



Retos y oportunidades del sector energético

Francisco Barnés de Castro

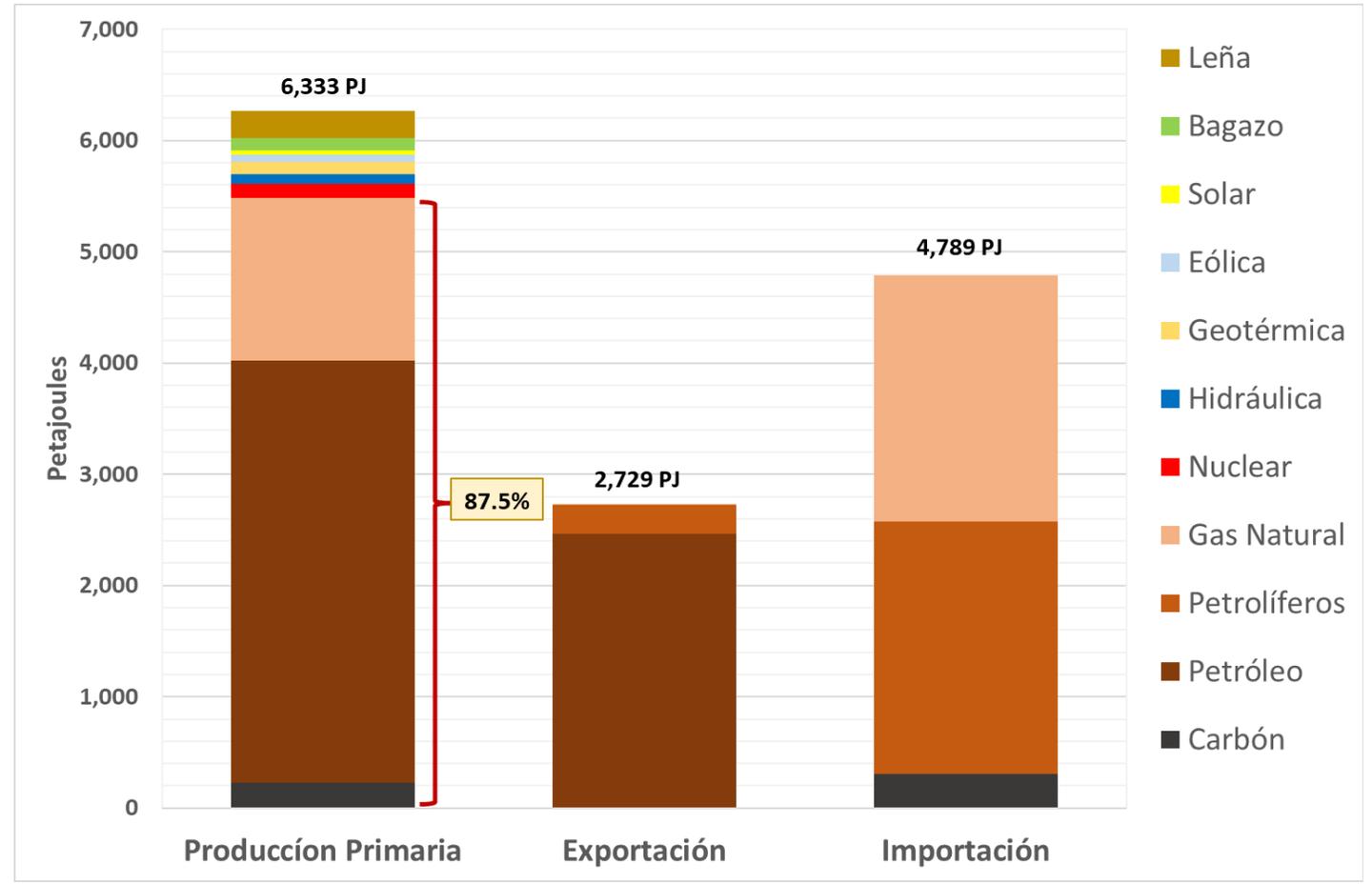
Agosto 19, 2021

- I. Matriz Energética
- II. Petróleo
- III. Petrolíferos
- IV. Gas Natural
- V. Electricidad
- VI. Retos y Oportunidades

I.- Matriz Energética

Balance nacional de energía

- ❖ Las **energías fósiles** aportan **87.5%** de la energía producida
- ❖ México es un **importador neto** de energía.
 - Exportamos petróleo e importamos gas natural y petrolíferos.

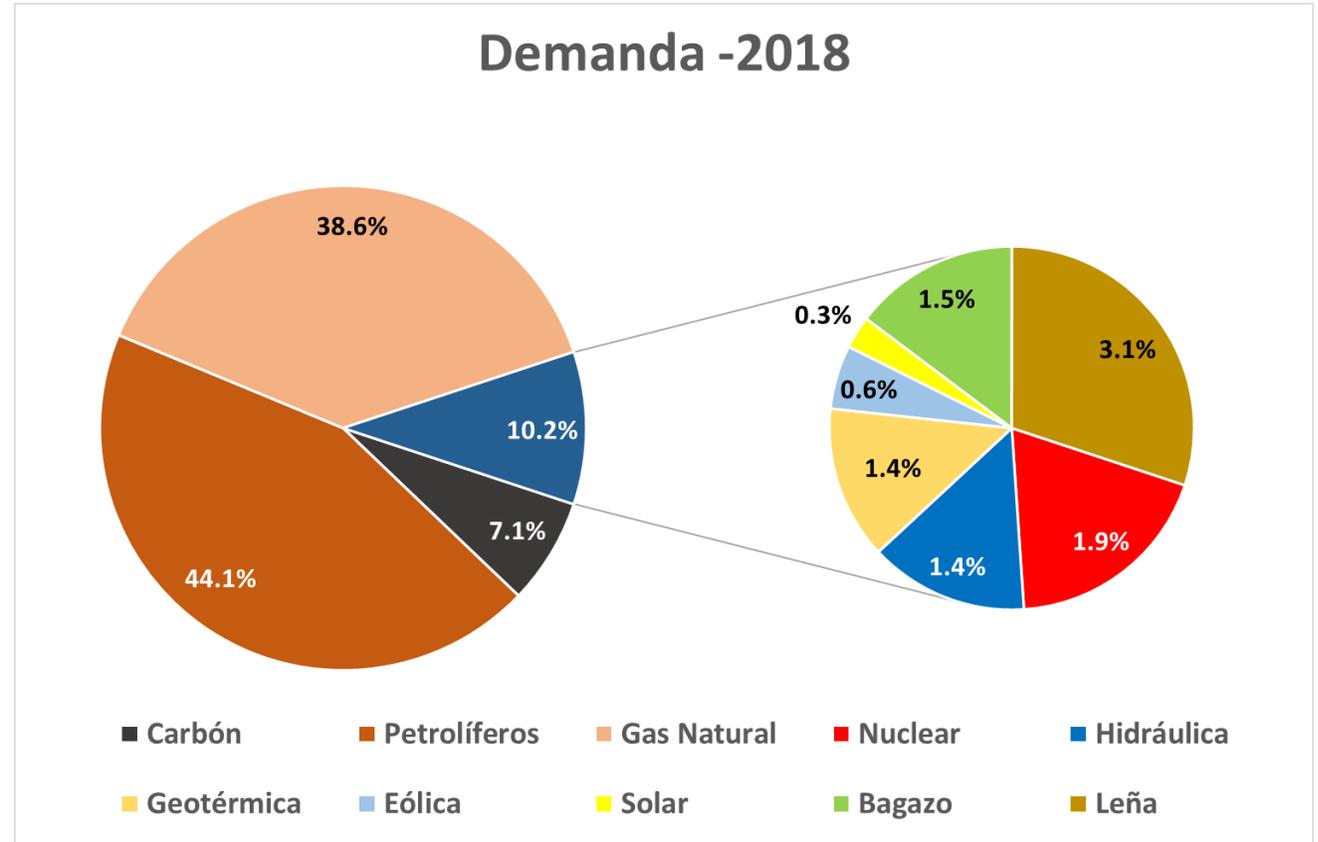


Fuente: Secretaría de Energía. Balance Nacional de Energía 2019

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**



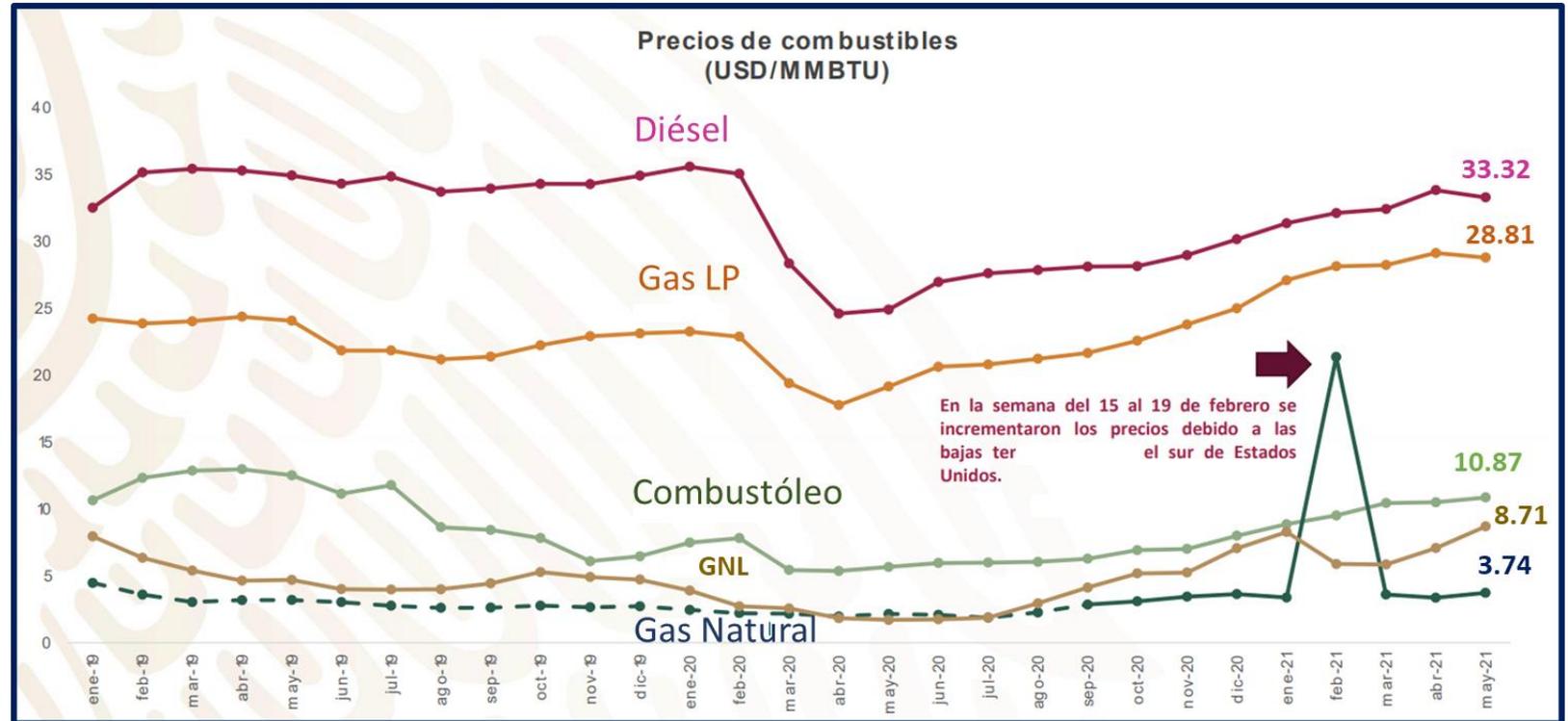
Fuente: Secretaría de Energía. Balance Nacional de Energía 2019

Precios relativos de combustibles

❖ El gas natural no solo es el combustible más barato, sino también el más fácil de transportar y el que contamine menos

❖ En México el gas natural es:

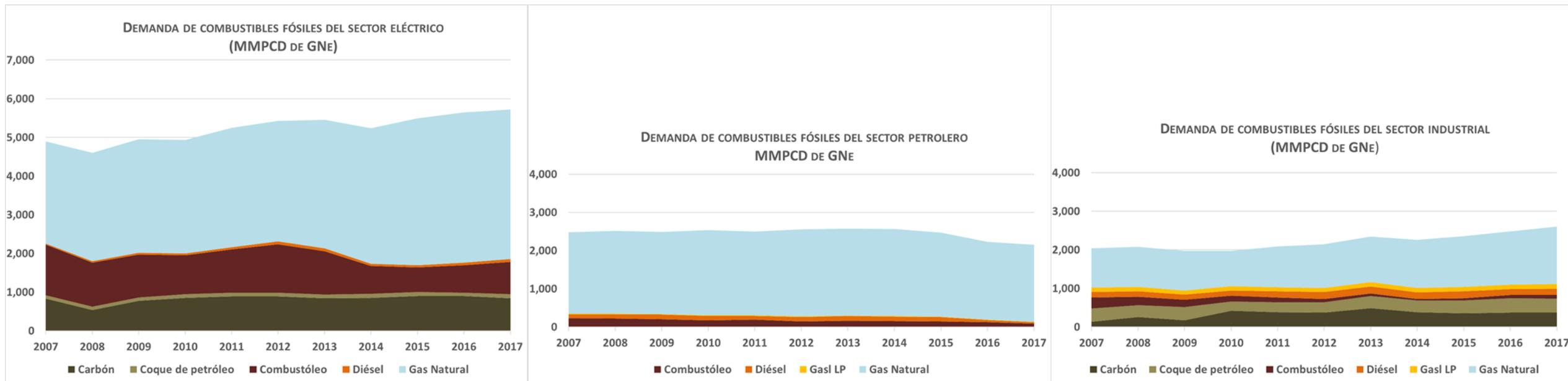
- **3** veces más barato que el combustóleo
- Entre **8** y **9** veces más barato que el GLP y el diésel



Fuente: SENER. Pronóstico Estadístico Junio 2021

Demanda de combustibles industriales

❖ La demanda de combustóleo ha sido desplazada en todos los sectores por el gas natural, tanto por su ventaja de precio como por su menor impacto sobre la salud y sobre el medio ambiente.

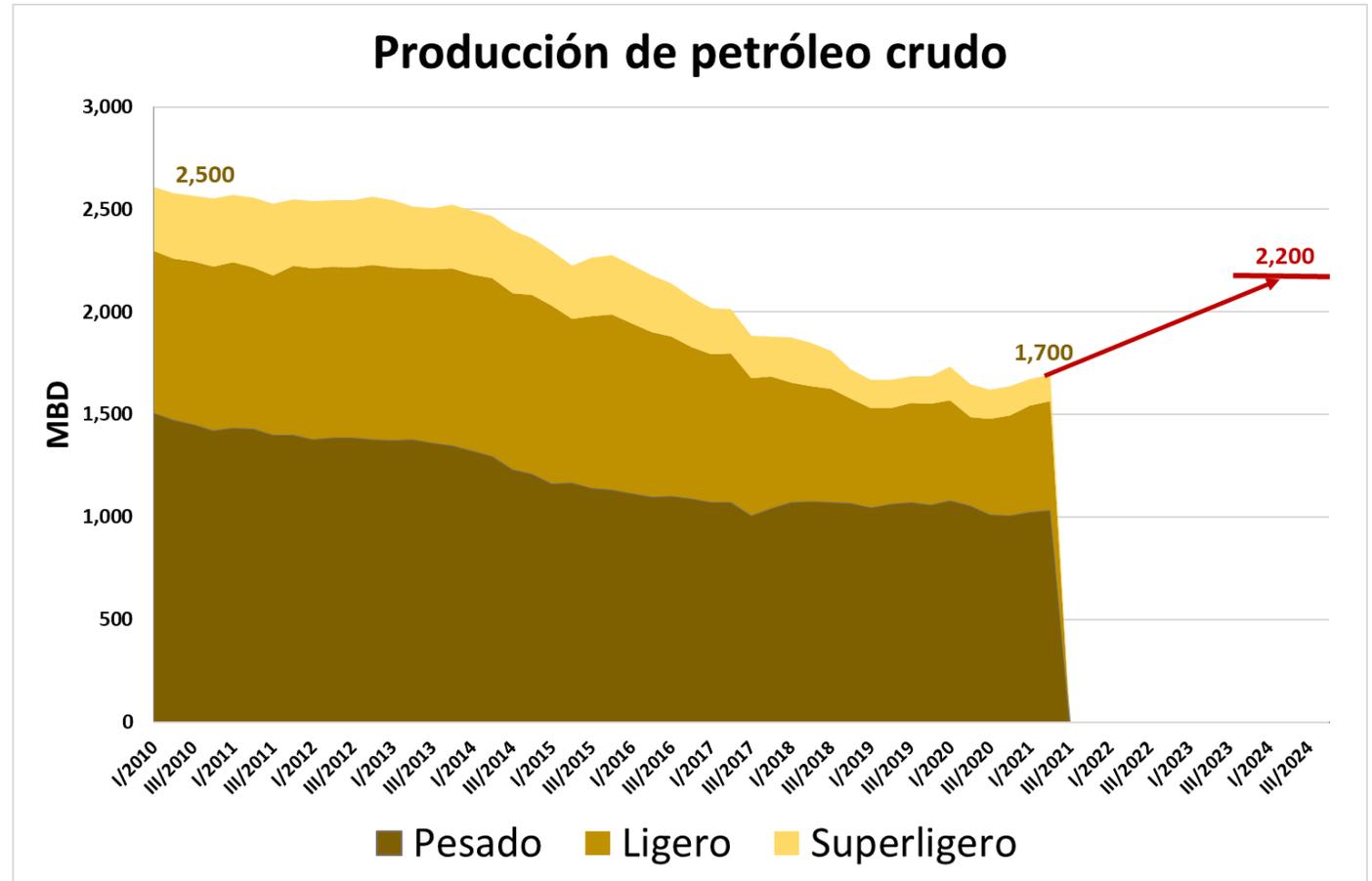


II.- Petróleo

Producción de petróleo crudo

- ❖ Pemex está produciendo dos terceras partes del petróleo que producía hace diez años:
 - 2010: **2,500 MBD**
 - 2021: **1,700 MBD**
- ❖ Se ve muy difícil de alcanzar la meta de **2,200 MBD** para el final de la presente administración.

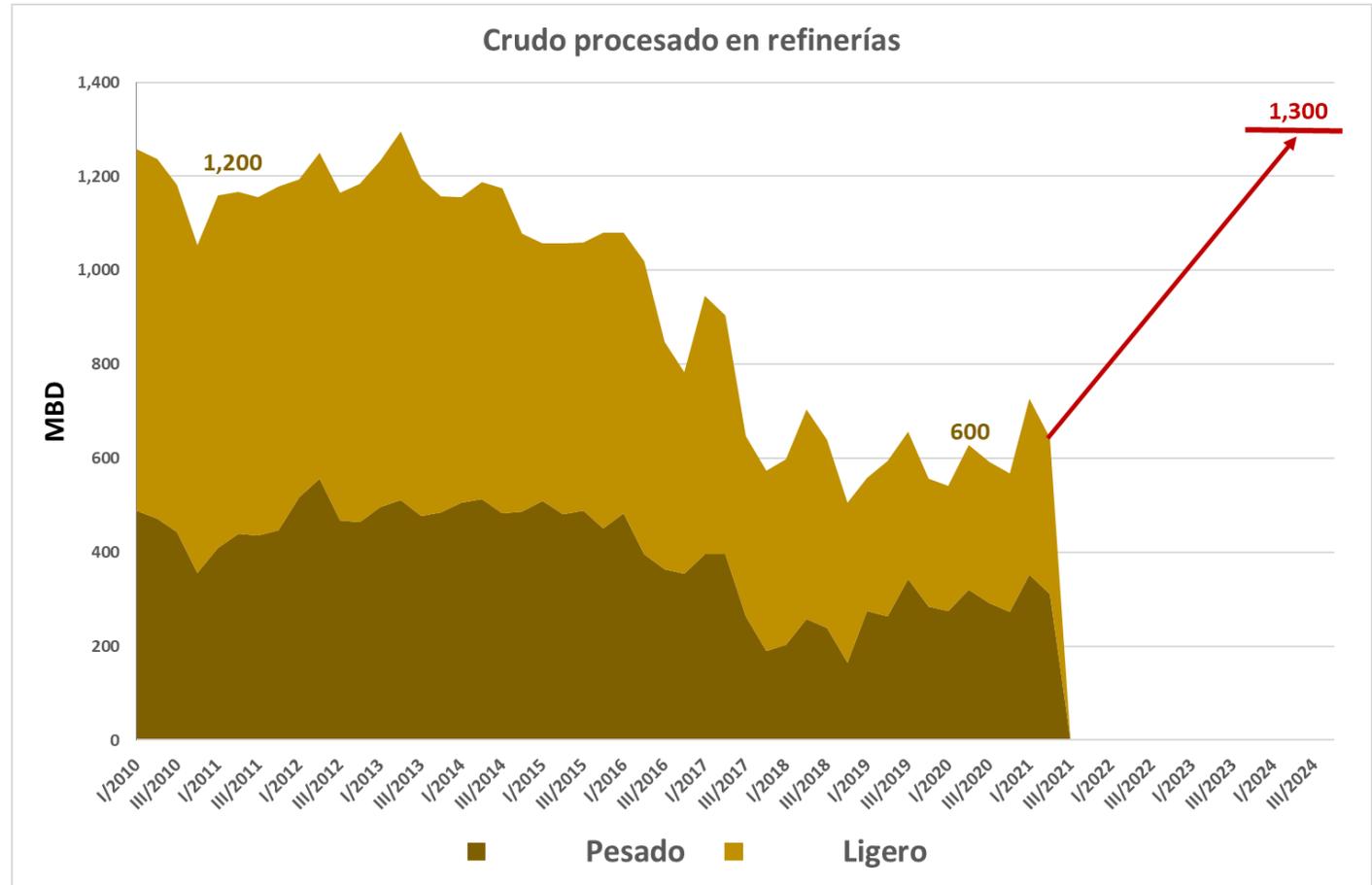
* MBD: Miles de barriles diarios



Fuente: Secretaría de Energía. Sistema de Información Energética

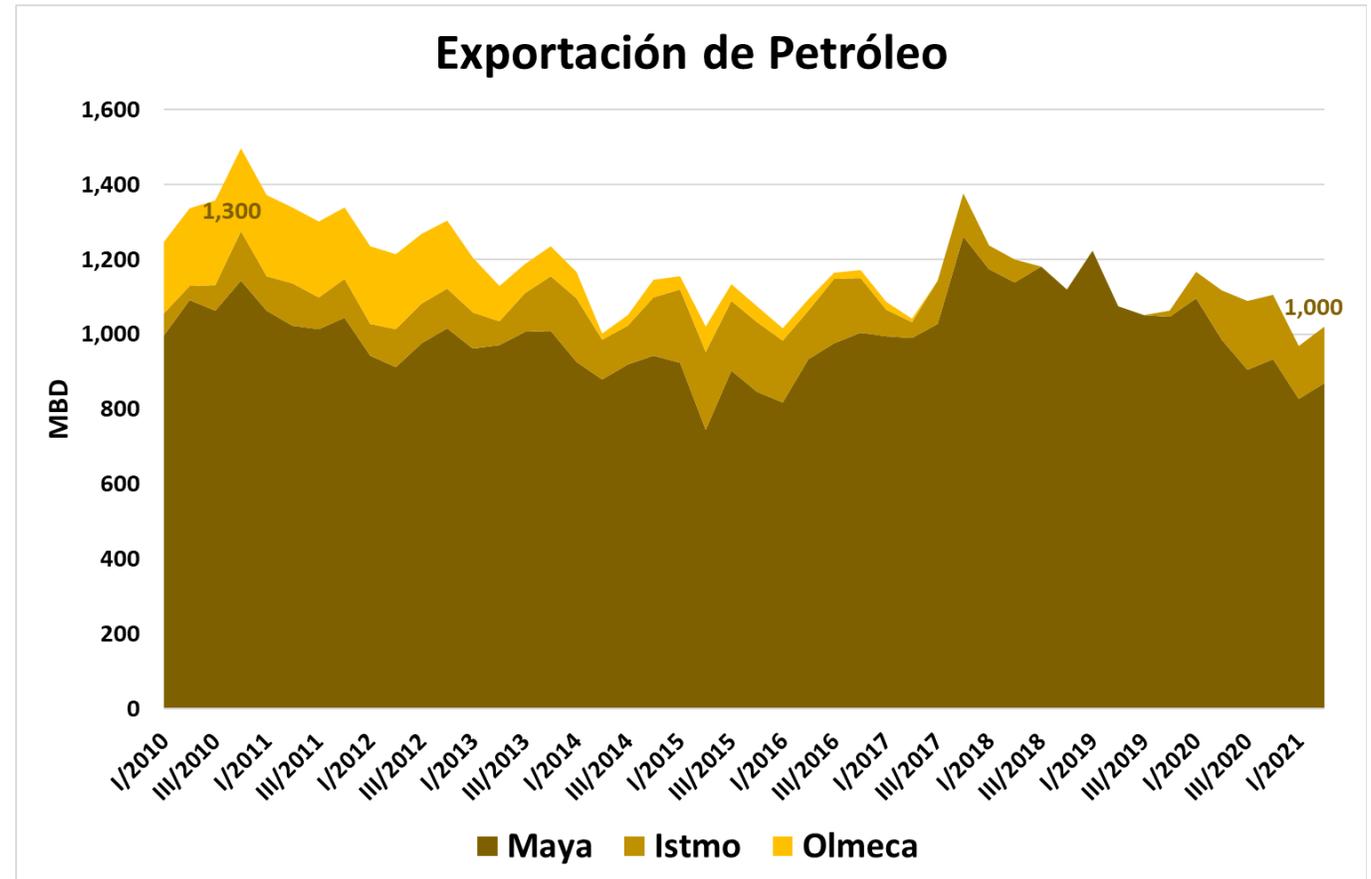
Crudo procesado en el SNR

- ❖ El volumen de crudo procesado en el SNR ha caído a la mitad de lo que se procesaba hace diez años:
 - 2005-2010 **1,300,000 B/D**
 - 2010-2015 **1,200,000 B/D**
 - 2017-2021 **600,000 B/D**
- ❖ A pesar de los esfuerzos de la presente administración, no se ha podido levantar la producción.
- ❖ También se ve muy difícil alcanzar la meta de regresar las seis refinерías al nivel de operación de 1,300 MBD.



Fuente: Secretaría de Energía. Sistema de Información Energética

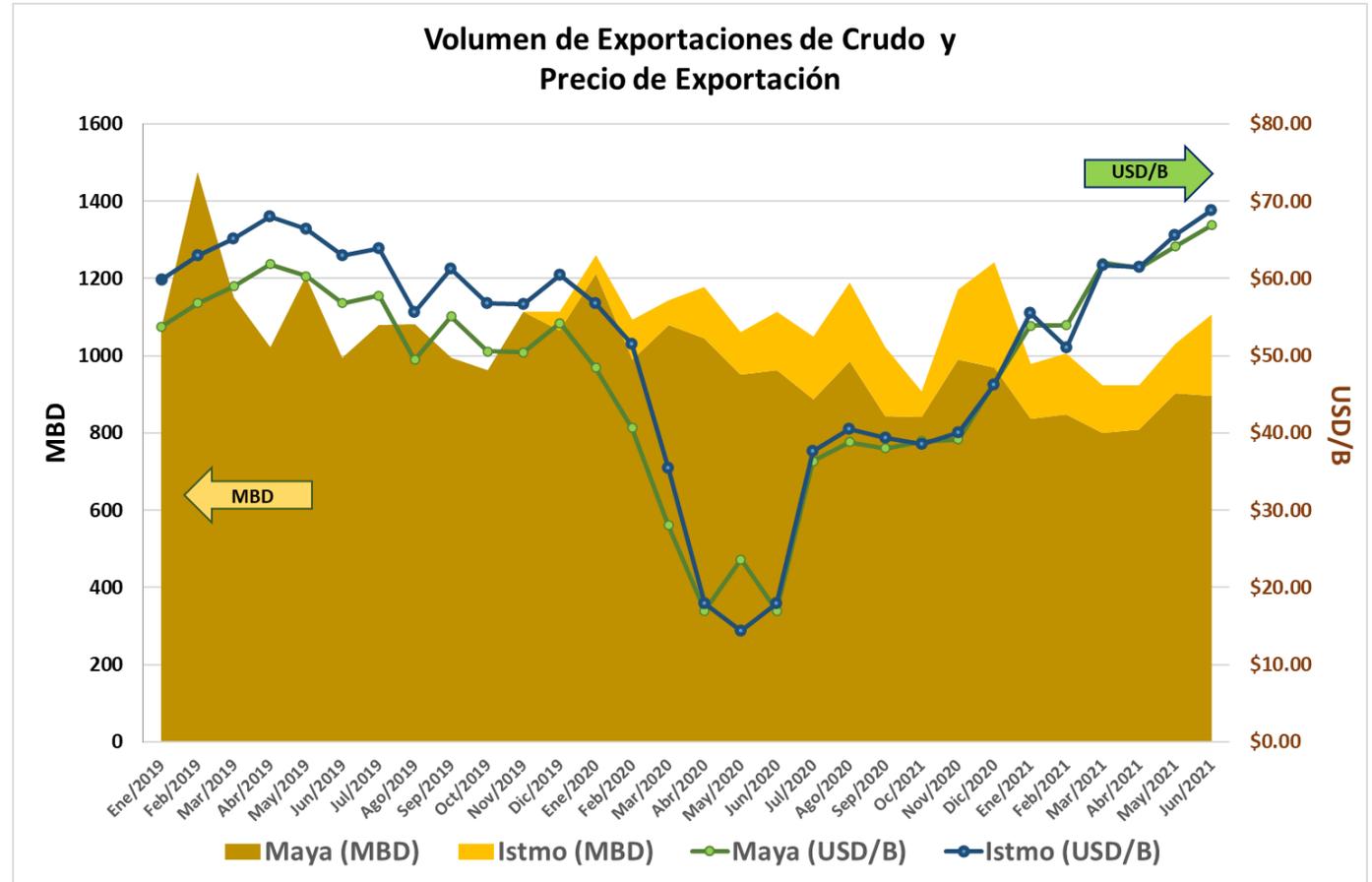
- ❖ El primer semestre del año se exportaron **1.0 MMBD**, mientras que hace diez años se exportaban **1.3 MMBD**.
- ❖ Las exportaciones consisten fundamentalmente de crudo Maya.



Fuente: Secretaría de Energía. Sistema de Información Energética

Volumen y valor de las exportaciones recientes

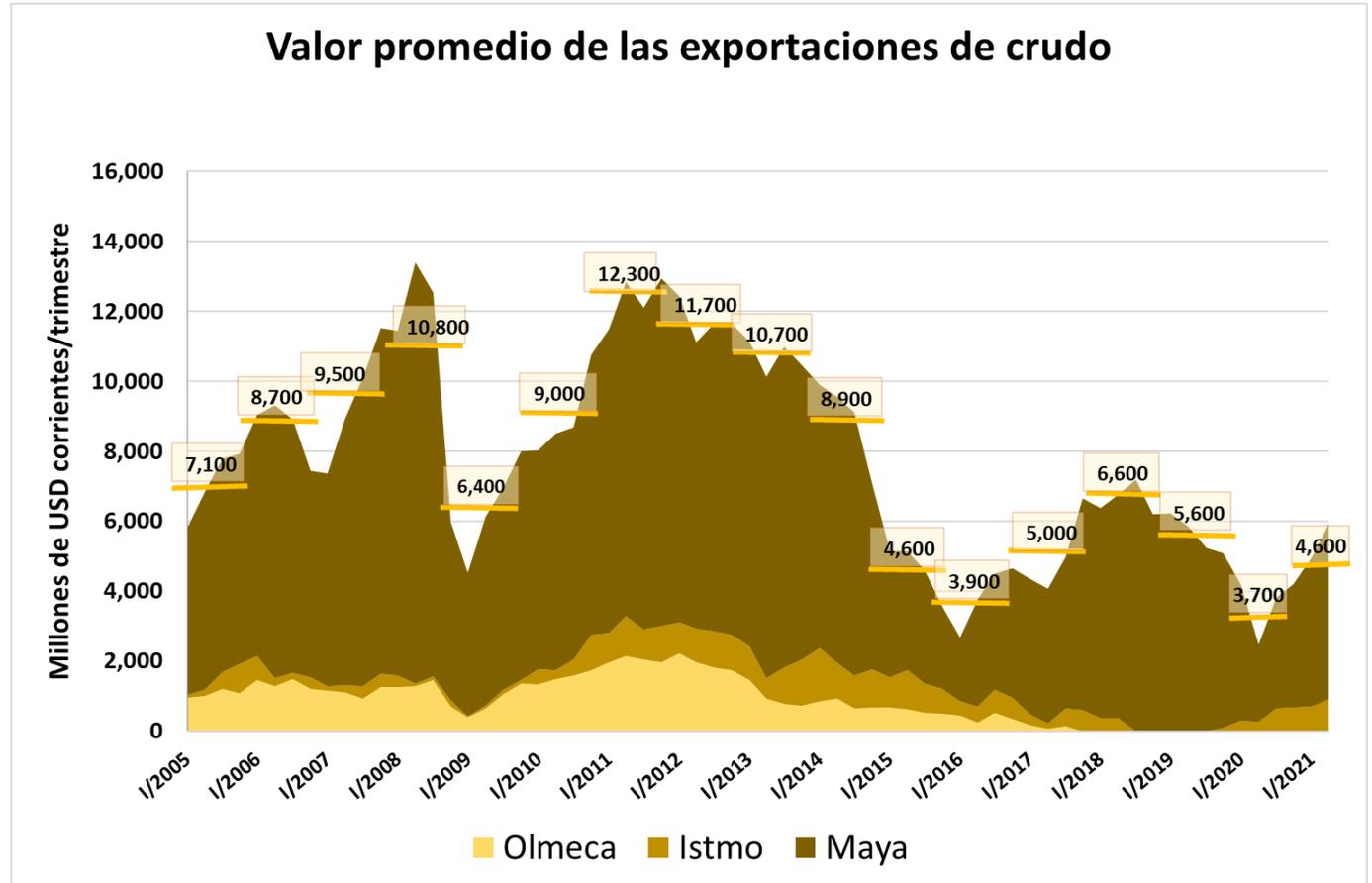
- ❖ Pemex ha tenido que incrementar las exportaciones de crudo ligero para mantener el volumen de exportaciones.
- ❖ El precio promedio de venta se ha recuperado.
- ❖ Desde el año pasado se cerró la brecha favorable de precio entre el crudo Istmo y el crudo Maya.



Fuente: Secretaría de Energía. Sistema de Información Energética

Valor de las exportaciones de crudo

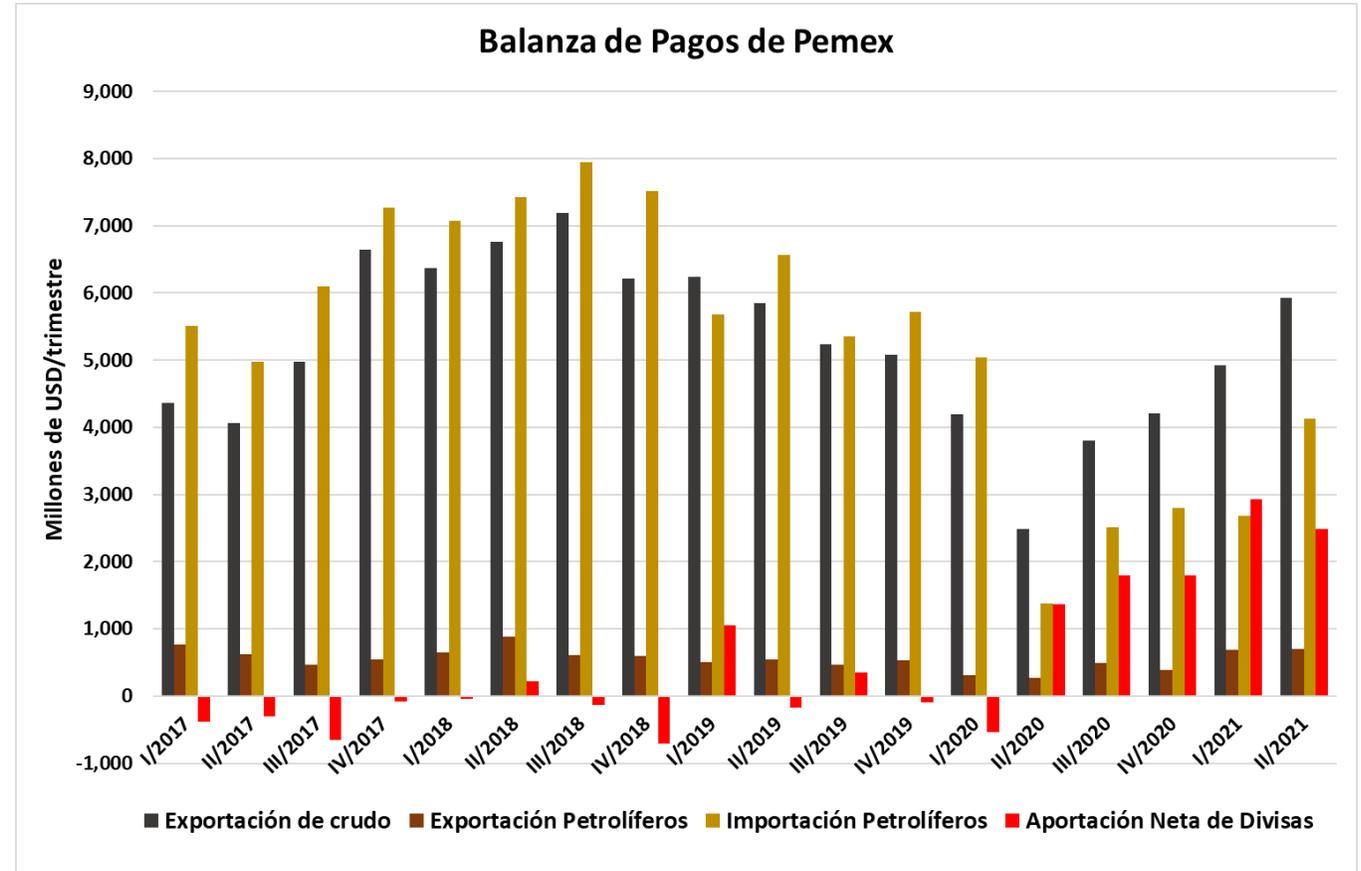
- ❖ Los ingresos petroleros a lo largo de estos últimos quince años han sido muy variables.
- ❖ En **2011** las exportaciones de petróleo representaron un ingreso promedio de **12,300 MMUSD por trimestre**.
- ❖ El ingreso reportado por las exportaciones del **primer semestre de este año** fue de **4,600 MM USD**.



Fuente: Secretaría de Energía. Sistema de Información Energética

Contribución a la balanza de pagos

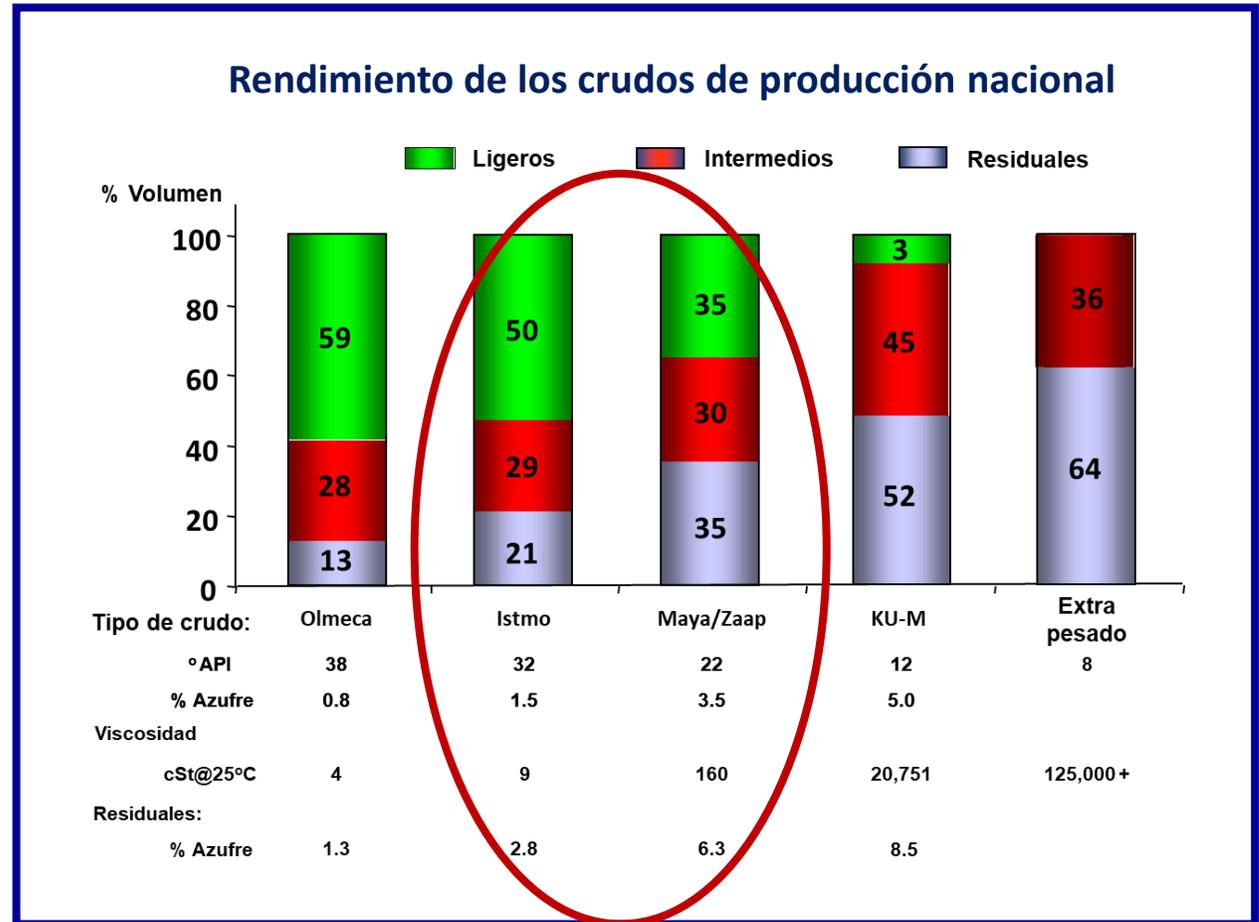
- ❖ Pemex ha dejado de ser un importante contribuyente a la balanza de pagos del país.
- ❖ Su contribución ha mejorado en los últimos dos años, pero esto se debe a que los importadores privados de diésel y gasolina han venido desplazando a PEMEX.
- ❖ Los ingresos por la exportación de petróleo y petrolíferos **resultan ya insuficientes** para cubrir los costos de los productos petrolíferos que el país importa.



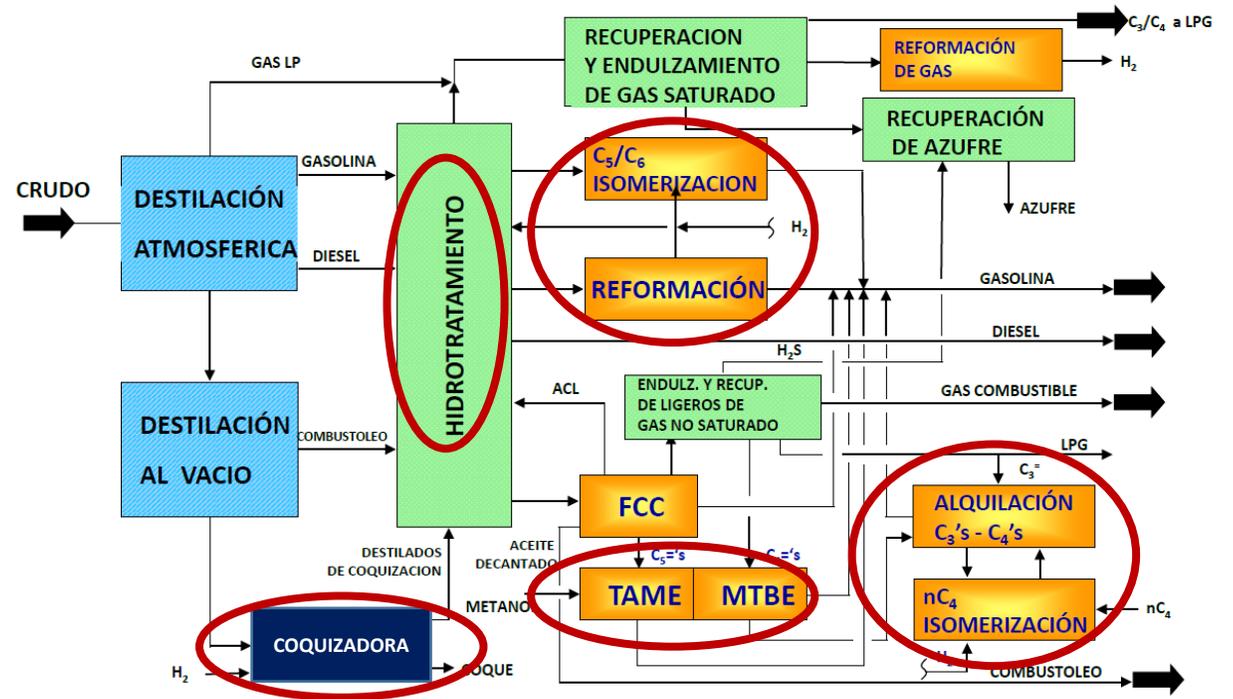
Fuente: Secretaría de Energía. Sistema de Información Energética

III.- Petrolíferos

- ❖ El Sistema Nacional de Refinación (SNR) consta de **seis refinерías** con más de **40 años en operación**.
- ❖ Las dos últimas, Cadereyta y Salina Cruz, entraron en operación en 1979.
- ❖ Su capacidad nominal de diseño es de **1.6 MMBD**, aunque **tradicionalmente procesaban 1.3 MMBD**.
- ❖ Las seis refinерías **fueron diseñadas para operar con crudo ligero**.
- ❖ La operación actual del sistema con crudo más pesado implica:
 - **menor cantidad de productos ligeros;**
 - **mayor cantidad de combustóleo y de peor calidad.**



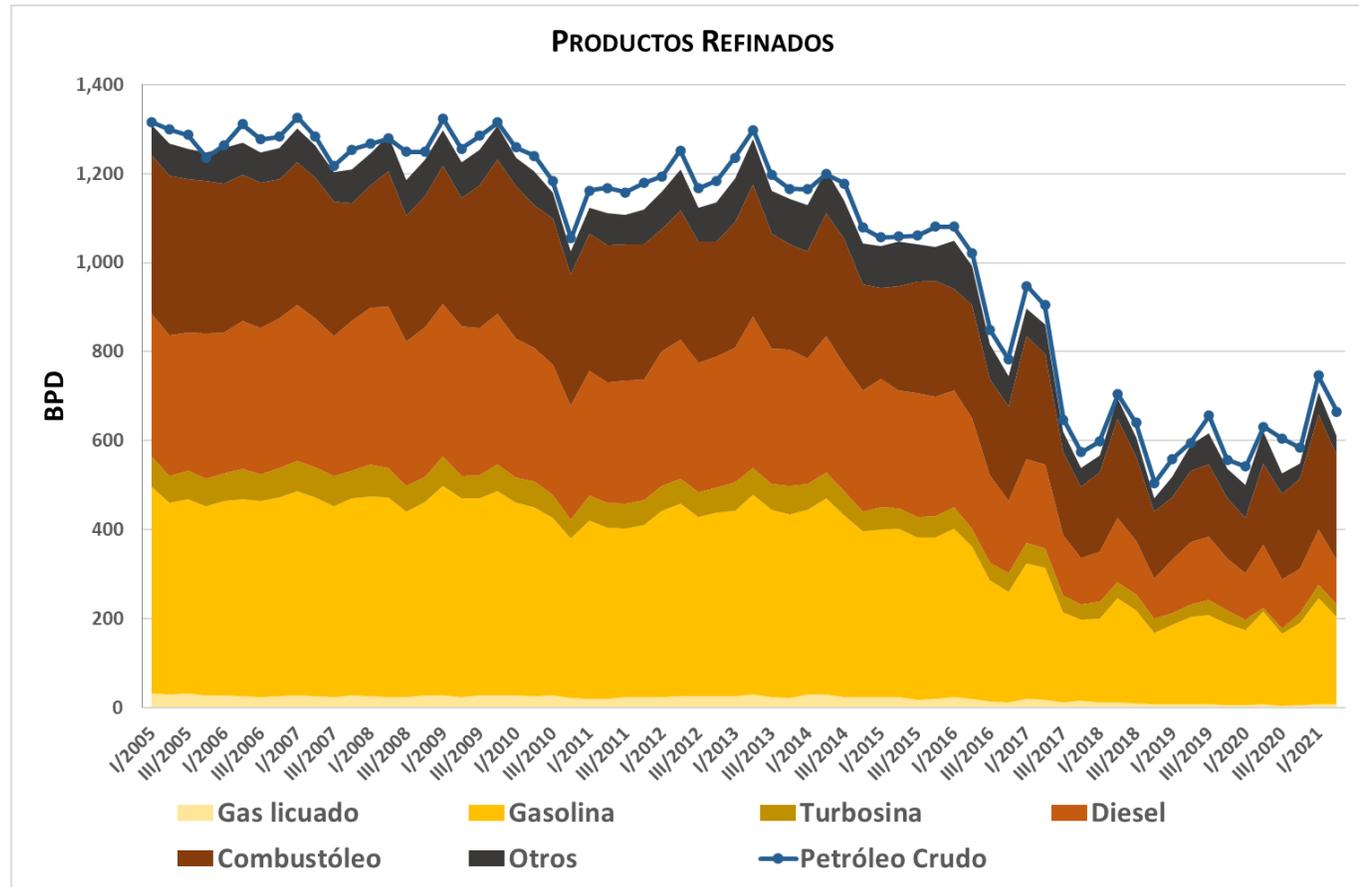
- ❖ Mientras que las refinерías de la región con las que competimos se han ido modernizando a lo largo los años, **las nuestras se han ido quedando cada vez más rezagadas.**
- ❖ **Pocos cambios han ocurrido a lo largo de los años.** Los más importantes son los siguientes:
 - Nuevas plantas de proceso para **mejorar la calidad de los combustibles.**
 - Se agregaron **plantas coquizadoras** en las refinерías de Madero y Cadereyta, para poder procesar crudo pesado.
 - Un **nuevo tren de refinación** en Minatitlán que incluye una planta coquizadora.
 - Se inició la construcción de una **planta coquizadora** en la refinерía de Tula.
- ❖ El resto de las **plantas ha sufrido muy pocas modificaciones.**



❖ Tanto su nivel de conversión a productos de alto valor como su eficiencia térmica son más bajas que la de las refinерías con las que compete en la región.

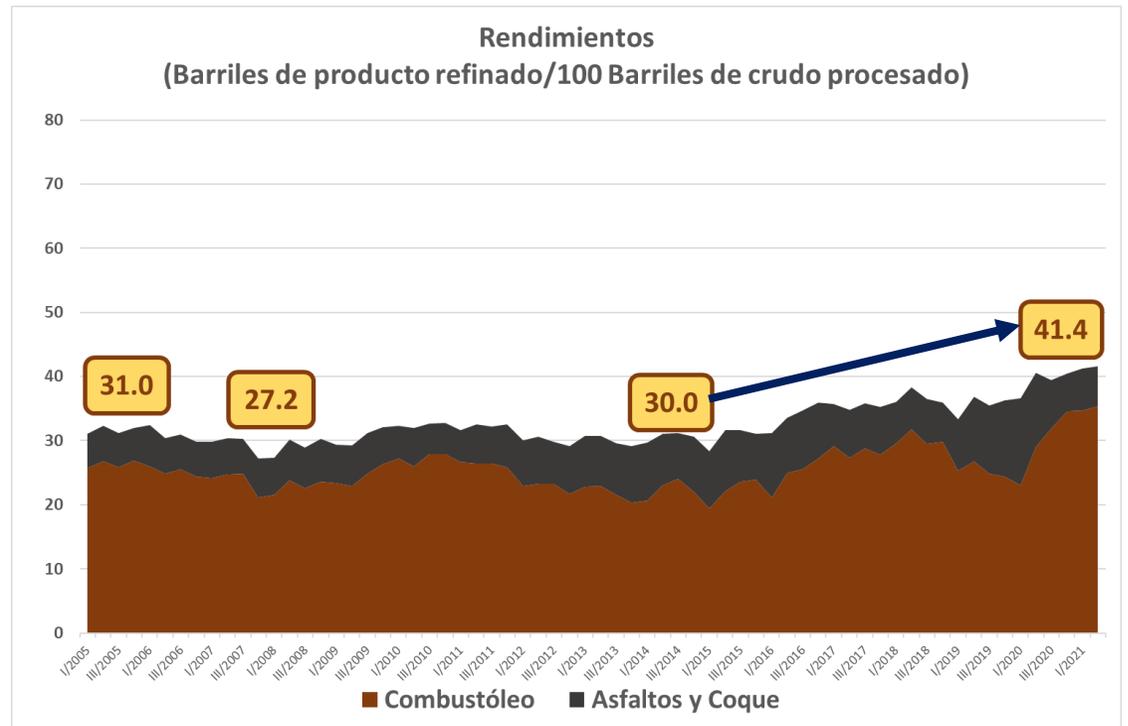
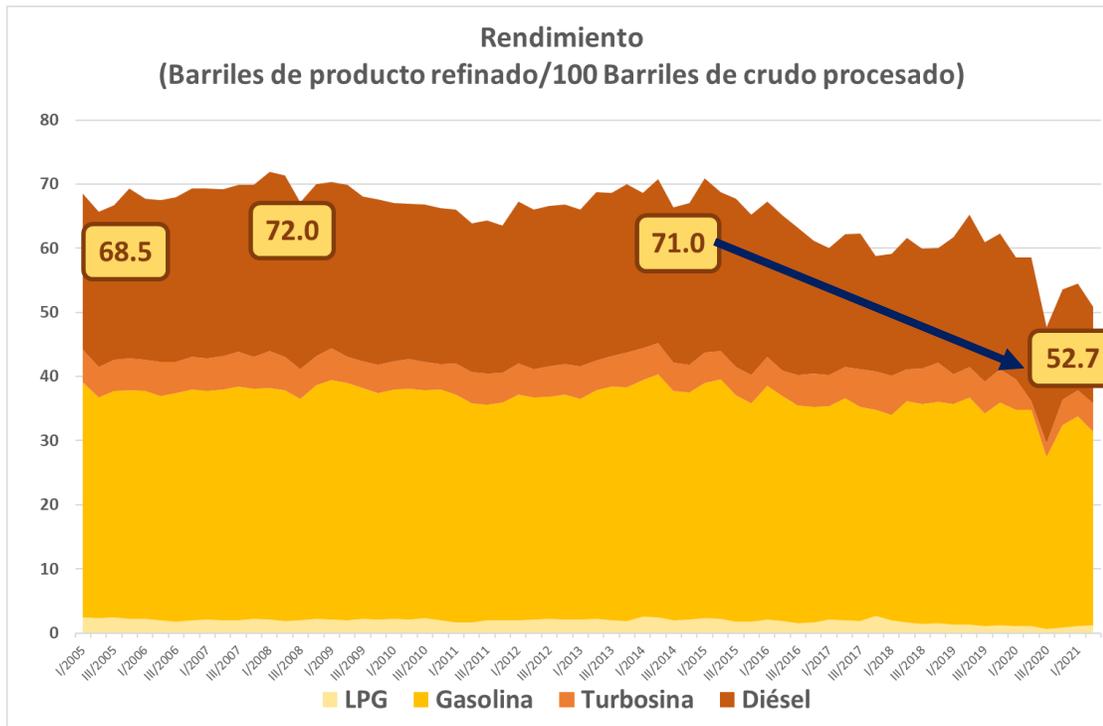
Producción de petrolíferos

- ❖ Durante la administración pasada se tomó la decisión de reducir el nivel de operación del SNR y minimizar así sus pérdidas.



Fuente: Secretaría de Energía. Sistema de Información Energética

❖ Por problemas en la operación que no han podido ser superados, la producción de gasolina y diésel decayó más que la de combustóleo.

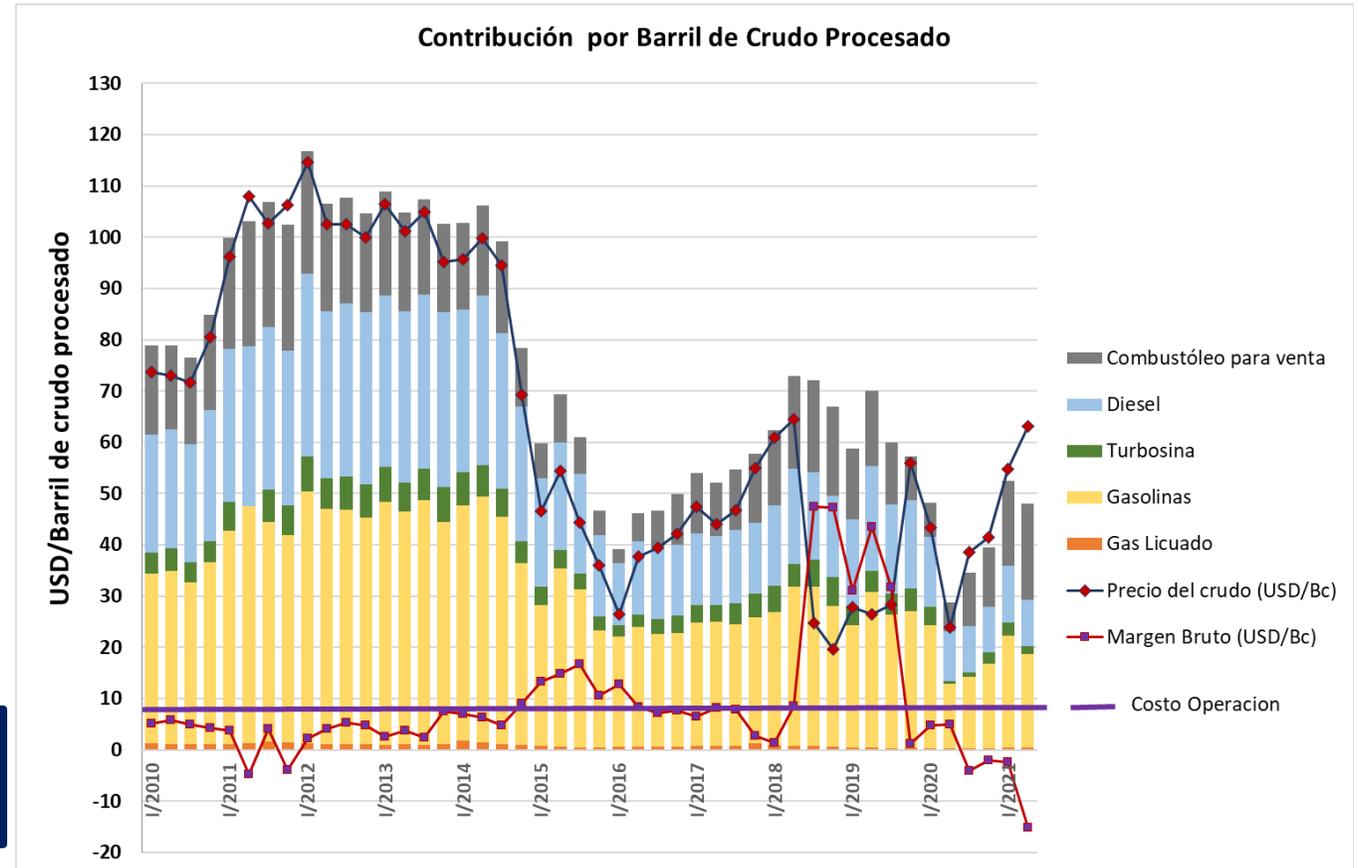


Fuente: Secretaría de Energía. Sistema de Información Energética

Margen bruto por barril de crudo procesado

- ❖ Para este análisis el **margen bruto** se determinó con base a los **precios del comercio internacional de Pemex**:
 - precios de importación para gas licuado, gasolina, turbosina y diésel, y
 - precios de exportación para crudo y combustóleo.
- ❖ El margen bruto así definido representa el **costo de oportunidad de procesar un barril de petróleo crudo en el SNR**, en lugar de exportarlo e importar los correspondientes productos de refinación.

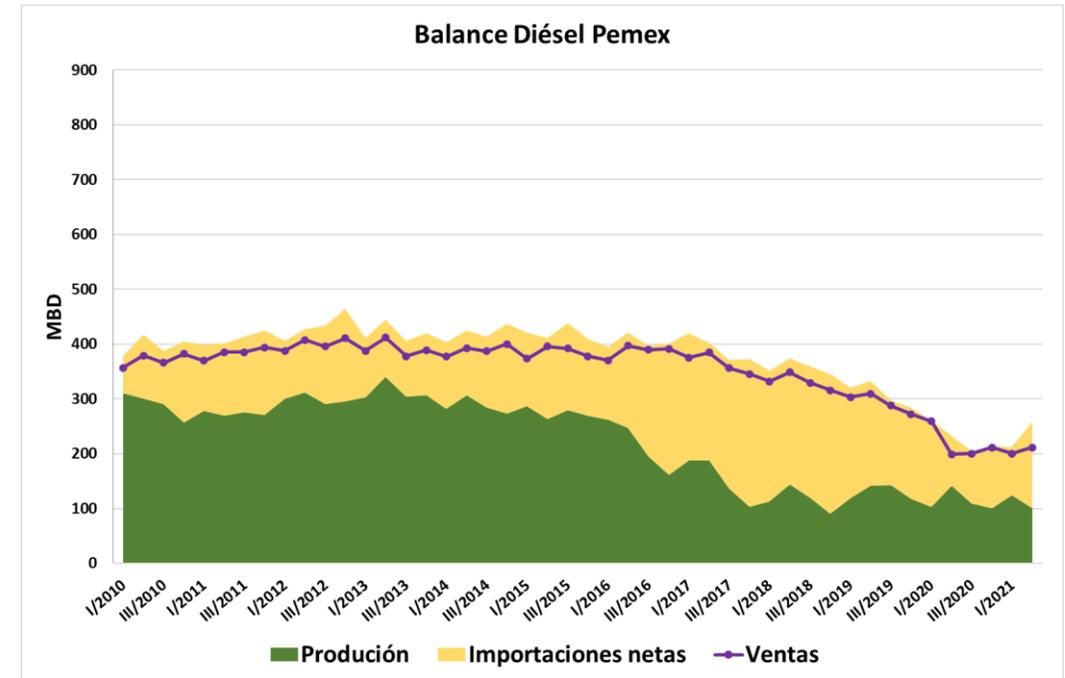
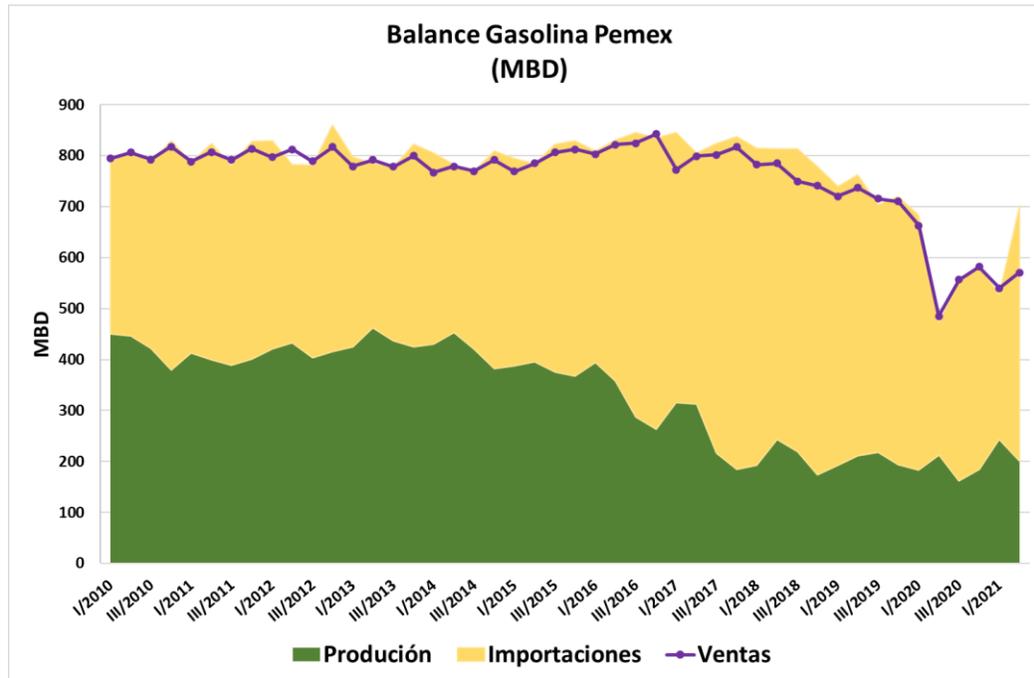
❖ **El margen bruto NO cubre los costos de operación**



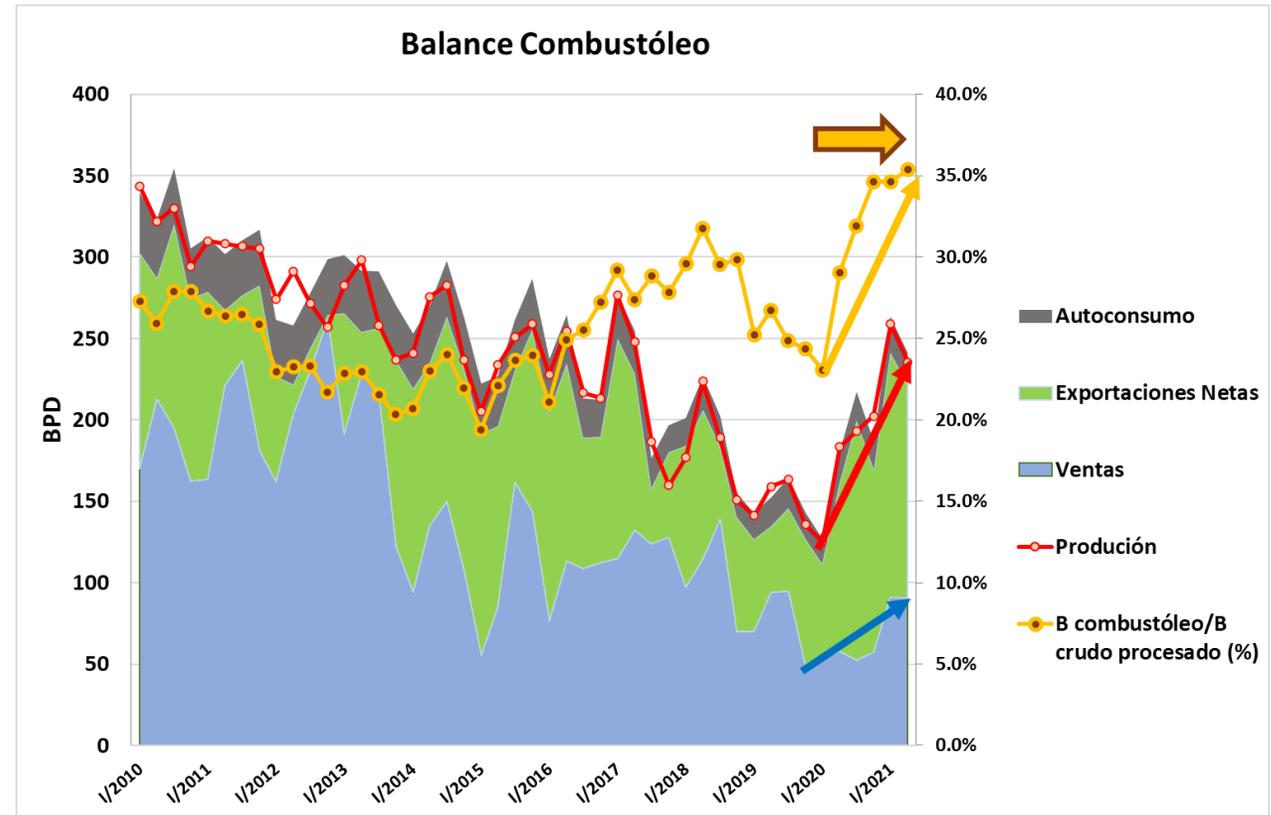
Fuente: Calculado con información del Sistema de Información Energética

Balance de gasolina y diésel

- ❖ A partir de 2008 la demanda total de gasolina se ha mantenido prácticamente constante, mientras que la de diésel se incrementó gradualmente entre 2005 y 2012.
- ❖ Al abrirse el mercado en 2018 a otros importadores y distribuidores, las ventas de Pemex se redujeron **34%** para el caso de gasolinas y **40%** para el caso de diésel.
- ❖ Nuestra dependencia del exterior ha crecido año con año. En 2020 Pemex importó el **68%** de la gasolina y el **48%** del diésel que vendió.



- ❖ Entre 2010 y 2015, operando a 80% de capacidad, capacidad:
 - la producción de combustóleo había caído de **350 MBD** a **200 MBD** y
 - la producción por barril de crudo procesado había caído de **27%** a **20%**.
- ❖ En los dos últimos años, a pesar que el SNR sigue operando al **40%** de su capacidad:
 - la producción total se ha vuelto a incrementar a **250 MBD** y
 - la producción por barril de crudo procesado se ha disparado a **35%**.
- ❖ La prohibición para usar combustóleo con alto contenido de azufre para transporte marítimo, en vigor desde el año pasado, ha colapsado los mercados de exportación.
- ❖ Las ventas nacionales registradas este año se han incrementado a **90 MBD** y corresponden casi en su totalidad a la CFE.
 - Para ello, se está forzando el despacho fuera de mérito de algunas centrales térmicas de la CFE.

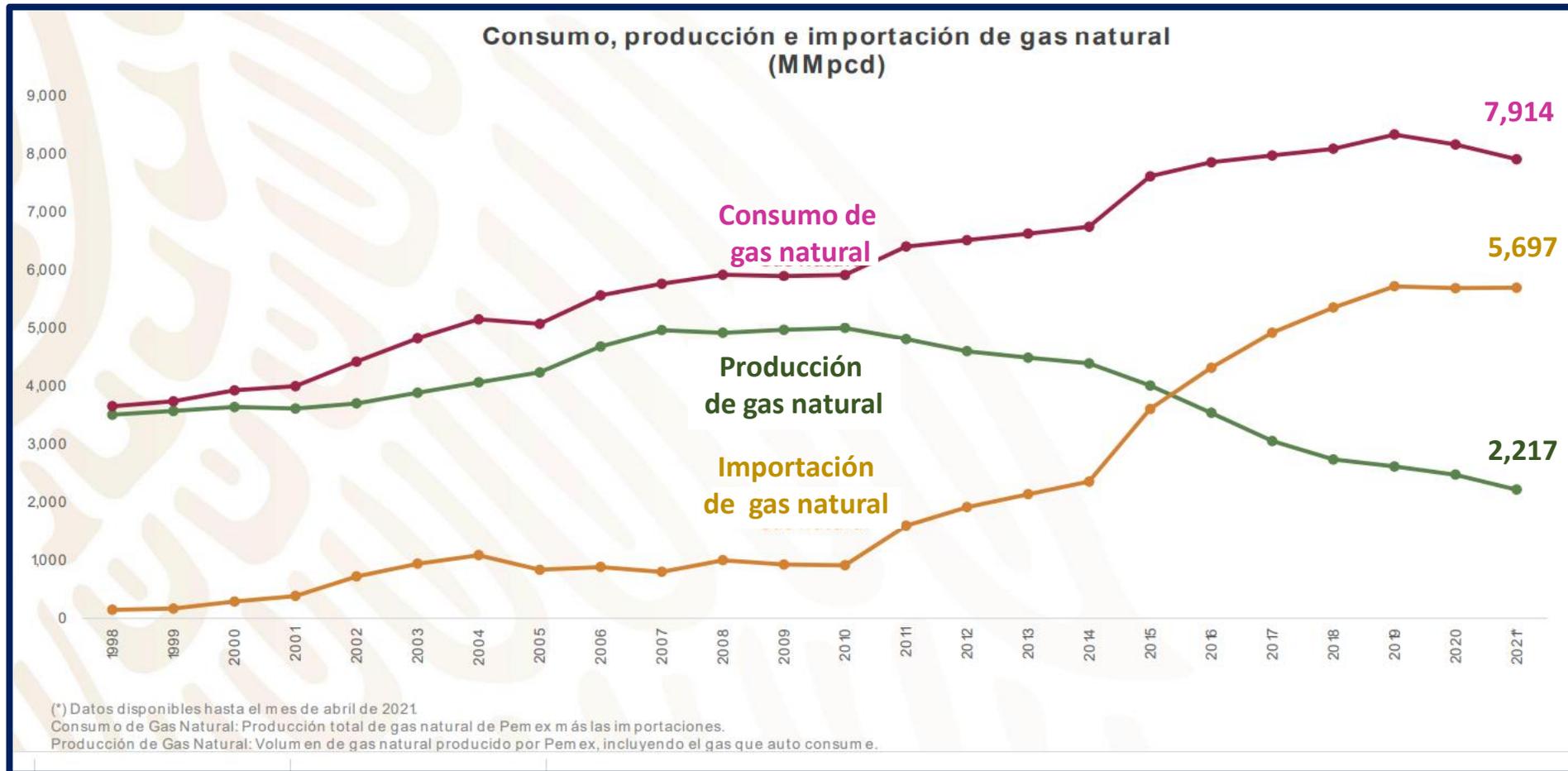


Fuente: Secretaría de Energía. Sistema de Información Energética

IV.- Gas Natural

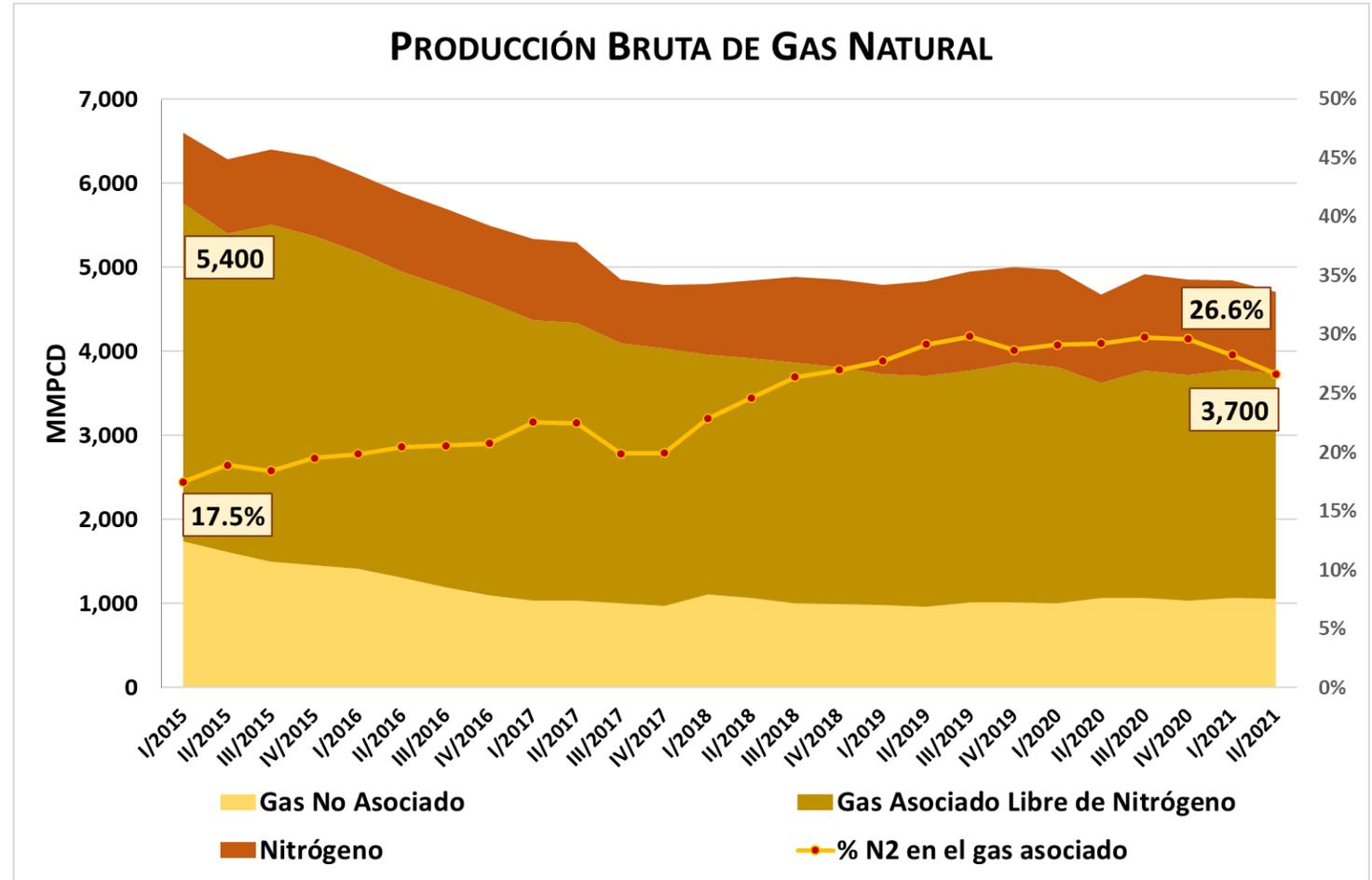
Oferta y Demanda de Gas Natural

- ❖ La **producción ha venido declinando** mientras que la **oferta ha seguido creciendo** de manera sostenida, por lo que las **importaciones han crecido de manera acelerada**.



Producción de gas natural

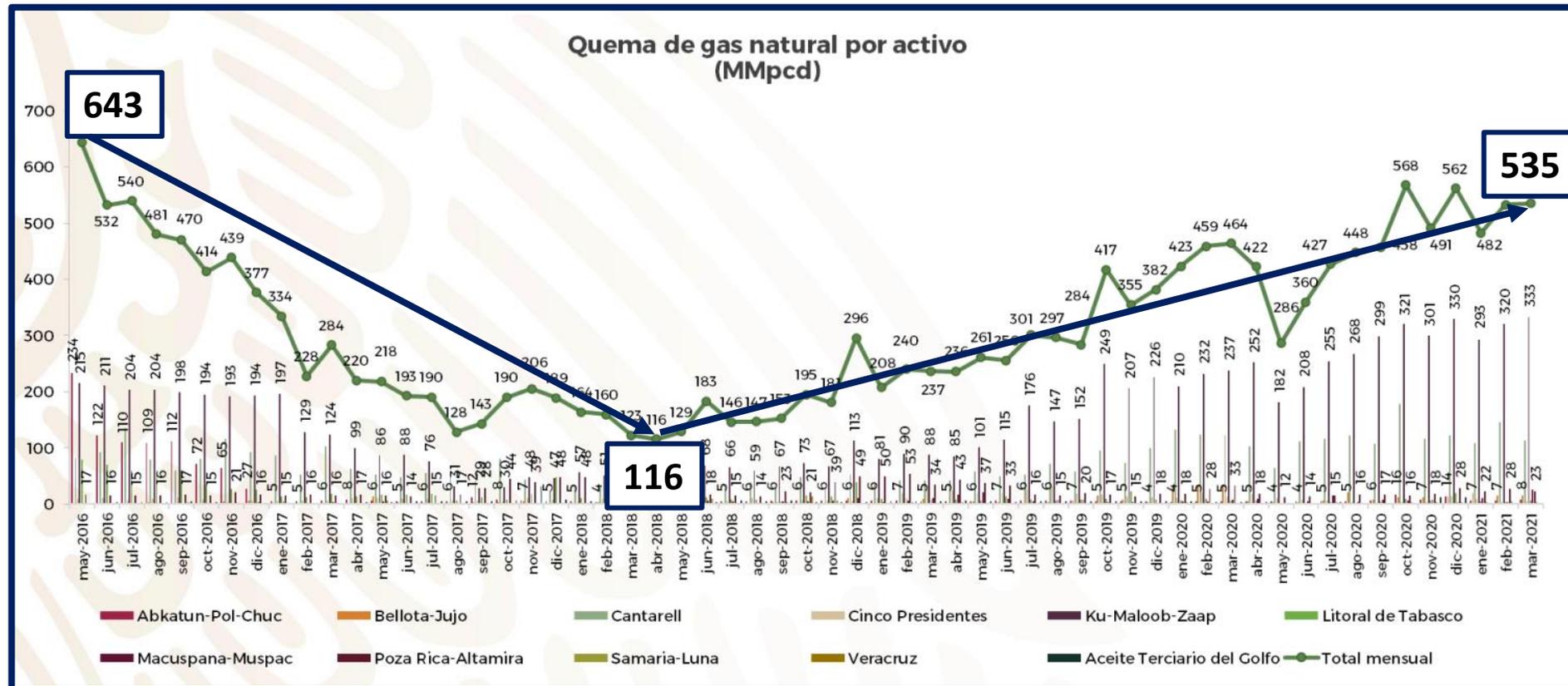
- ❖ La producción de gas natural **libre de nitrógeno** ha caído de:
 - **5,400 MMPCD** en 2010 a
 - **3,700 MMPCD** en 2021
- ❖ Al mismo tiempo que el contenido promedio de nitrógeno en el gas asociado se ha incrementado de **17.5%** a **26.6%**
- ❖ Una proporción creciente del gas asociado debe reinyectarse a los yacimientos o quemarse a la atmósfera por el alto contenido de nitrógeno



Fuente: Secretaría de Energía. Sistema de información Energética

Quema de gas a la atmósfera

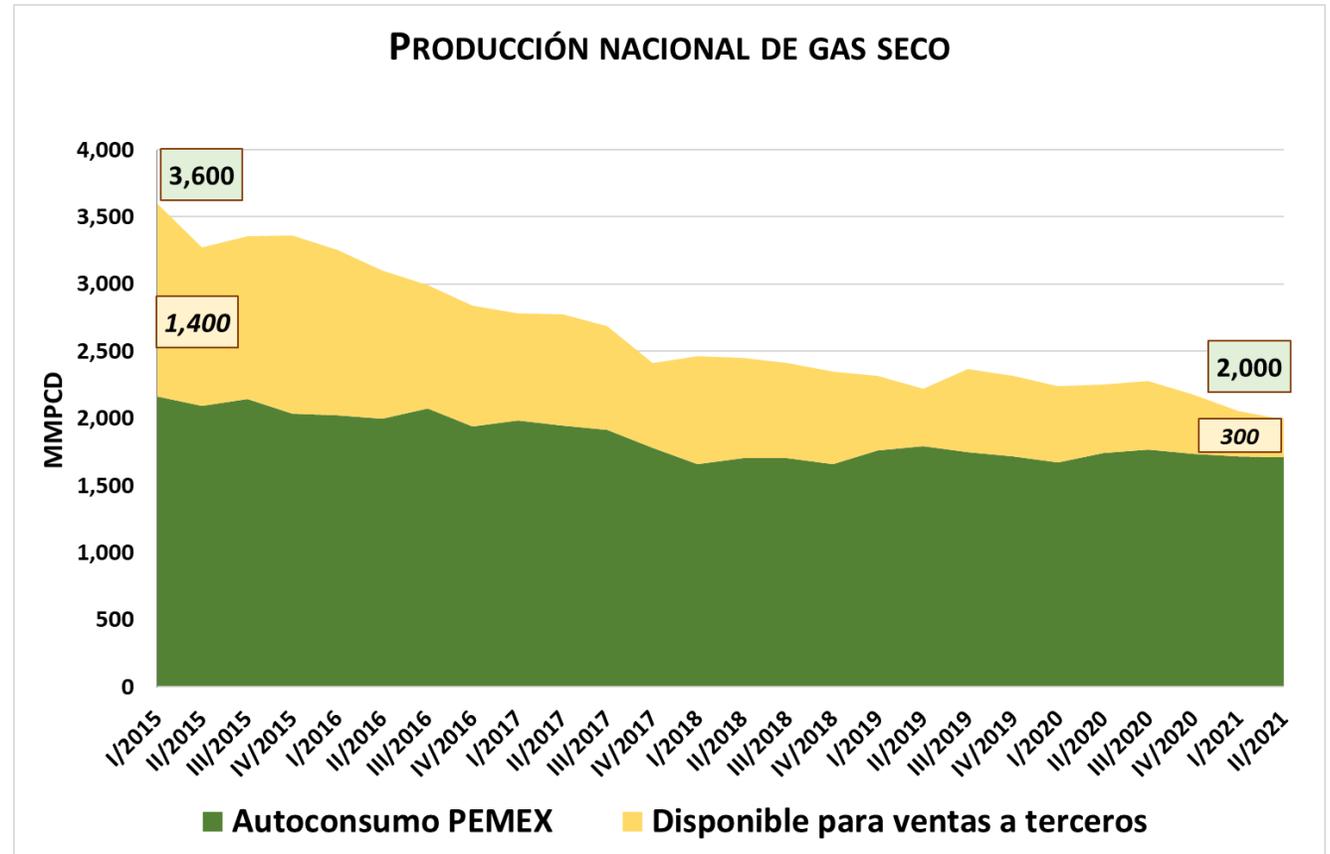
- ❖ La quema de gas natural ha vuelto a crecer en los últimos años, alcanzando los **535 MMPCD**
- ❖ Al precio actual del gas, esto representa una pérdida de **75 MM USD/año**



Fuente: SENER. Prontuario Estadístico, Junio 2021

Producción de gas seco

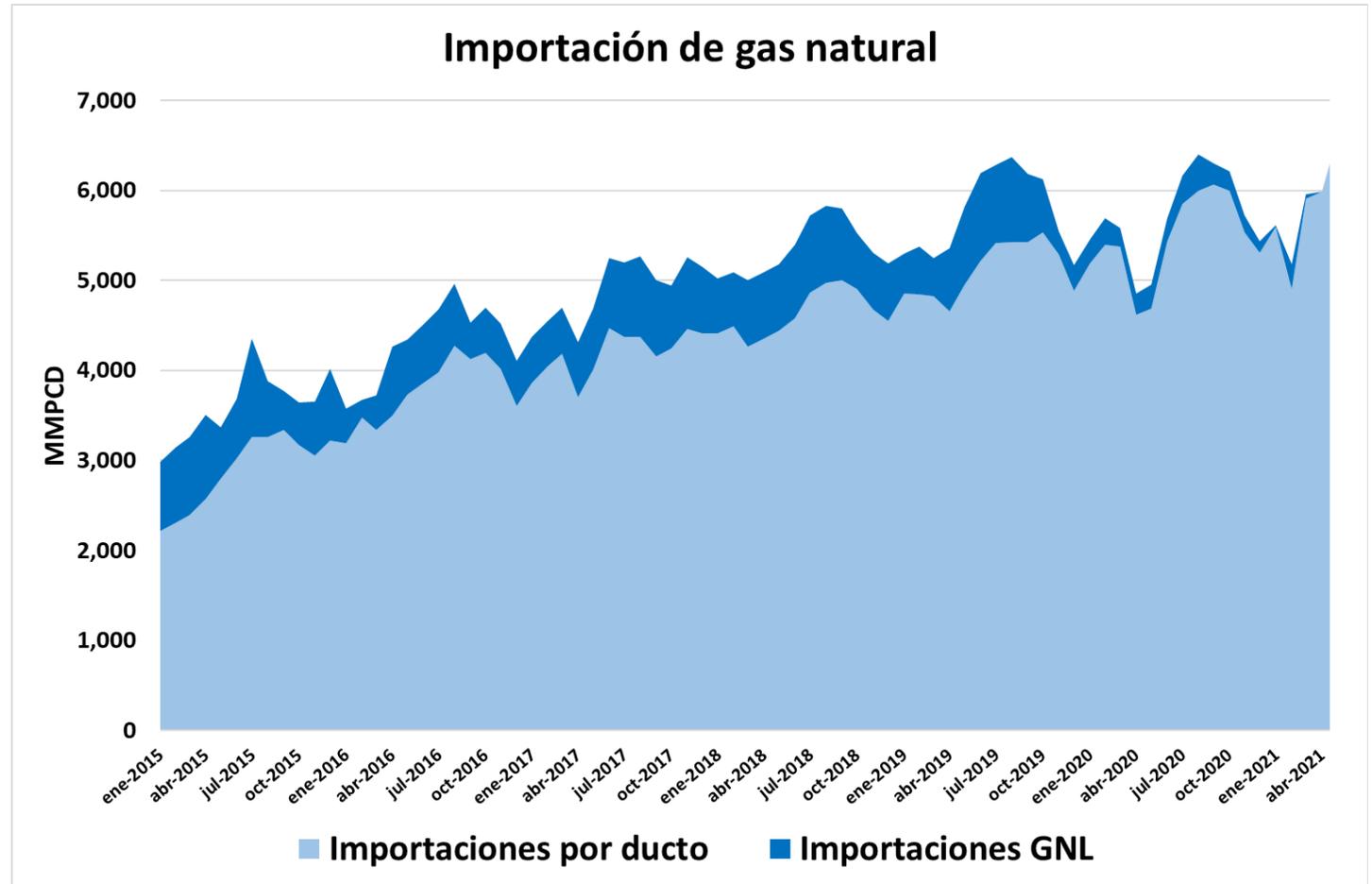
- ❖ La producción de gas seco ha caído un 40%:
 - 2015: **3,600 MMPCD**
 - 2021: **2,000 MMPCD**
- ❖ La disponibilidad de gas seco, después de descontar el autoconsumo de Pemex, ha caído más de 75%:
 - 2015: **1,300 MMPCD**
 - 2021: **300 MMPCD**
- ❖ El gas seco inyectado en el sureste al SNG no cumple las especificaciones vigentes de calidad; su contenido de nitrógeno llega a ser de **12-14%**



Fuente: Secretaría de Energía. Sistema de información de Energía

Importaciones de gas natural

- ❖ El volumen importado en el mes de mayo de este año fue de **6,300 MMPCD**
- ❖ La entrada en operación del gasoducto marino ha permitido reducir a un mínimo las importaciones de GNL



Fuente: US Energy Information Administration y SENER. Prontuario Estadístico Junio 2021

Fuentes de suministro de gas natural

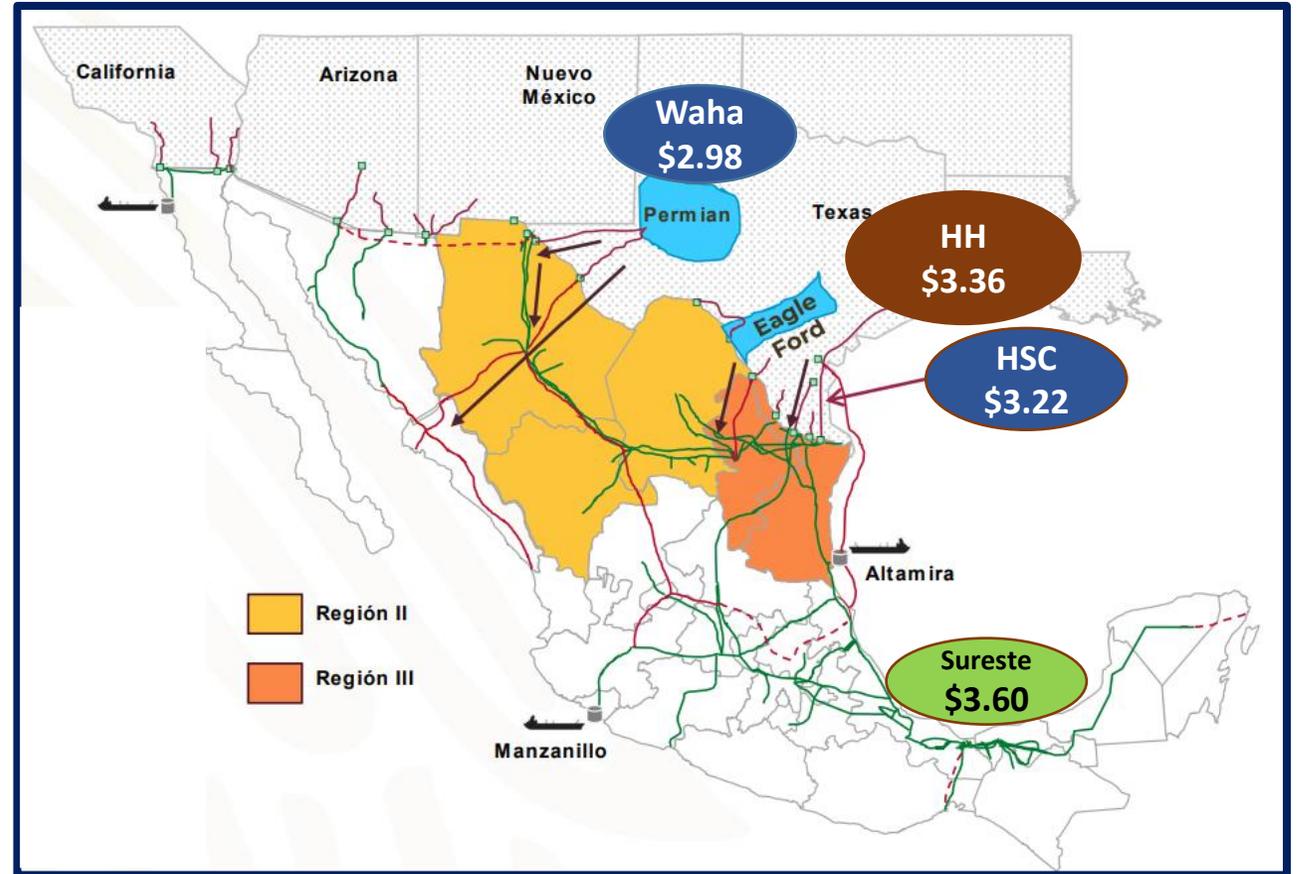
Precios del Gs Natural en junio de 2021 (US\$/MMBtu)

❖ Producción nacional de **gas nacional** :

Total	2,000 MMPCD
• Sureste	80%
• Burgos	16%
• <i>Autoconsumo</i>	85%
• <i>Ventas a terceros</i>	15%

❖ Las principales fuentes de suministro de **gas de importación** son:

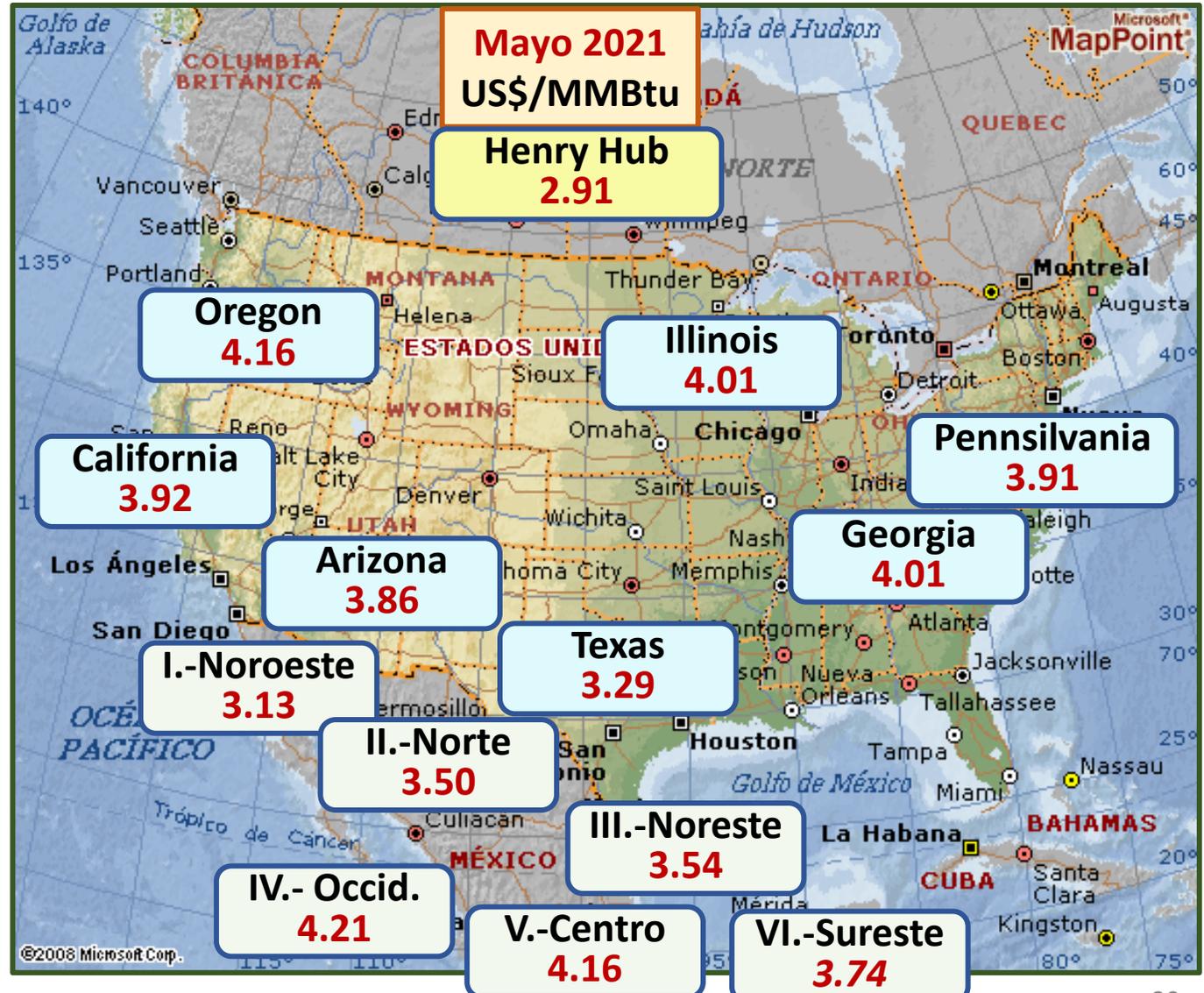
Total	6,300 MMPCD
• Sur de Texas	64%
• Waha	29%



Fuente: Secretaría de Energía. Prontuario Estadístico junio 2020

Ventaja competitiva (México vs USA)

- ❖ Gracias a esta red de gasoductos, el **precio promedio en México se ha vuelto extraordinariamente competitivo**, inclusive cuando se compara con los precios de gas en los EEUU.
- ❖ La competitividad del gas en México mejoró sustancialmente entre 2018 y 2021 con la entrada en operación de los nuevos ductos licitados por CFE.

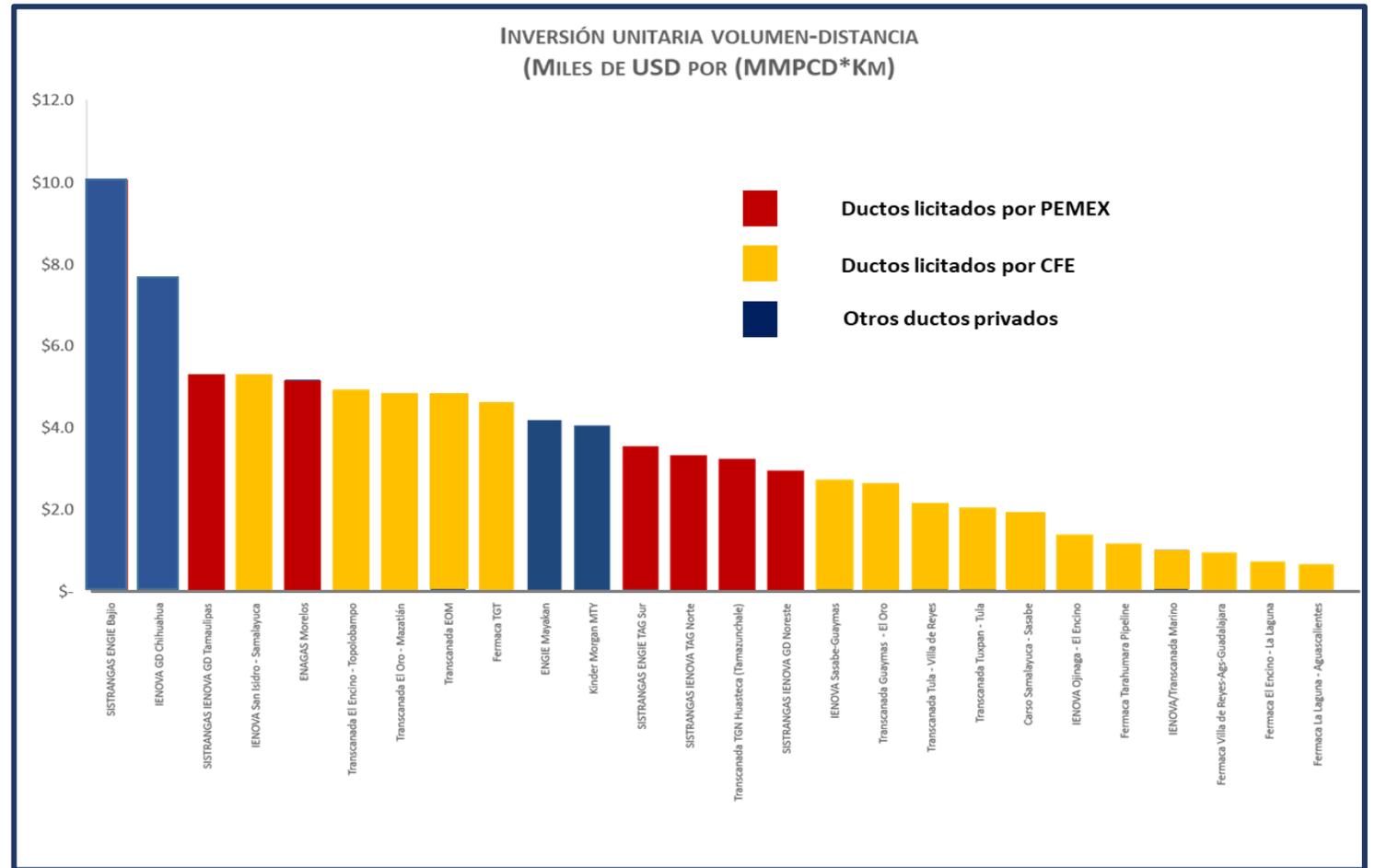


- ❖ El sistema de transporte permite hoy llevar gas natural a la mayoría de los estados.
- ❖ Adolece de un gran defecto: **no constituye un sistema interconectado** ya que consta de dos sistemas casi independientes:
 - el sistema de Pemex, hoy operado por CENAGAS;
 - el sistema licitado por CFE.
- ❖ Esto le resta flexibilidad al sistema y pone en riesgo la seguridad energética del país ante un evento catastrófico.



- ❖ Los costos unitarios de los ductos licitados por la CFE que sirvieron de base a la CRE para determinar sus tarifas:
 - son similares a los reportados para los gasoductos construidos en los últimos años en los EEUU
 - están por debajo de los costos unitarios de los ductos licitados por Pemex.

- ❖ Las tarifas aplicables a la CFE son más bajas que las tarifas autorizadas por la CRE.

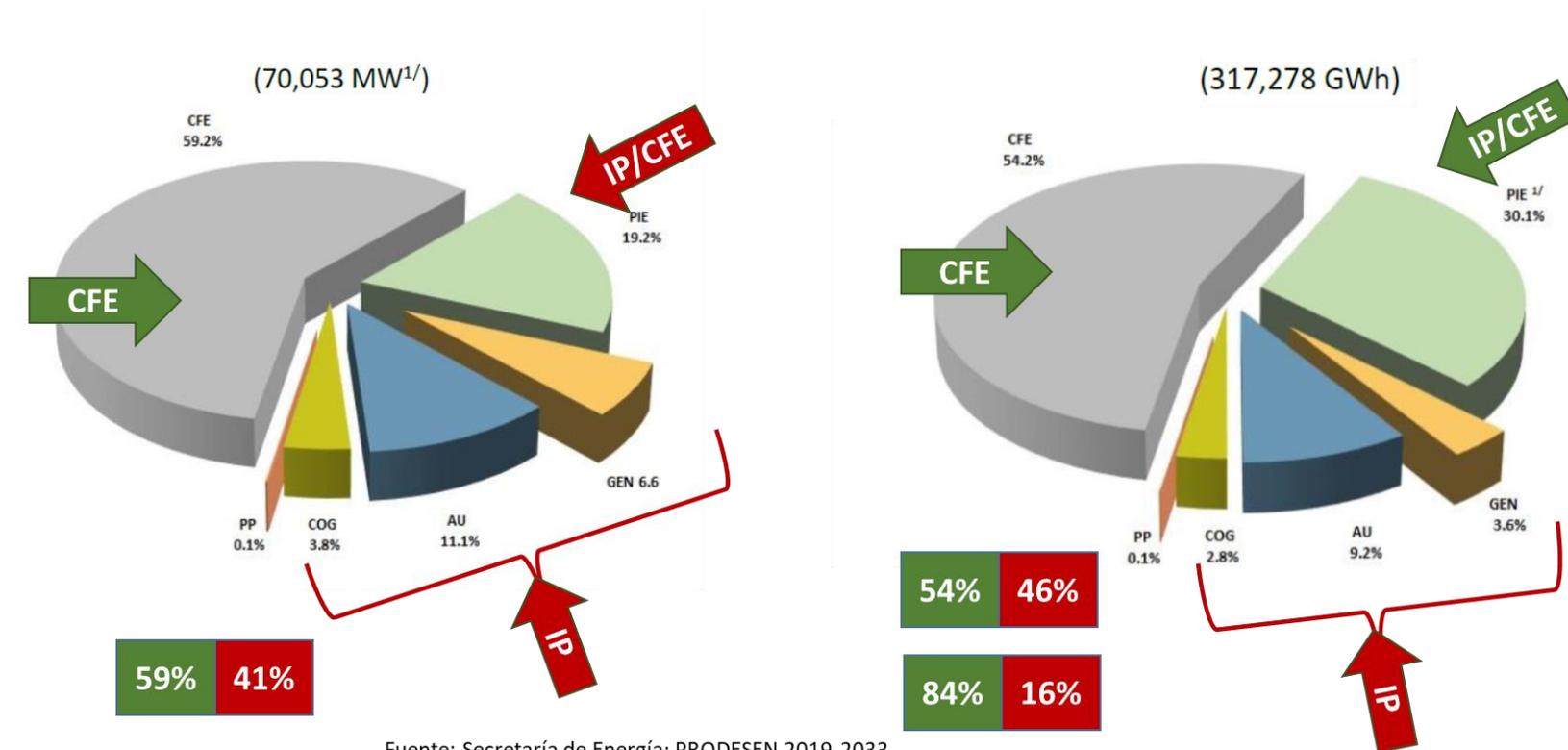


Fuente: Cálculos propios con información de la CRE

V.- Electricidad

Capacidad Instalada (MW) y Energía Generada (GWh) por tipo de permiso - 2018

- ❖ A finales de 2018 el país contaba con una capacidad instalada de **70,000 MW** y en ese mismo año el sistema generó **317,000 GWh** de energía eléctrica.
- ❖ **54%** lo generó la CFE y otro **30%** lo generaron los Productores Independientes de Energía para la CFE.

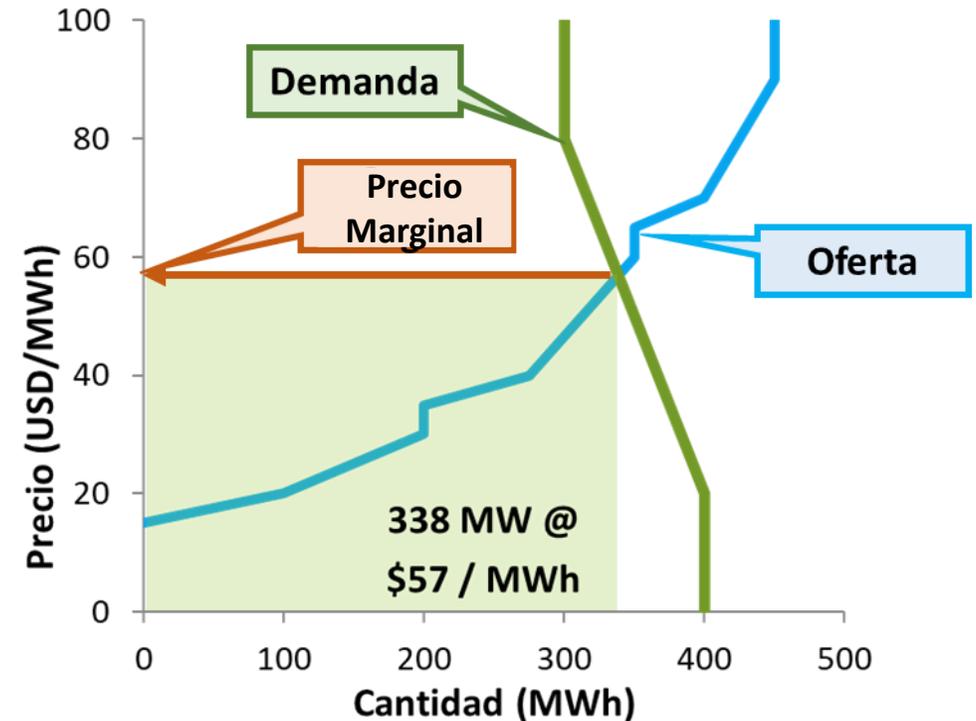


Fuente: Secretaría de Energía; PRODESEN 2019-2033

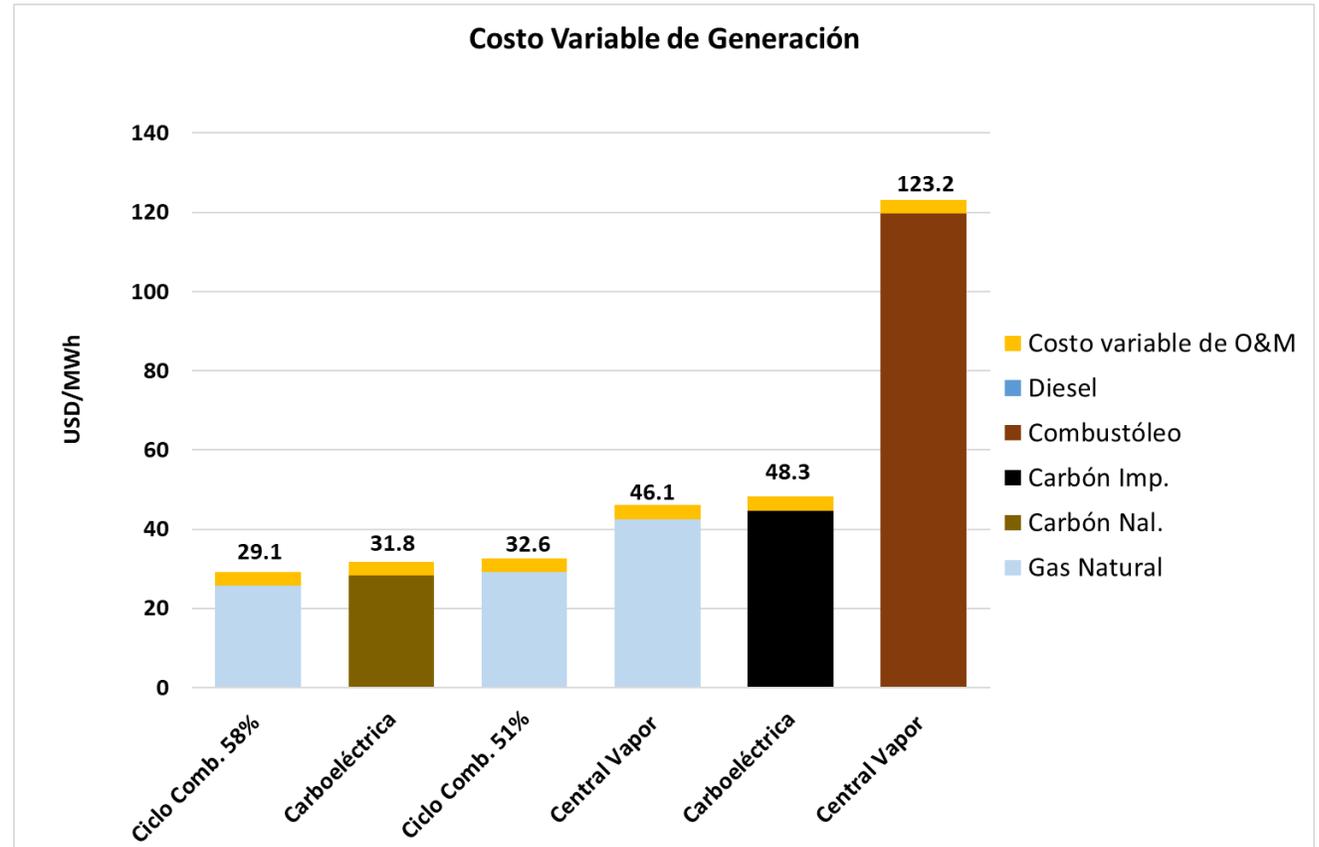
Mercado eléctrico y despacho económico

- ❖ Por ley el CENACE debe programar un despacho económico para determinar cuales centrales deben entrar en operación.
 - Todos los días el CENACE recibe, para cada periodo horario:
 - la demanda de cada usuario y el precio máximo ofertado.
 - la oferta de cada generador y su costo variable de generación (combustible + O&M)
 - Se programa primero el despacho de las centrales con costos variables más bajos para atender la demanda con precios más altos, hasta igualar oferta con demanda.
 - Se determina si alguna otra central debe ser despachada fuera de mérito por seguridad del sistema.
 - Las reglas aplican por igual a todas las centrales eléctricas, públicas o privadas.

- ❖ A las centrales despachadas por mérito económico se les paga únicamente por la energía entregada a la red. Por cada MWh generado reciben el precio marginal del correspondiente periodo horario.
- ❖ A las centrales despachadas fuera de mérito se les cubren sus costos totales.



- ❖ En el despacho económico:
 - Se despachan primero las centrales de costo marginal de generación más bajo:
 - las que utilizan energías limpias (nuclear o renovables) y
 - las de cogeneración eficiente.
 - Les siguen las centrales de ciclo combinado que operan con gas natural.
 - Primero las que operan con gas o carbón
 - Al final las que operan con combustóleo o diésel.
 - Por último entran las centrales térmicas convencionales con costos más elevados.

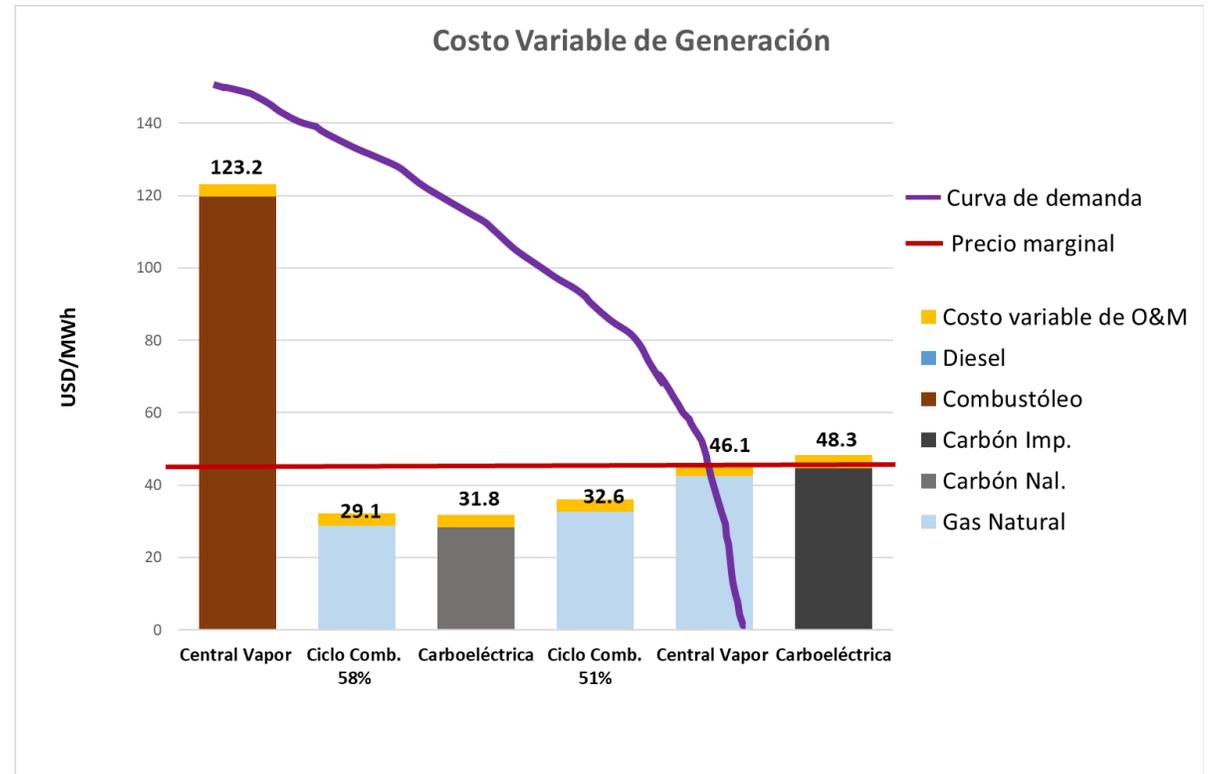


Fuente: cálculos propios con información de precios de combustibles del Prontuario Estadístico de junio 2021 de SENER

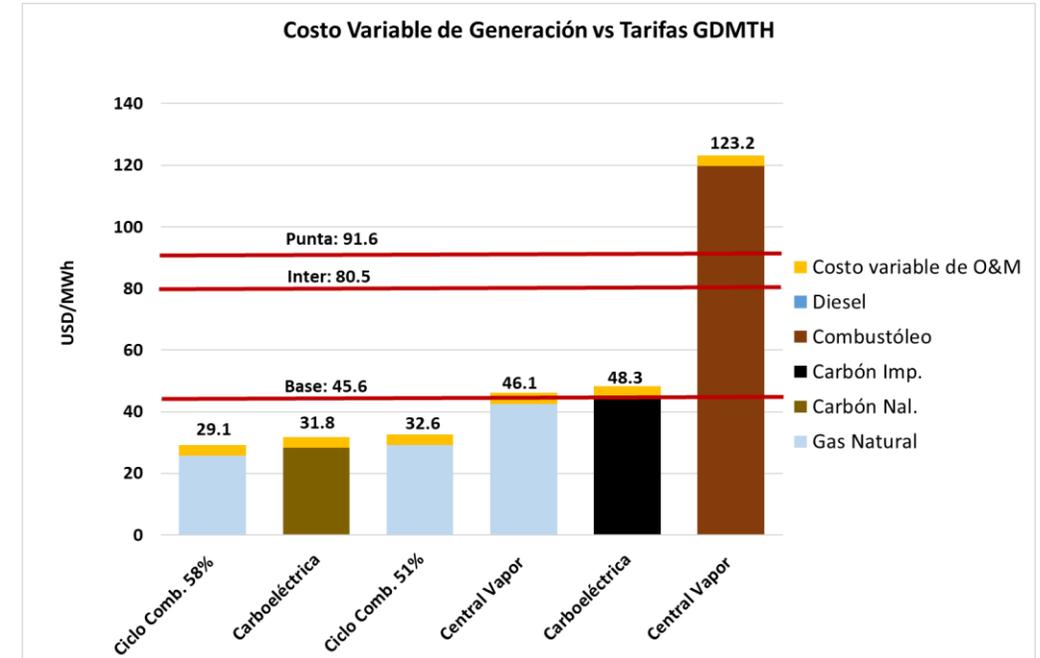
- ❖ **Son graves las consecuencias sobre el mercado** cuando se modifican las reglas de despacho económico para dar preferencia a una central eléctrica con costos más elevados, como es el caso con las centrales de Tula (1,500 MW) y Petacalco (2,700 MW), que llevan varios meses operando con combustóleo y están siendo despachadas fuera de mérito.

- ❖ Cuando se despacha una central **fuera de mérito**, por **“razones de confiabilidad del sistema”**, al generador así beneficiado se le remunerar todos sus costos, fijos y variables.
 - **El costo incremental lo pagan todos los usuarios.**

- ❖ Al entrar esta central en operación **deja fuera de despacho a centrales de energía que hubieran determinado un precio marginal más alto.**
 - En consecuencia, **todas las centrales que fueron despachadas por mérito reciben un menor pago.**



- ❖ Tan solo en la **central termoeléctrica de Tula (1,500 MW)**, el **sobrecosto** incurrido en un año por despachar la central fuera de mérito con 50% de combustóleo y 50% de gas natural, en lugar de despacharla solo con gas, **se estima en 400 millones de dólares**.
- ❖ Este **sobrecosto será significativamente mayor** si se implementan las disposiciones para modificar las **reglas de despacho** de la reciente reforma a la LIE.
- ❖ La propia CFE resultará una de las más afectadas, ya que :
 - **ninguna de las tarifas industriales cubre los costos variables de una central operando con combustóleo, y**
 - **no podrá trasladar el sobrecosto a los usuarios.**



Fuente: Información tarifaria de la CFE; cálculos propios con información de precios de combustibles de SENER

LA TERMOELÉCTRICA DE TULA, LA MÁS SUCIA DEL PAÍS

La Termoeléctrica Francisco Pérez Ríos de la CFE, en Tula de Allende, trabaja con combustóleo pesado, un producto residual de la refinación del petróleo, hoy prohibido en todo el mundo.

Mientras la Norma Oficial Mexicana NOM-016-CRE-2016 permite como máximo el uso de combustóleo con 2 por ciento de contenido de azufre, en esta Termoeléctrica se usa combustóleo con 3.9 por ciento de concentración.

Estudios académicos señalan que esta instalación es responsable de **hasta 16 mil muertes prematuras**.

Su zona de influencia negativa abarca varios municipios de los estados de Hidalgo y México y algunas **alcaldías de la Ciudad de México**.

Pese a que la planta ya superó su vida útil, continúa en servicio en violación a normas ambientales y de operación.

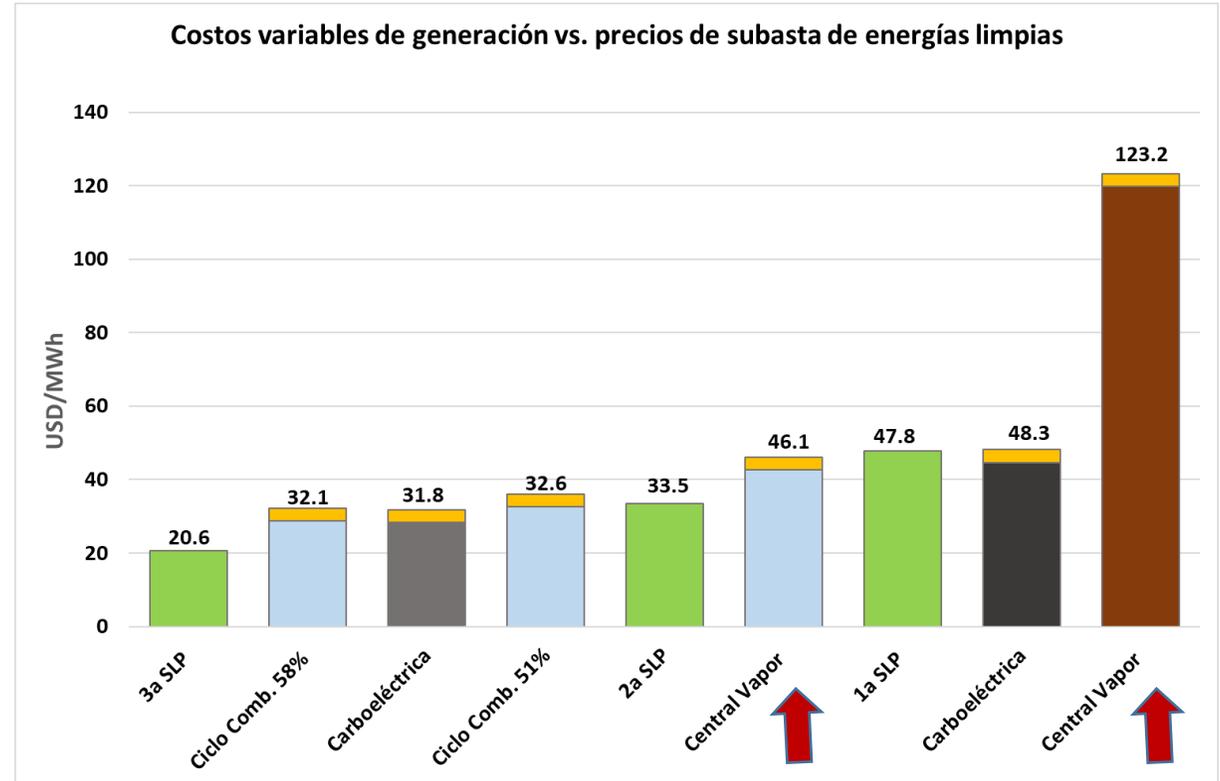
**6 unidades de 350 MW (35% ef) +
1 unidad de 680 MW (41% ef)**

- Pérdidas (combustóleo vs carbón): **3.2 MMUSD/día**
1,200 MMUSD/año
- Costo de una central de
CC de **700 MW** : **600 MMUSD**
- Emisiones SO₂: **950 t/día** → **1,200 t/día de ácido sulfúrico**
- Emisiones SO₃: **10-20 t/día** → **corrosión acelerada**



Energía térmica vs energía renovable

- ❖ El alegato de que la adquisición de energía renovable a través de subasta implica un alto costo para la CFE es una falacia.
- ❖ Las tres subastas realizadas por el CENACE fueron particularmente exitosas.
 - 20 millones de MWh/año a un costo promedio de **33 USD/MWh**.
 - Esto representa un ahorro promedio para la CFE de:
 - **13 USD** por cada MWh generado en centrales de vapor con gas natural (**260 MM USD/año**).
 - **90 USD** por cada MWh generado en centrales de vapor con combustóleo (**1,800 MM USD/año**).



Fuente: cálculos propios con información de precios de combustibles de SENER

Mercados de derechos de emisión y costos variables equivalentes

- ❖ Los mercados de derechos de emisión permiten reducir las emisiones de manera más económica que si cada emisor se ve obligado a alcanzar la reducción deseada de manera individual.
- ❖ Los derechos de emisión se otorgan a cada planta o central el derecho a emitir una determinada cantidad de gases a la atmósfera.
 - Se pueden asignar de forma gratuita, mediante subasta, etc., y
 - Son transferibles: se pueden comprar o vender.
- ❖ Los países desarrollados y los grandes grupos corporativos los incorporan a sus costos para definir su política energética de mediano y largo plazo

Costos representativos de derechos de emisión

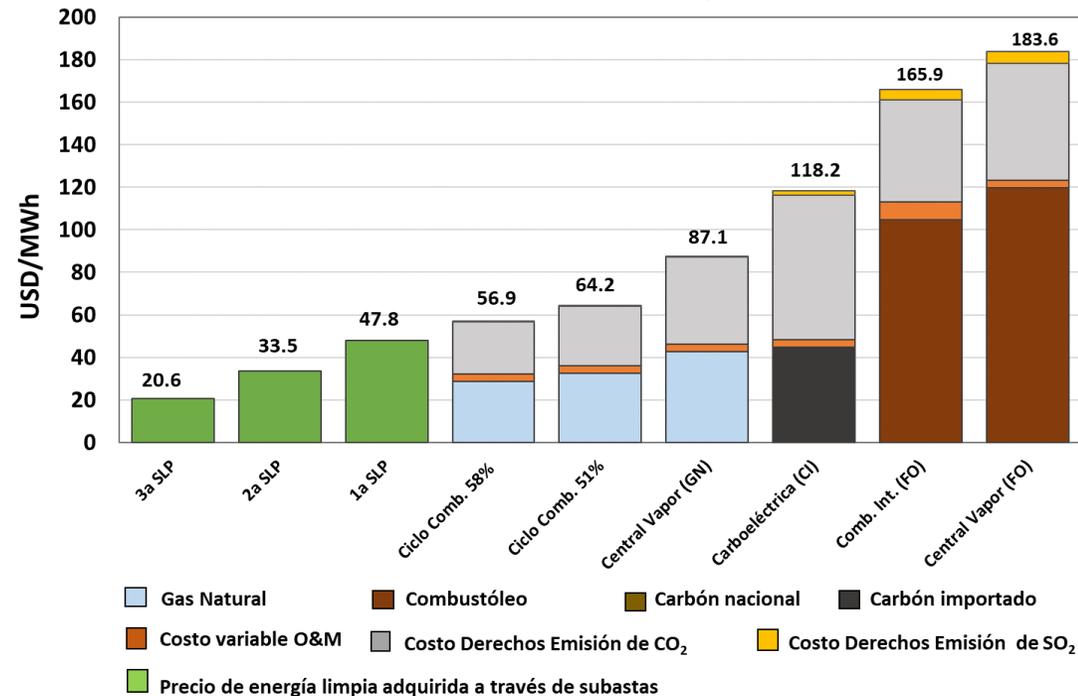
Emisión	CO ₂ e	SO ₂
USD/Ton	64.1	260.0

Fuentes:

CO₂: Sistema europeo de negociación de CO₂.
<https://www.sendeco2.com/es/precios-co2>. Julio 2021.

SO₂: Robert N. Stavins y Richard Schmalensee.
 “The SO₂ Allowance Trading System: The Ironic History of a Grand Policy Experiment”. Harvard Kennedy School. 2012.
 (Promedio 1994-2004)

Costos variables equivalentes

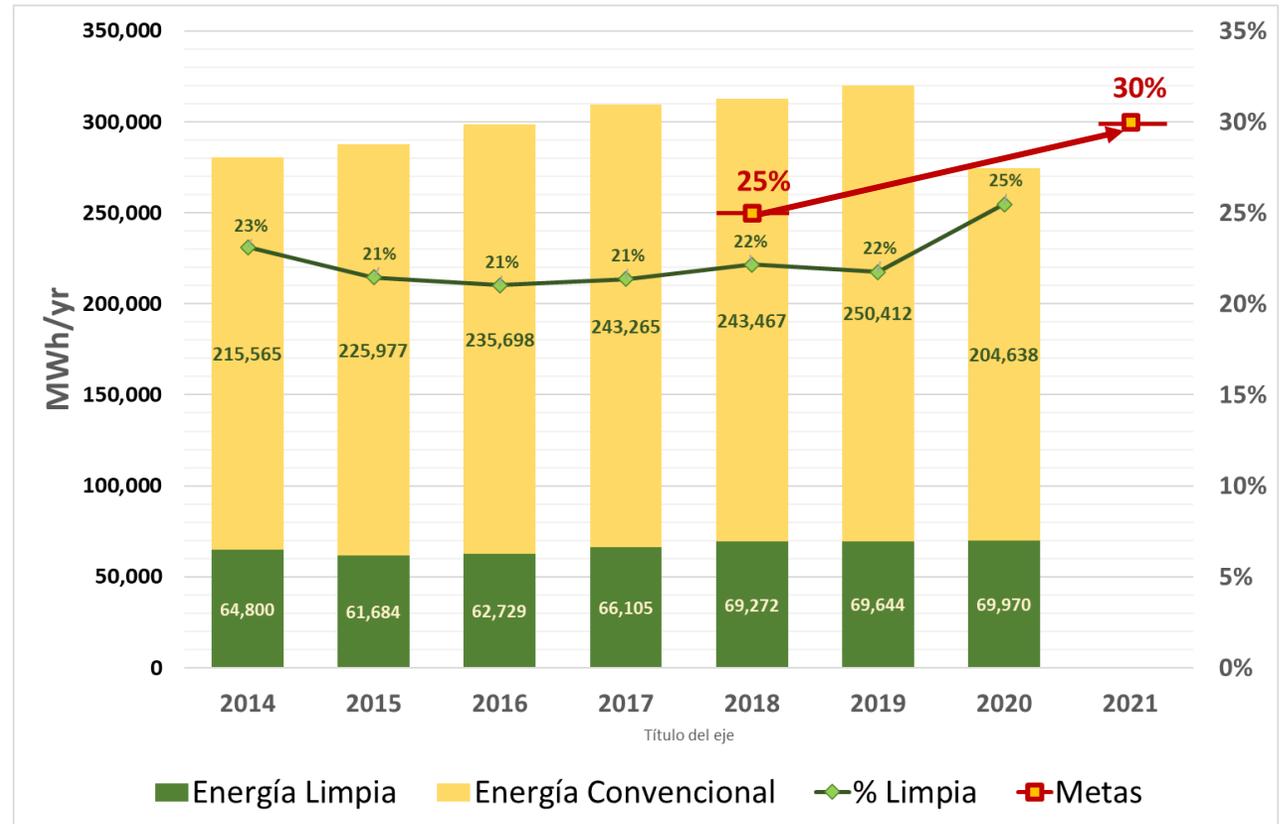


Cumplimiento de metas de energías limpias

- ❖ La **Ley de Transición Energética** establece las siguientes **metas obligatorias de contenido de energías limpias** para la generación de energía eléctrica.
 - **2018** **25%**
 - **2021** **30%**
 - **2024** **35%**

- ❖ Estas mismas metas forman parte de los **compromisos voluntarios** asumidos por México en los **acuerdos de París**.

- ❖ Será prácticamente imposible cumplir con las metas establecidas.



VI.- Retos y Oportunidades

Retos

- Dependemos excesivamente de las energías fósiles
- Somos un país importador neto de energía
- Se requiere impulsar las medidas de uso eficiente de energía, particularmente en las entidades del sector público (Pemex, CFE y CONAGUA)
- Se requiere impulsar el transporte eléctrico, público y privado

Oportunidades

- Tenemos un gran potencial de energías renovables para diversificar nuestra matriz energética
- Tenemos suficientes reservas de gas natural para reducir nuestra dependencia del exterior

Retos

- La producción va en declive
- Cayeron los precios por la pandemia, pero ya se están recuperando
- En el mediano plazo se van a reducir nuestros mercados actuales y se va a incrementar la competencia por dichos mercados.

Oportunidades

- Ampliar la producción en:
 - aguas profundas,
 - yacimientos no convencionales, y
 - yacimientos maduros, con recuperación secundaria.

De preferencia en asociación con la iniciativa privada.

Retos

- Nuestro sistema nacional de refinación
 - es ineficiente y obsoleto
 - fue diseñado para operar con crudo ligero
 - está operando al 40% de su capacidad
 - pierde dinero y seguirá perdiendo dinero si no se moderniza

Oportunidades

- Terminar de instalar la coquizadora de Tula
- Importar crudo ligero para mejorar la carga de alimentación. Esto permitirá:
 - Incrementar la producción de diésel y gasolina
 - reducir la cantidad y mejorar la calidad del combustóleo.
- Priorizar el uso de los excedentes de combustóleo en las plantas cementeras
- Migrar hacia el concepto de refinería petroquímica

Retos

- La producción de gas natural va en declive.
- La demanda de gas sigue creciendo
- El gas asociado del sureste está cada vez más contaminado con N₂.
- Falta de capacidad económica de Pemex y barreras a la participación de la iniciativa privada para:
 - Invertir en plantas de rechazo de nitrógeno.
 - Desarrollar reservas no explotadas
- Nuestro sistema de transporte es limitado y no está debidamente interconectado

Oportunidades

- El gas natural es preferible al combustóleo, tanto por su costo como por su impacto sobre la salud y sobre el medio ambiente.
- Los precios en México son muy competitivos, incluso cuando se comparan con los precios en los EEUU.
- Se cuenta con reservas suficientes para garantizar el suministro futuro.

Retos

- El sistema de centrales térmicas de generación de la CFE es ineficiente y obsoleto.
- La red de nacional de transmisión requiere importantes refuerzos.
- Se está incumpliendo con el marco jurídico vigente.
- Los cambios en la LIE han desalentado la participación de la iniciativa privada y van a resultar muy costosos para la CFE.
- Privilegiar el uso del combustóleo y bloquear el desarrollo de las energías limpias representa una regresión inaceptable para el país.

Oportunidades

- Mexico tiene la oportunidad de optimizar y modernizar su sistema eléctrico:
 - impulsando las energías limpias
 - instalando nuevas centrales de ciclo combinado,
 - repotenciando las centrales hidroeléctricas
 - aprovechando las centrales de vapor para dar soporte a la red
 - ampliando y reforzando la red de transmisión
- Mantener el sistema de despacho económico, incorporando ajustes menores para minimizar las afectaciones a la CFE.
- Acelerar la salida de las centrales obsoletas que operan con carbón y con combustóleo.

Muchas gracias