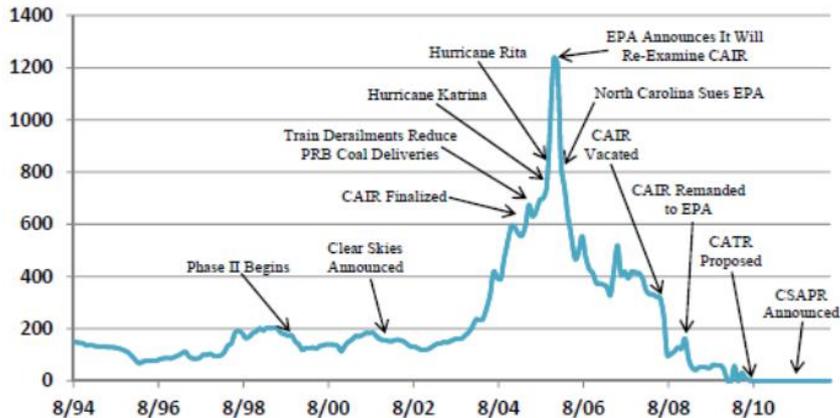
Costo marginal equivalente: Costos variables + Costo de derechos de emisión

Mercado de derechos de emisiones

- Los mercados de derechos de emisión permiten reducir las emisiones de manera más económica que si cada emisor se ve obligado a alcanzar de manera individual el porcentaje deseado de reducción.
- Los derechos de emisión le otorgan a cada participante el derecho a emitir una determinada cantidad de gases a la atmósfera. Los derechos son transferibles: se pueden comprar o vender.

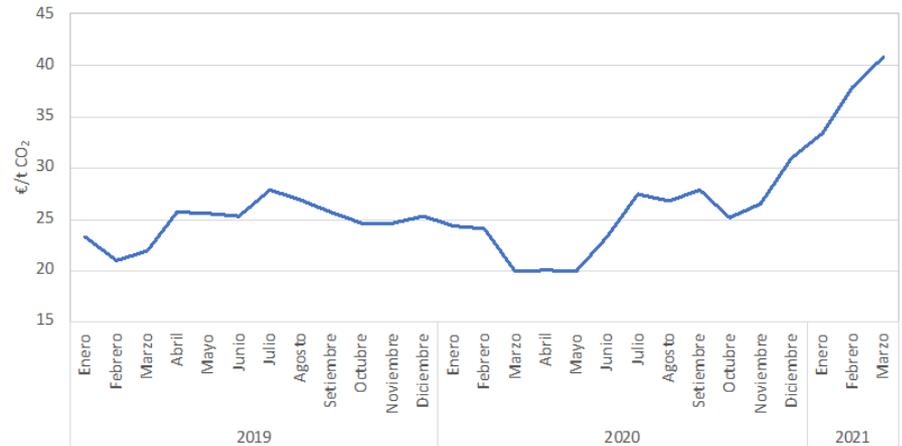
Mercado de Derechos de Emisión de SO₂ Estados Unidos (1994-2010)

Precio de los derechos de emisión de SO₂ (USD de 2015/t)



Mercado de Derechos de Emisión de CO₂ Unión Europea (2005-)

Precio de los derechos de emisión de CO₂



Al considerar los costos variables equivalentes, las ventajas relativas de las energías renovables son aún más evidentes

