



**Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos
Primer Foro Virtual de la Industria Química en
México
Industria Petroquímica:
Importancia nacional, estrategias de desarrollo**

Ing. Alejandro Villalobos Hiriart
Presidente del Comité Técnico de Petroquímica
Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos
Ciudad de México, septiembre de 2020



Industria Petroquímica: Importancia nacional, estrategias de desarrollo

Contenido:

I Introducción y objetivo

II Antecedentes e importancia

III Situación actual y Diagnóstico

Las materias primas

La producción de petroquímicos precursores

La situación financiera

IV Propuestas de Mejora

V Conclusiones

Anexos



Industria Petroquímica: Importancia nacional, estrategias de desarrollo

Contenido:

I Introducción y objetivo

II Antecedentes e importancia

III Situación actual y Diagnóstico

Las materias primas

La producción de petroquímicos precursores

La situación financiera

IV Propuestas de Mejora

V Conclusiones

Anexos

Introducción y antecedentes

El estado de las plantas de procesamiento de gas, de refinación y las de petroquímica a cargo de Pemex, es de un franco deterioro por falta de presupuesto para la actualización tecnológica, la modernización, la expansión productiva y el mantenimiento.

En este trabajo, pondré a su consideración, los antecedentes e importancia estratégica de esta industria, las causas de la disminución de la producción, el diagnóstico general del estado que guardan las instalaciones y las medidas que se proponen aplicar para restablecer la producción, la actualización tecnológica y mejorar las acciones de contaminación al medio ambiente.

Objetivo:

- Mostrar la importancia de la industria petroquímica para el crecimiento, desarrollo económico y creación de empleos.
- Analizar el estado en que se encuentra la industria petroquímica estatal, señalando las causas principales de la pérdida de producción y su impacto en la balanza comercial de esta industria.
- Proponer medidas correctivas para restablecer la producción, aprovechando los activos existentes, para minimizando la inversión.

I.2 Dedicación:

Con todo respecto dedico este trabajo a los grandes ingenieros mexicanos que hicieron posible el desarrollo de la Transformación Industrial en Pemex y que desafortunadamente ya no están con nosotros, pero que nos dejaron sus enseñanzas:

Cesar Baptista Montes, Héctor y Florencio Lara Sosa, Fernando Hiriart Balderrama, Enrique Bazua Fitch, Jaime Hernandez Balboa, Mario Hernandez Samaniego, Carlos López Mora, Jose Luis Garcia Luna, Federico Ortiz, Benito Bucay Fajardi, Alberto Bremauntz M., Enrique Vazquez Dominguez, Jose Antonio Rosas Jaramillo, Fernando Montes de Oca, Humberto Aguilar Pacheco,, Alfredo Urbina del Razo, Ernesto Ríos M., Carlos Andrade D., Rodolfo Navarro P., Guillermo Garcia Cano, Agustín Pérez Chávez, Felipe Silva Rivas, Héctor Islas Juárez, Jose Luis Jaramillo Hernandez, Guillermo Castañeda Dominguez, Carlos Gonzalez Fitch y Pedro Silvestre Suarez.



Industria Petroquímica: Importancia nacional, estrategias de desarrollo

Contenido:

I Introducción y objetivo

II Antecedentes e importancia

III Situación actual y Diagnóstico

Las materias primas

La producción de petroquímicos precursores

La situación financiera

IV Propuestas de Mejora

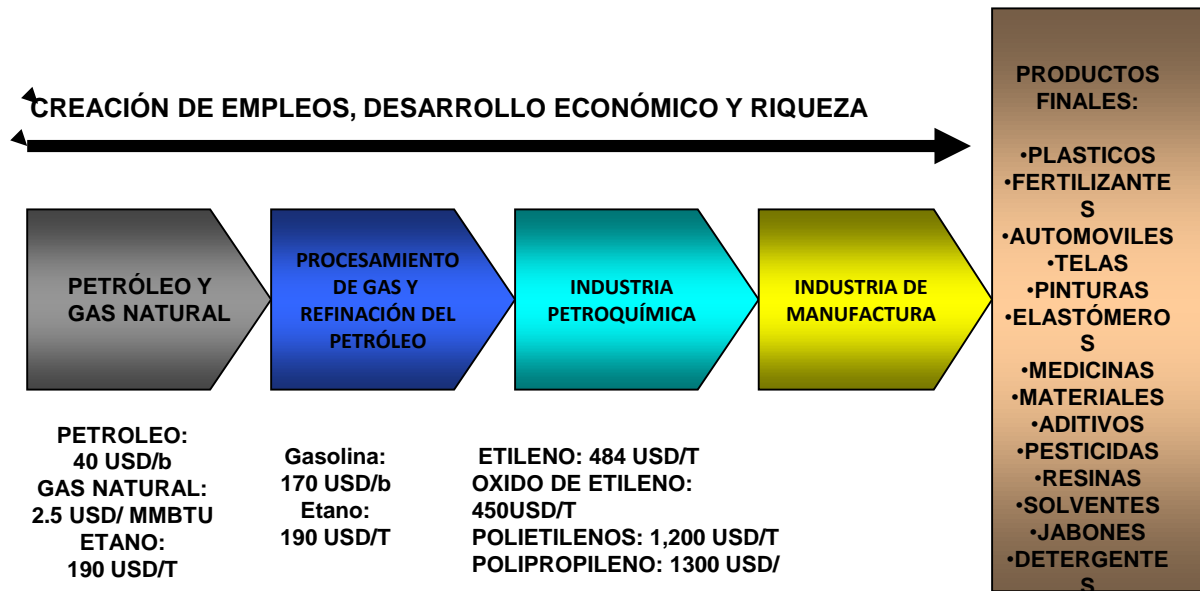
V Conclusiones

Anexos

Las características de la industria petroquímica y en general de la industria de procesamiento de hidrocarburos.

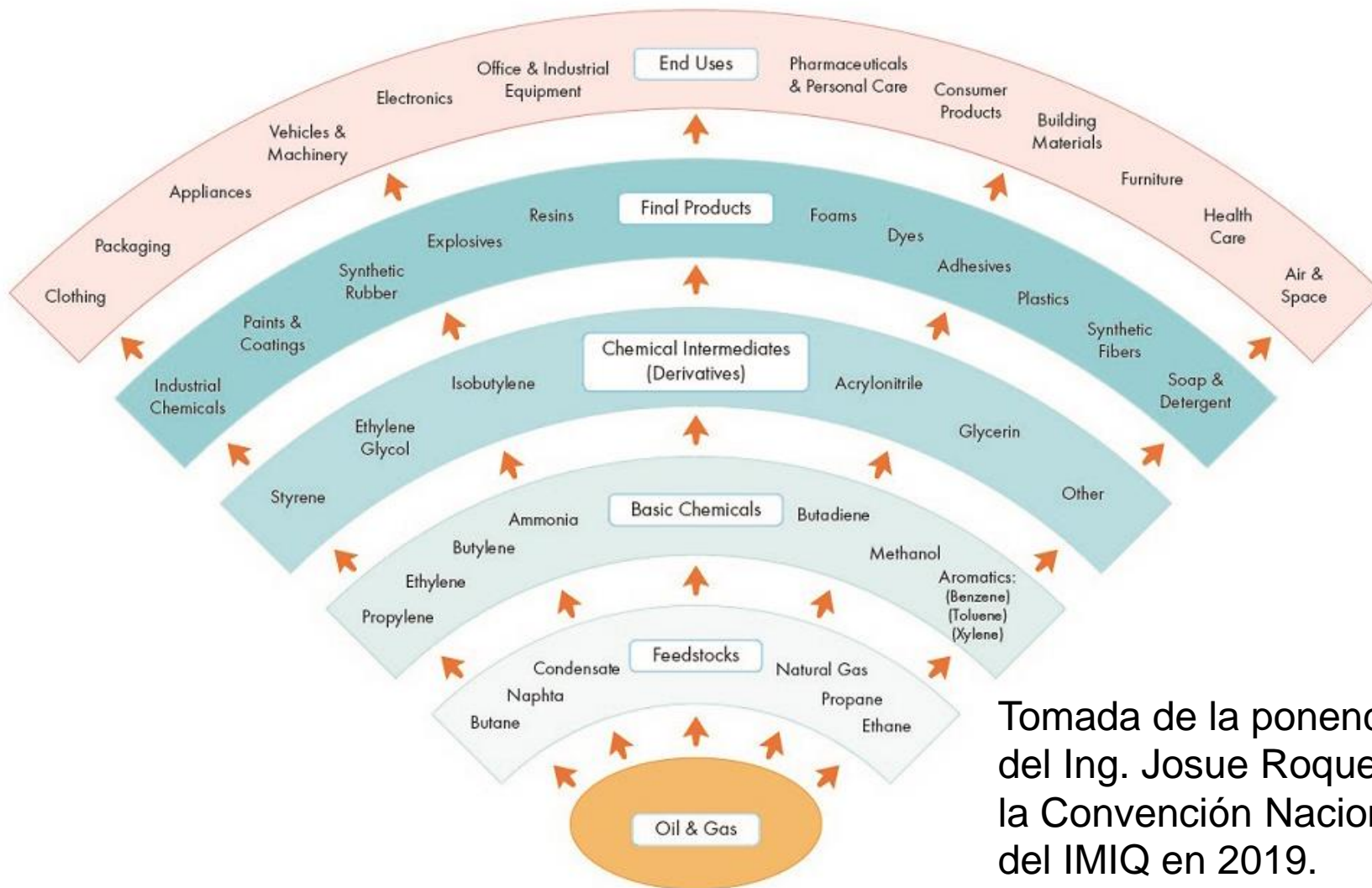
- La tecnología es un factor preponderante en la competitividad al afectar directamente el uso de sus insumos y la calidad de sus productos
- Es sumamente intensiva en el consumo de energía y en la economía de escala de sus instalaciones
- Los polos de desarrollo de esta industria se favorecen con la cercanía a la producción de sus insumos
- La integración vertical de la industria proporciona el capital necesario para la producción de los petroquímicos precursores al contar con la mayor rentabilidad de sus productos.
- En México el 80% del desarrollo de la industria petroquímica se origina a partir del gas natural, solo la manufactura de aromáticos y propileno se hizo a partir del procesamiento del crudo.

LA GENERACION DEL VALOR AGREGADO POR LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA, DURANTE EL PROCESAMIENTO DE CRUDO Y GAS NATURAL



FUENTE: PRECIOS ACTUALIZADOS POR EL IMIQ DEL PETRÓLEO Y GAS NATURAL EJULIO DE 2020

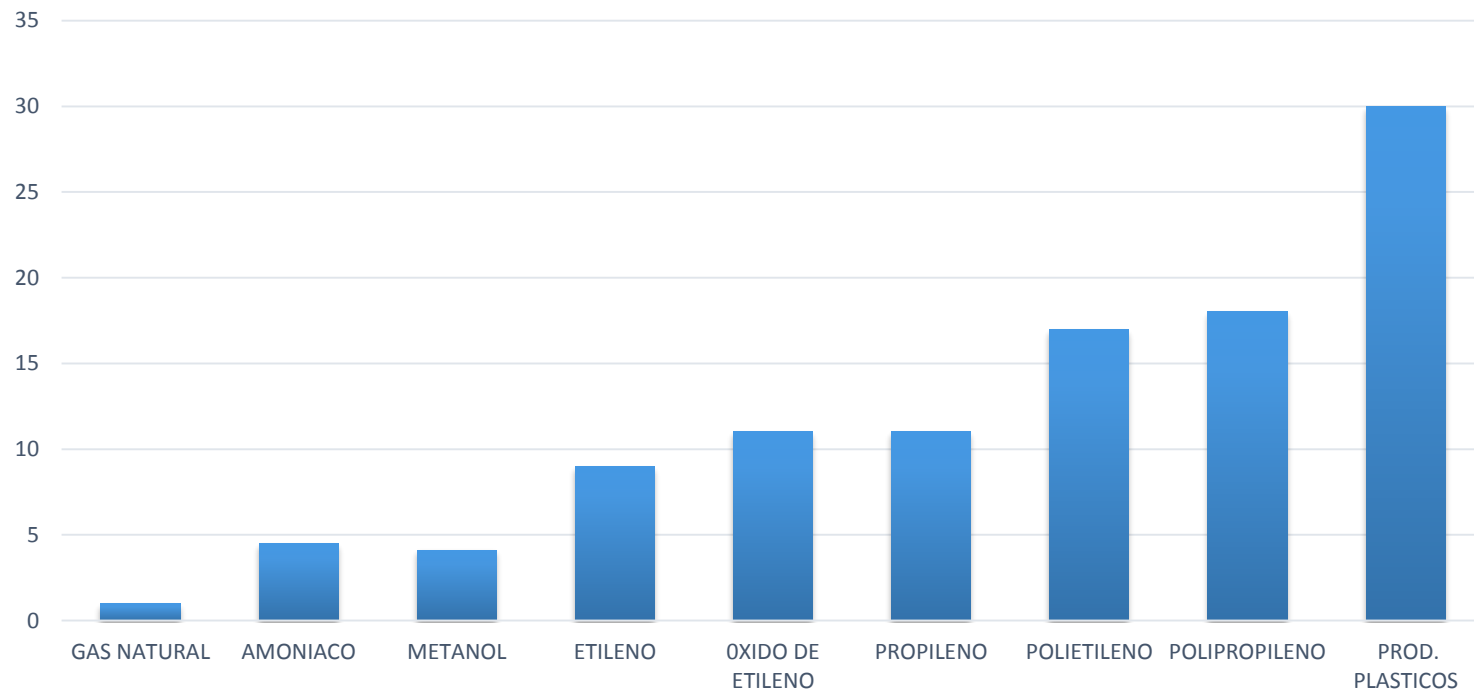
The Petrochemical Products Flow Chart



Tomada de la ponencia del Ing. Josue Roque en la Convención Nacional del IMIQ en 2019.

El valor agregado a la materia prima en la industria petroquímica

Fuente: Chemical Industry Association of Canada. October 2015



El desarrollo y el crecimiento económico de la industria petroquímica coadyuvan al incremento del producto interno bruto:

Tabla 1: Los 10 países mas con mayor producto interno.

Fuente: Investopedia (5)

PAIS	PIB (MILES DE MILLONES DE DOLARES)
1. Estados Unidos	\$19.39
2. China	\$12.01
3. Japón	\$ 4.87
4. Alemania	\$ 3.68
5. Reino Unido	\$ 2.62
6. India	\$ 2.61
7. Francia	\$ 2.58
8. Brasil	\$ 2.05
9. Italia	\$ 1.93
10. Canadá	\$ 1.65

Tabla 2: Los 10 países mas con mayor producción de petroquímicos

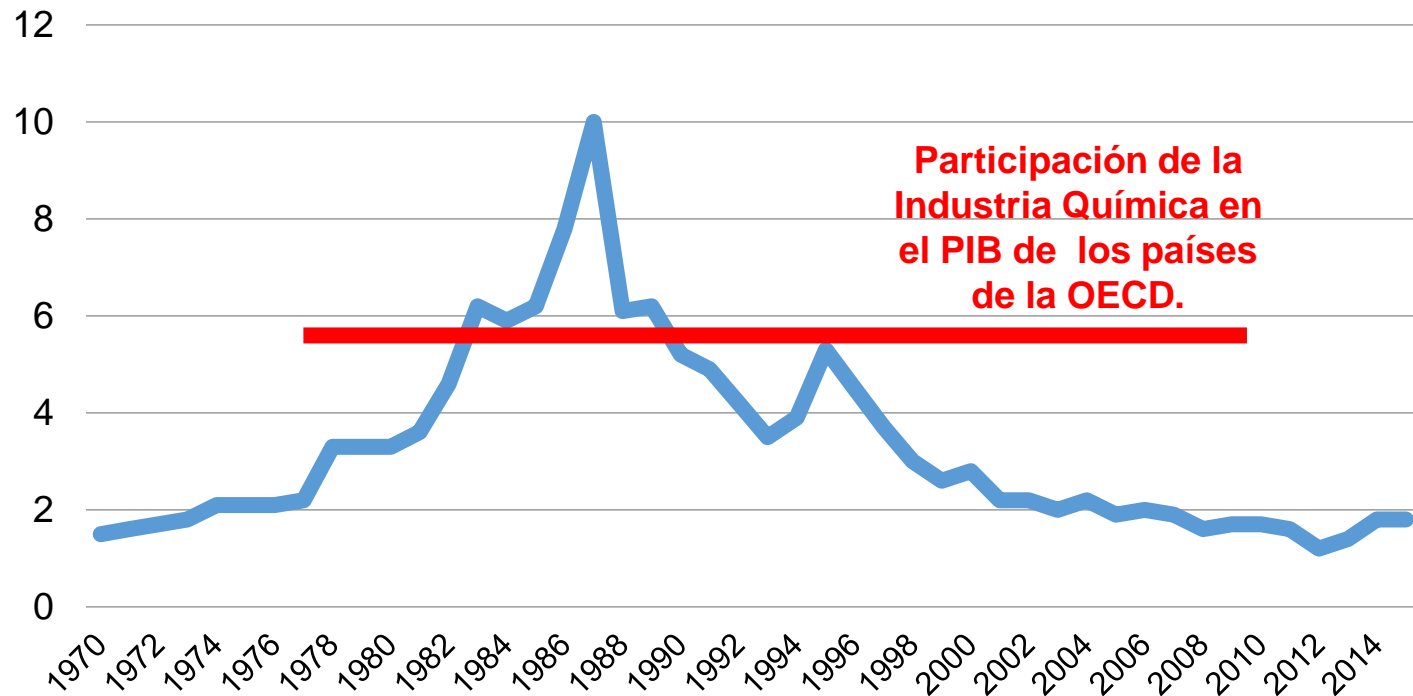
Fuente: Petrochemical Industry Overview. Chemical Economics Handbook

PAIS
1. Estados Unidos
2. Alemania
3. Rusia
4. China
5. Japón
6. Reino Unido
7. Italia
8. Francia
9. India
10. Brasil

Pemex nació en 1964 con la creación de la Gerencia de Petroquímica, desde entonces la producción de productos petroquímicos tuvo un crecimiento sin precedentes, y después comenzó a disminuir

Participación de la Industria Química como % PIB en México

Fuente: ANIQ





Industria Petroquímica: Importancia nacional, estrategias de desarrollo

Contenido:

I Introducción y objetivo

II Antecedentes e importancia

III Situación actual y Diagnóstico

Las materias primas

La producción de petroquímicos precursores

La situación financiera

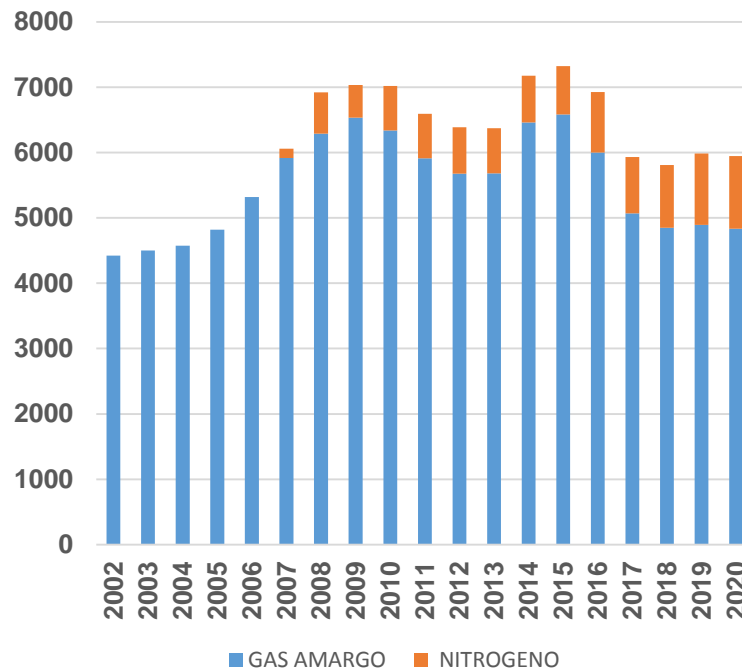
IV Propuestas de Mejora

V Conclusiones

La producción de gas natural ha disminuido, la contaminación con nitrógeno y los venteos de gas han aumentado, lo que ha ocasionado que la importación haya aumentado

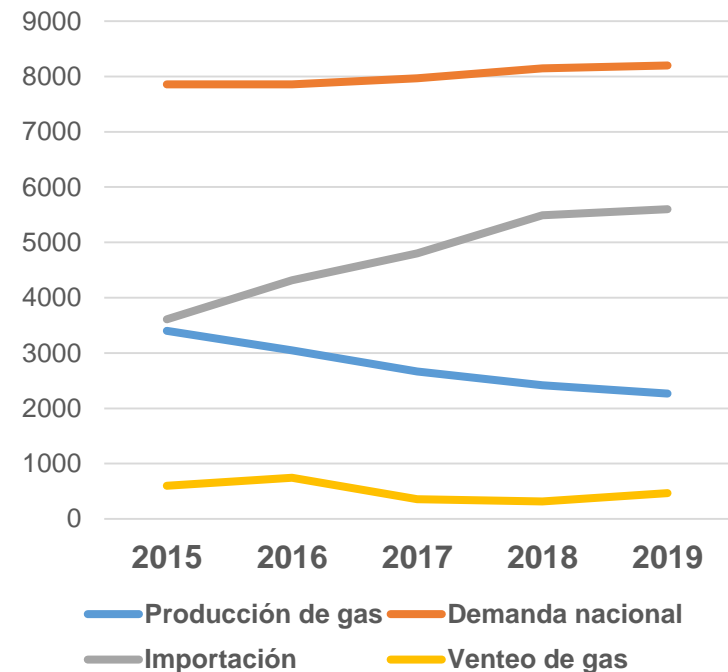
PRODUCCION DE GAS AMARGO Y CONTENIDO DE NITROGENO (Millones de pies cúbicos diarios)

Fuente: Indicadores Petroleros julio 2020)



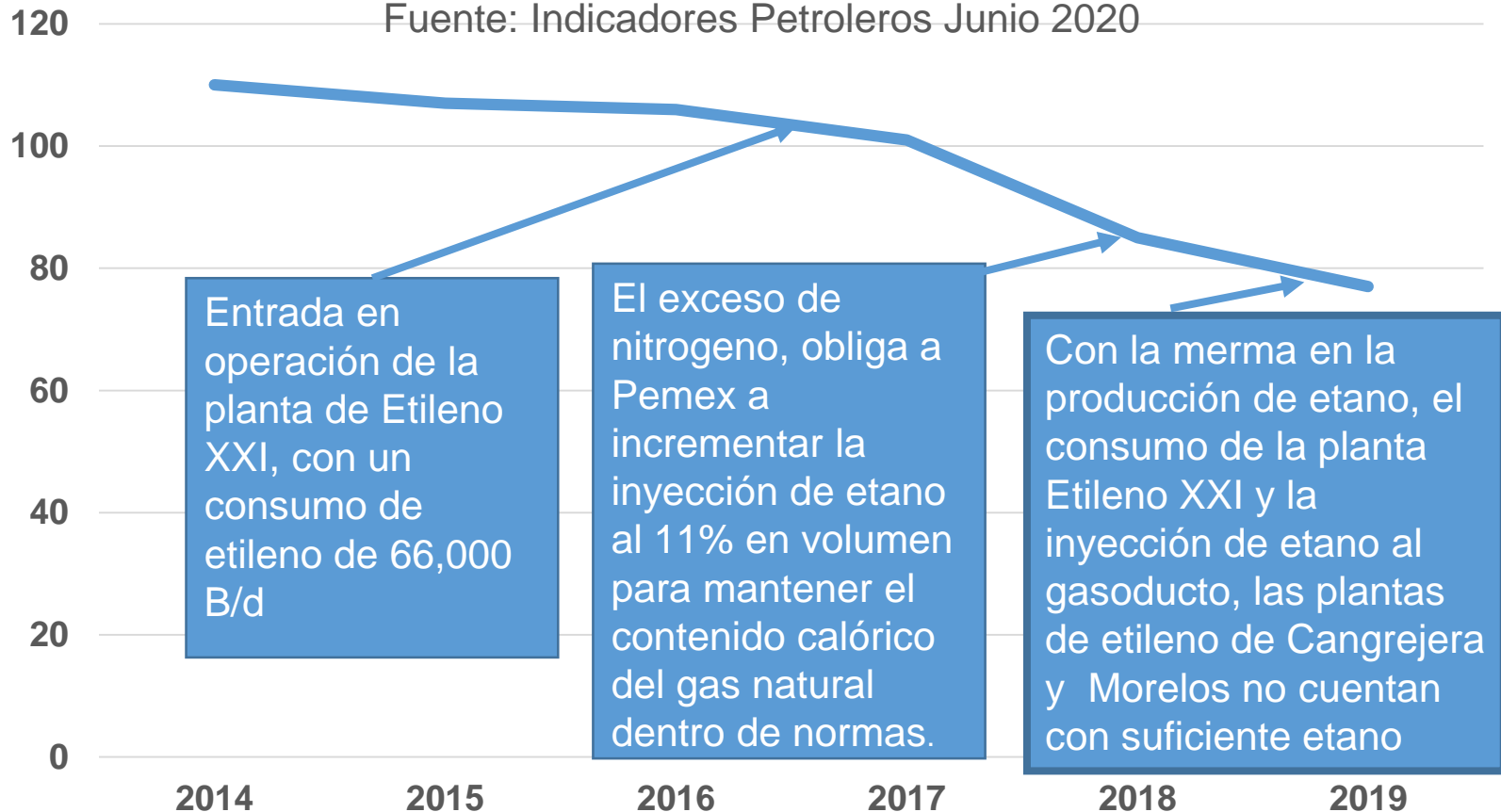
Demanda, importación, producción de gas seco y venteos de gas húmedo (MMPCD)

Fuente: CNH



Producción y balance de Etano (Miles de barriles diarios)

Fuente: Indicadores Petroleros Junio 2020



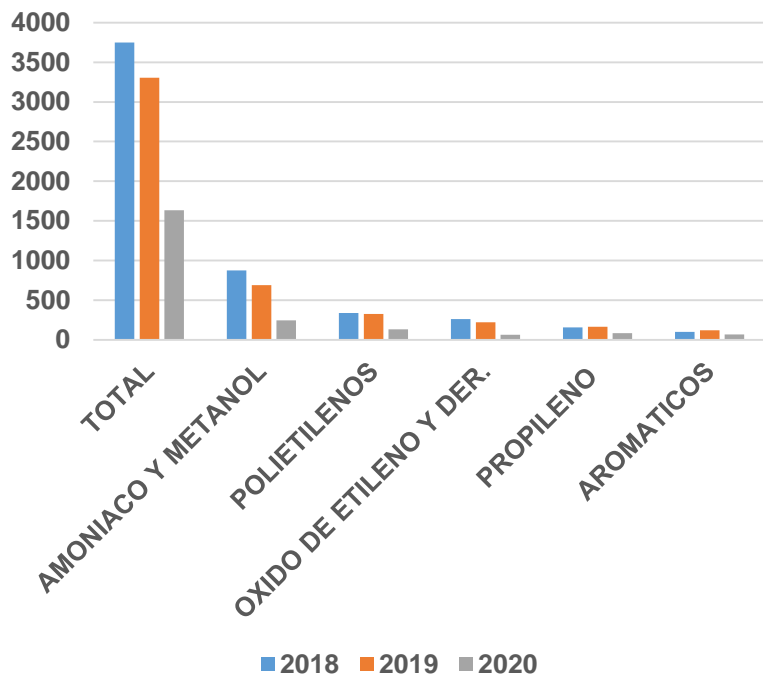
Entrada en operación de la planta de Etileno XXI, con un consumo de etileno de 66,000 B/d

El exceso de nitrógeno, obliga a Pemex a incrementar la inyección de etano al 11% en volumen para mantener el contenido calórico del gas natural dentro de normas.

Con la merma en la producción de etano, el consumo de la planta Etileno XXI y la inyección de etano al gasoducto, las plantas de etileno de Cangrejera y Morelos no cuentan con suficiente etano

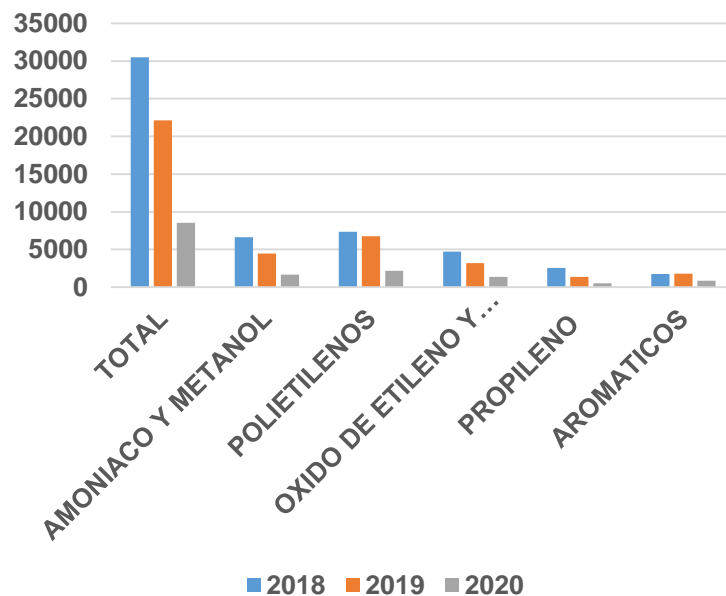
VOLUMEN DE VENTAS DE PRODUCTOS PETROQUIMICOS (Toneladas anuales)

Fuente: Indicadores petroleros julio, 2020)



VOLUMEN DE VENTAS DE PRODUCTOS PETROQUIMICOS (Millones de pesos)

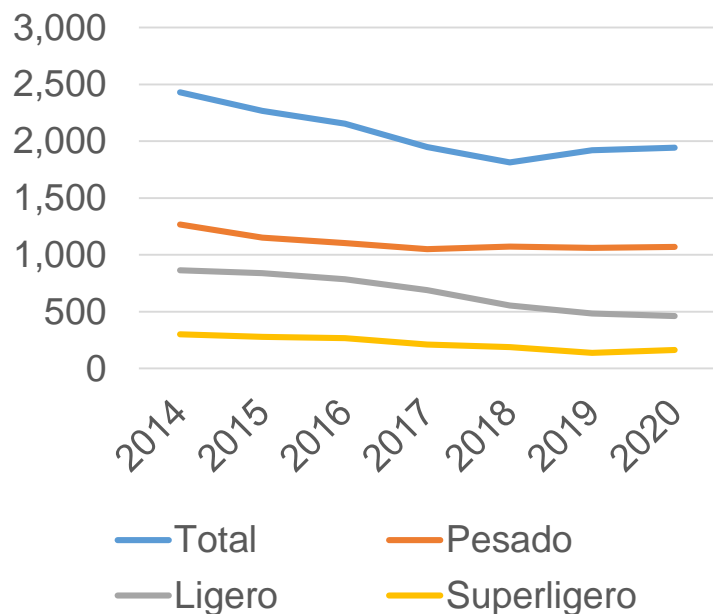
Fuente: Indicadores petroleros julio, 2020)



La producción de crudo pesado y ligero han disminuido, sin embargo la producción de crudo superligero se ha incrementado

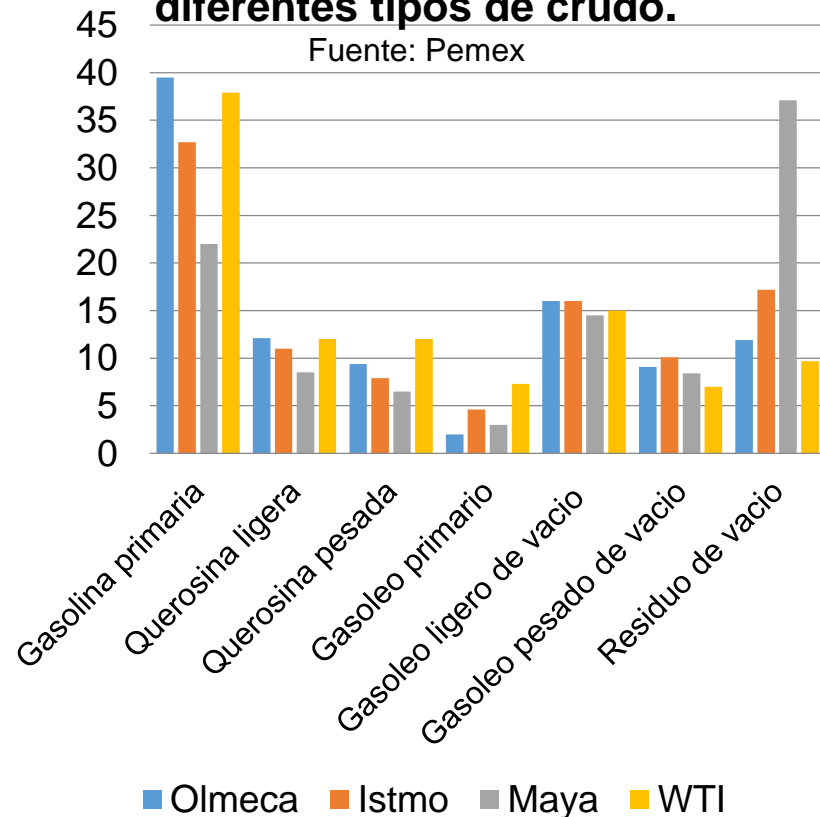
Producción de petróleo crudo (Miles de barriles diarios)

Fuente: Pemex, Indicadores Petroleros, junio 2020.



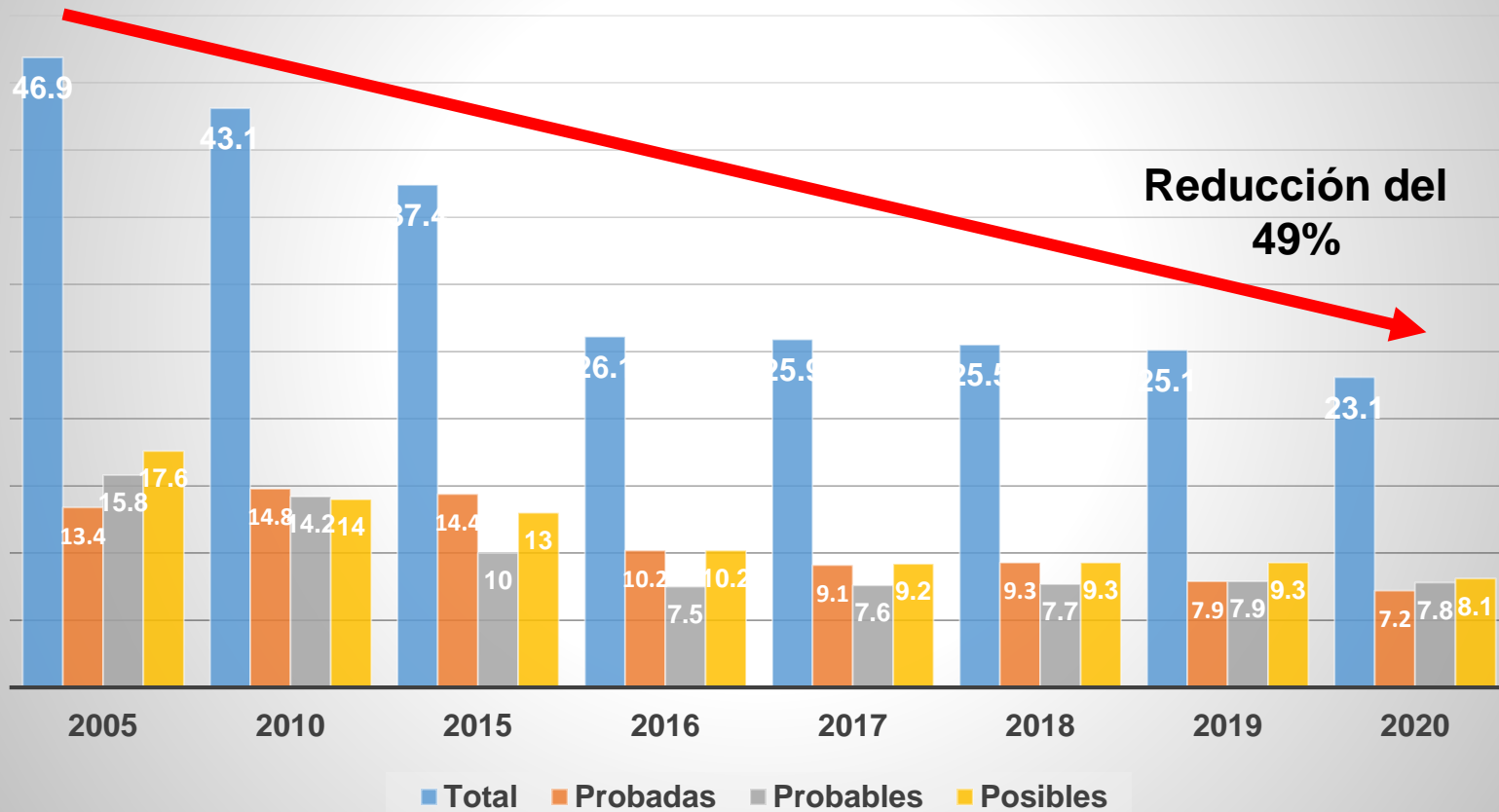
Porcentaje de rendimientos de diferentes tipos de crudo.

Fuente: Pemex



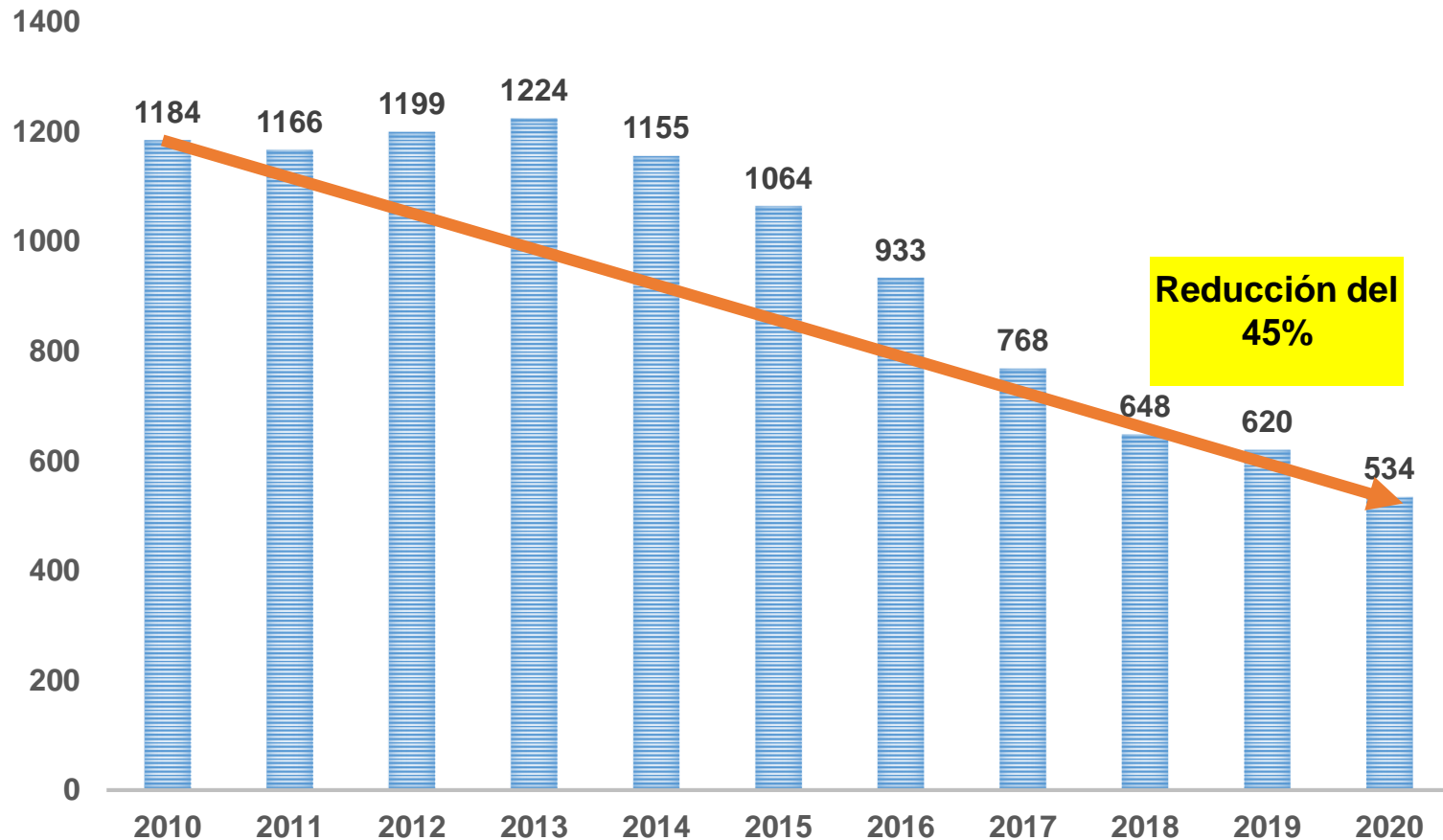
Reservas de yacimiento convencionales (miles de barriles de crudo equivalente)

Fuente: CNH 2020



Procesamiento de crudo en el sistema nacional de refinación. (Miles de barriles diarios)

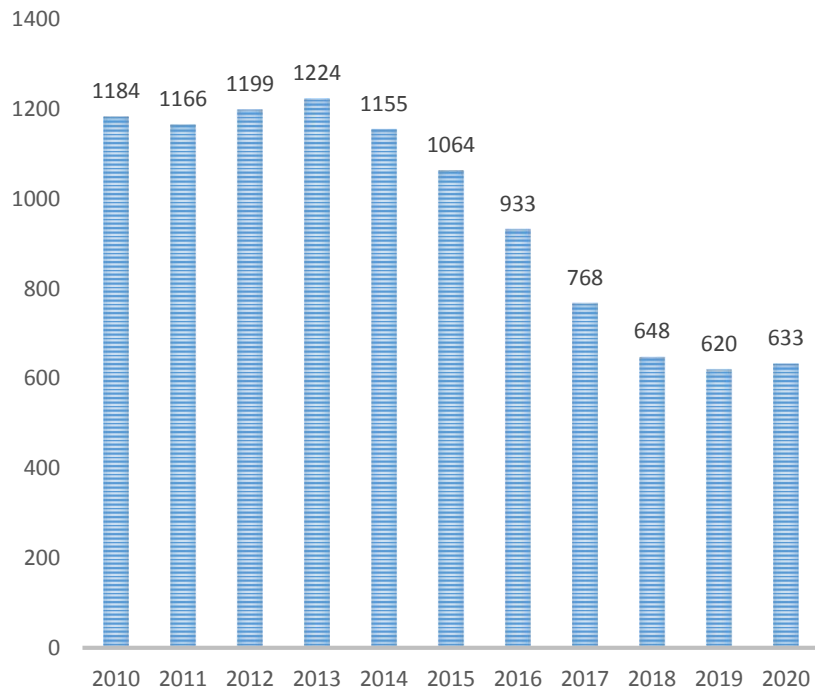
Fuente: Indicadores petroleros, junio 2020



A medida que la composición del crudo se hace mas pesada, la cantidad de crudo procesado disminuye, en un sistema nacional de refinación cada vez mas viejo y la produccion de productos refinados disminuye.

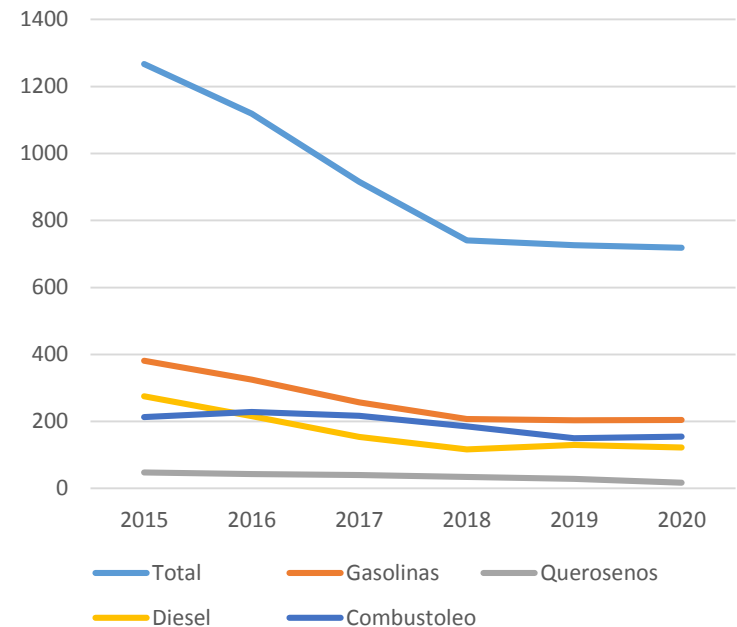
Procesamiento de crudo en refineras mexicanas (Miles de barriles diarios)

Fuente: Indicadores petroleros, julio 2020



Produccion de productos refinados en Mexico (Miles de barriles diarios)

Fuente: Indicadores petroleros, julio 2020





Propuestas para mejorar la industria petroquímica de Petróleos Mexicanos

Contenido:

- I Introducción y objetivo
- II Antecedentes e importancia
- III Situación actual y Diagnóstico
 - Las materias primas
 - La producción de petroquímicos precursores**
 - La situación financiera
- IV Propuestas de Mejora
- V Conclusiones
- Anexos

La disminución de la producción de gas seco ha ocasionado el desplome de La producción de amoniaco y de metanol

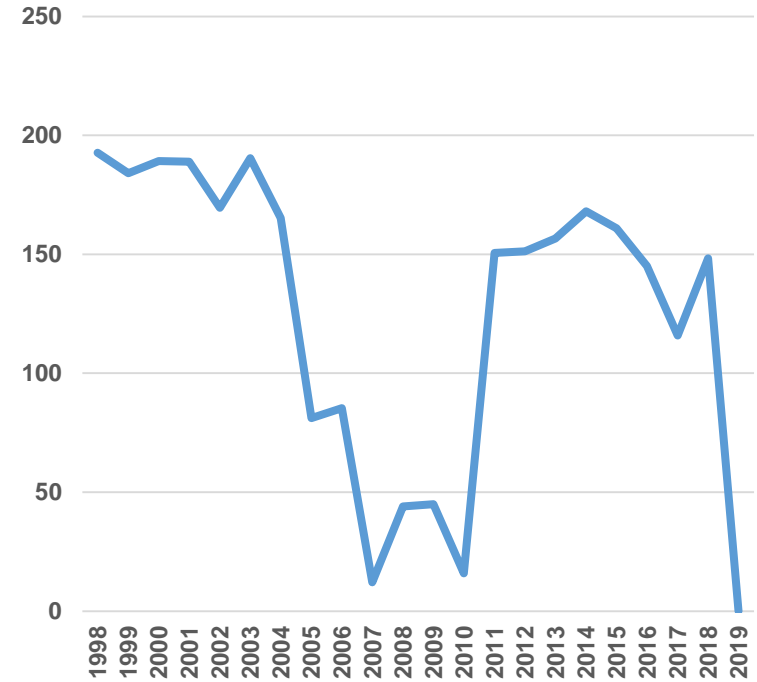
Produccion de Amoniaco miles de toneladas diarias

Fuente: Indicadores petroleros julio 2020



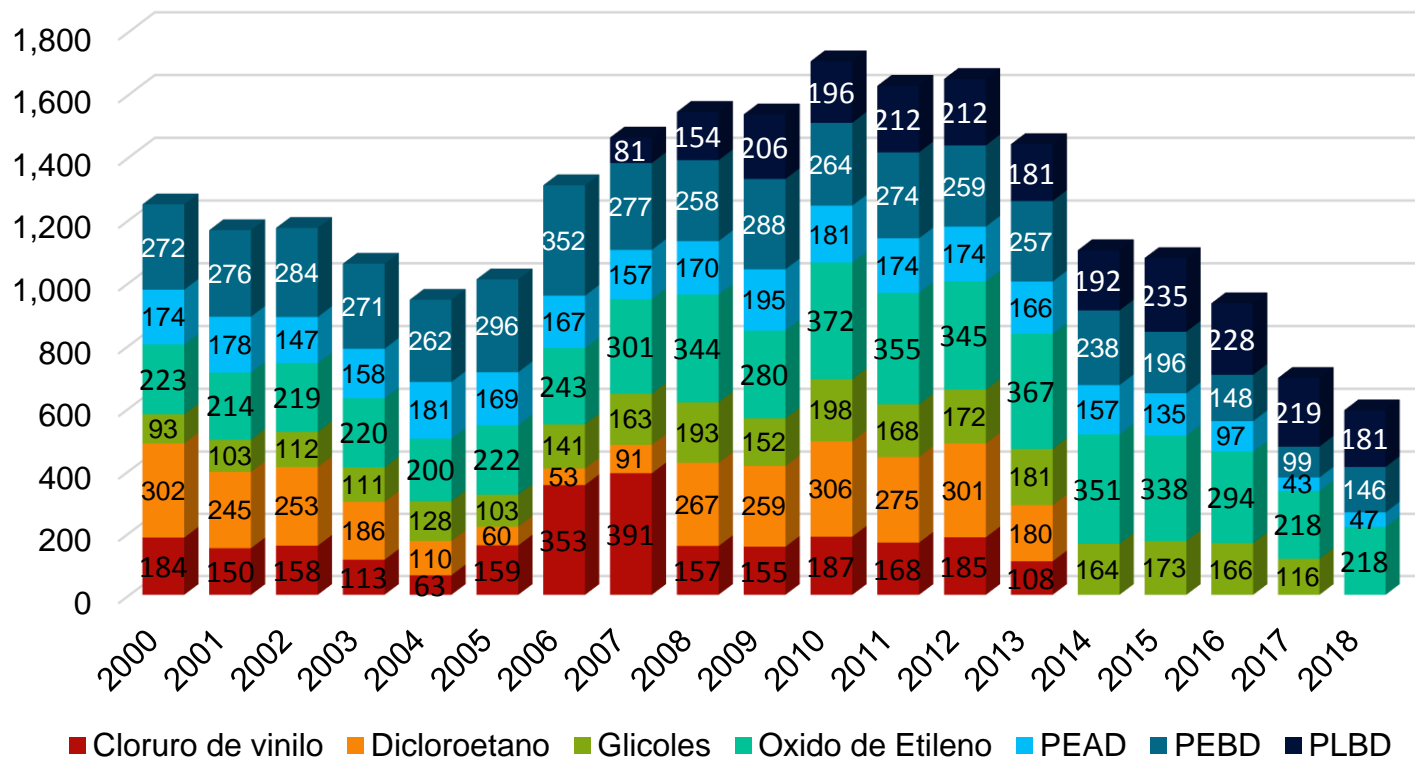
Produccion de Metanol miles de toneladas diarias

Fuente: Indicadores petroleros julio 2020





Producción anual de petroquímicos derivados del etileno 2000-2018 (Miles de toneladas anuales)



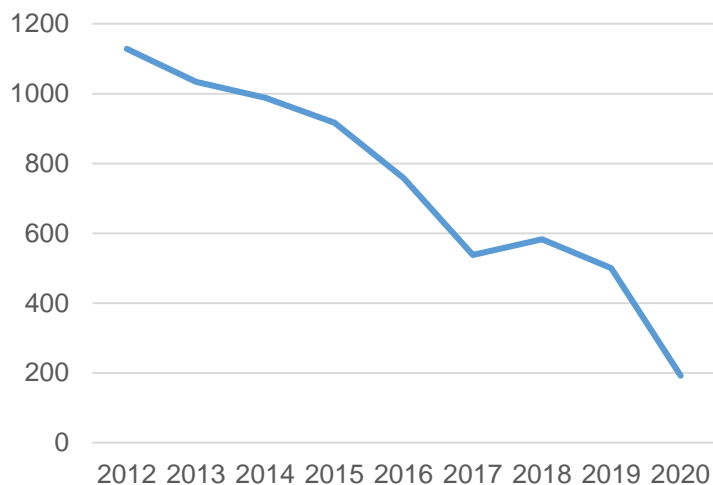
Fuente: Anuario estadístico PEMEX 2000-2018

Tomado de la ponencia del Ing. Josue Roque en la Convención Nacional del IMIQ en 2019.

La disminución del etano ha desplomado la producción de etileno y de sus derivados

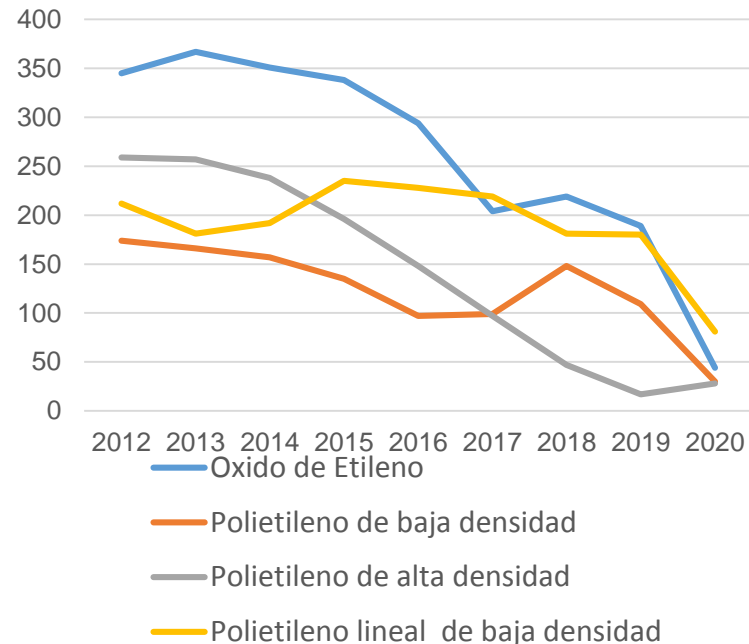
Producción de etileno en Pemex (Miles de toneladas anuales)

Fuente: Indicadores petroleros julio 2020



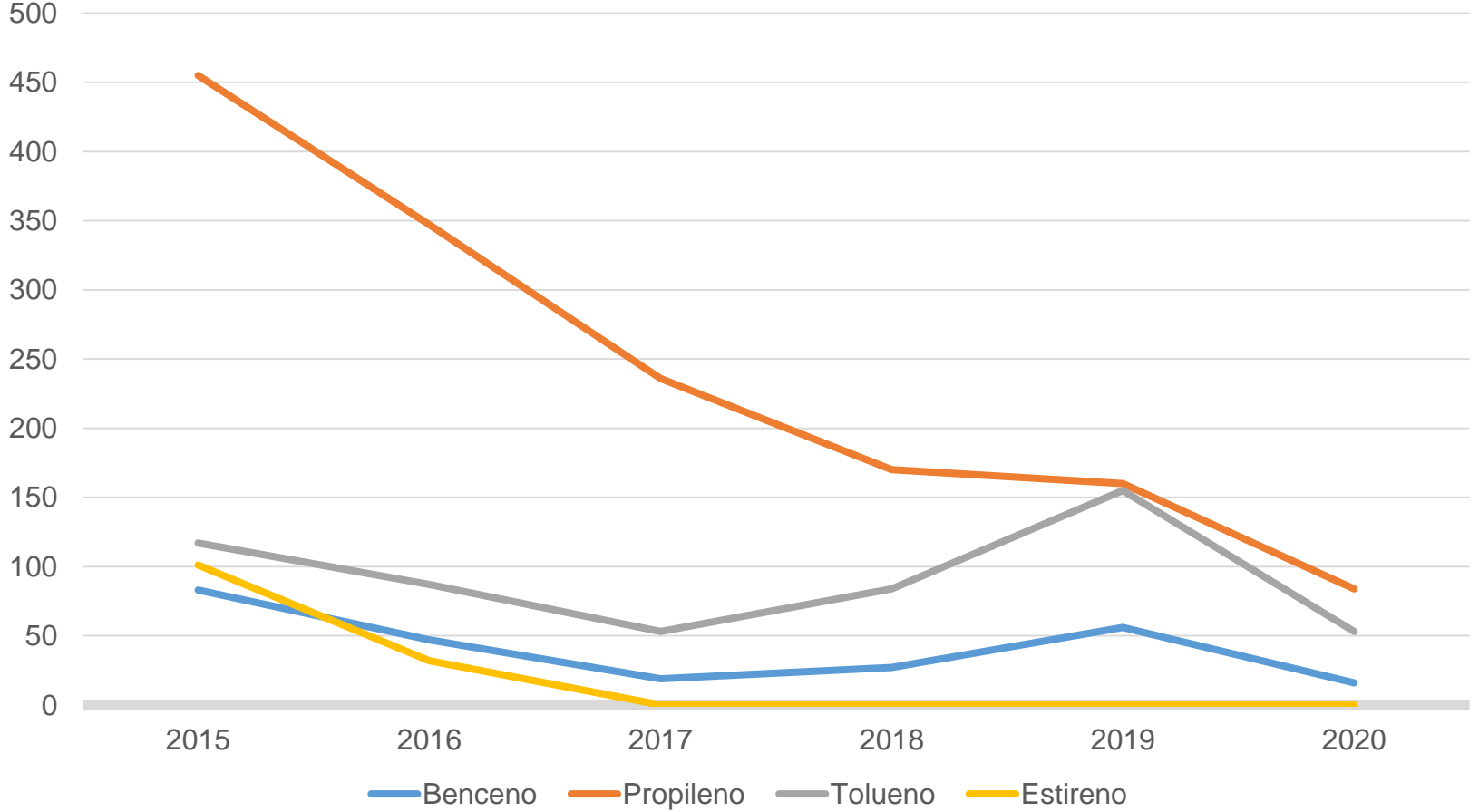
Producción de Derivados del Etileno en Pemex (Miles de toneladas anuales)

Fuente: Indicadores Petroleros julio 2020



Produccion de propileno, benceno, tolueno y estireno (Millones de toneladas anuales)

Fuente: Indicadores petroleros junio 2020.





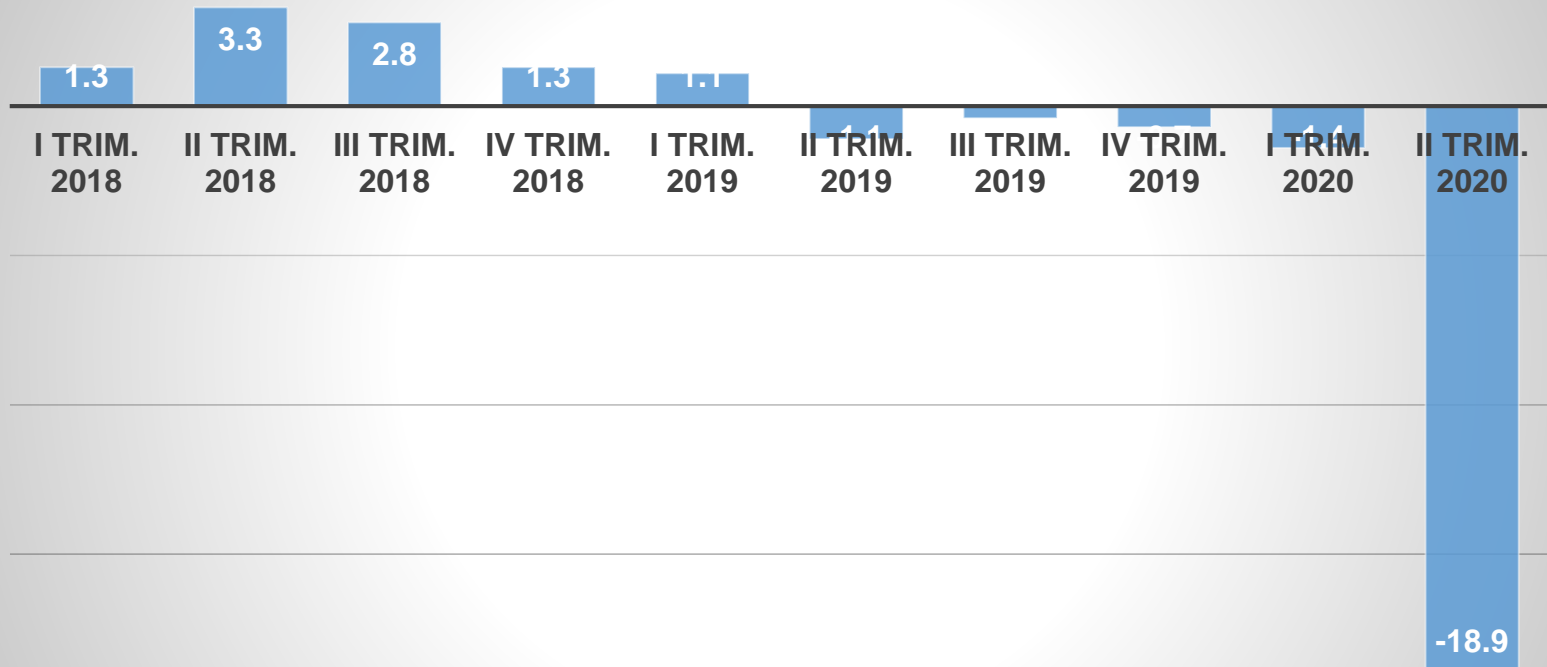
Industria Petroquímica: Importancia nacional, estrategias de desarrollo

Contenido:

- I Introducción y objetivo
- II Antecedentes e importancia
- III Situación actual y Diagnóstico
 - Las materias primas
 - La producción de petroquímicos precursores
 - La situación financiera**
- IV Propuestas de Mejora
- V Conclusiones

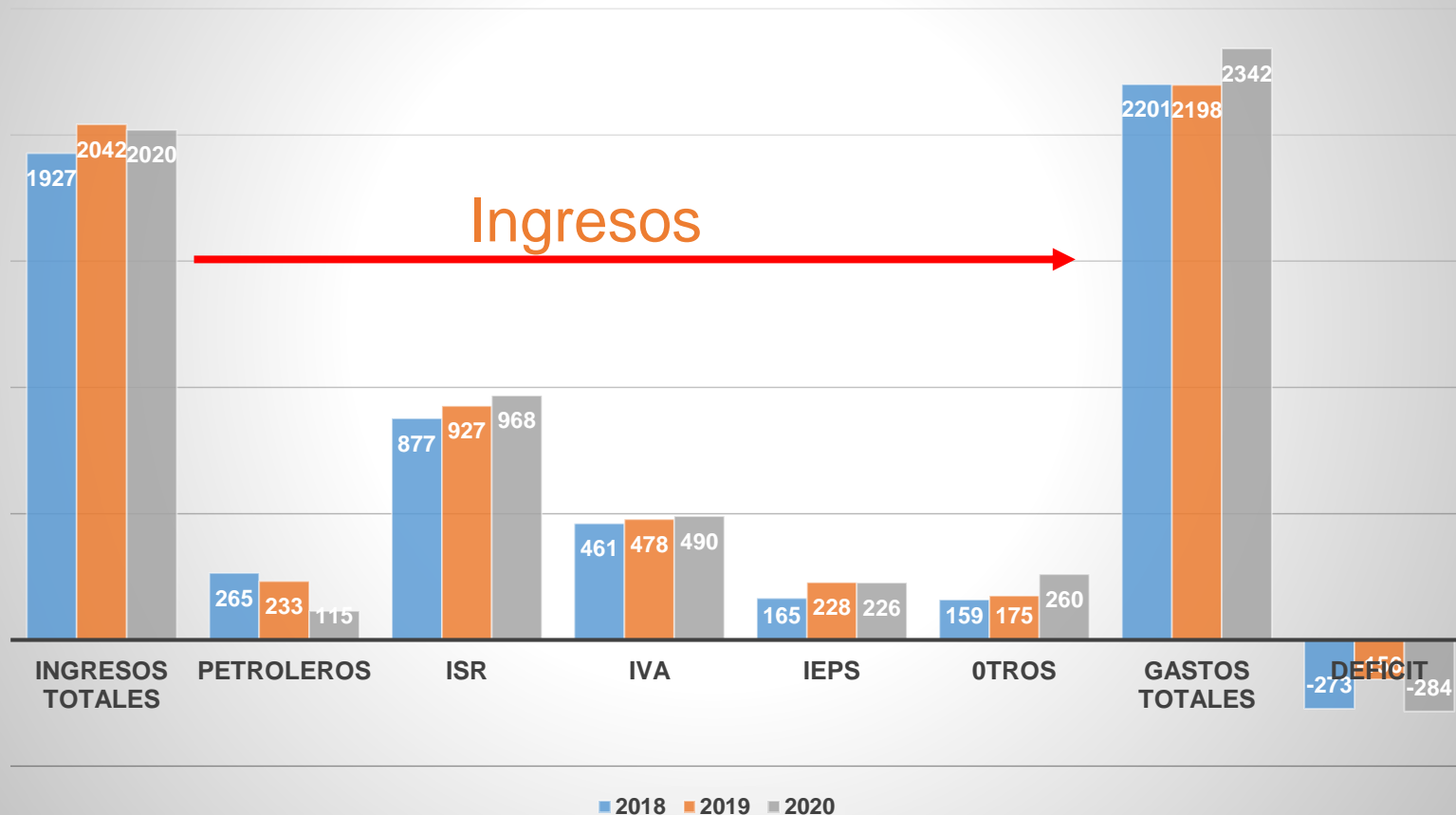
Evolucion trimestral del PIB

Fuente: INEGI



Balance Financiero del Gobierno Federal Primer semestre 2020 (Miles de Millones de pesos)

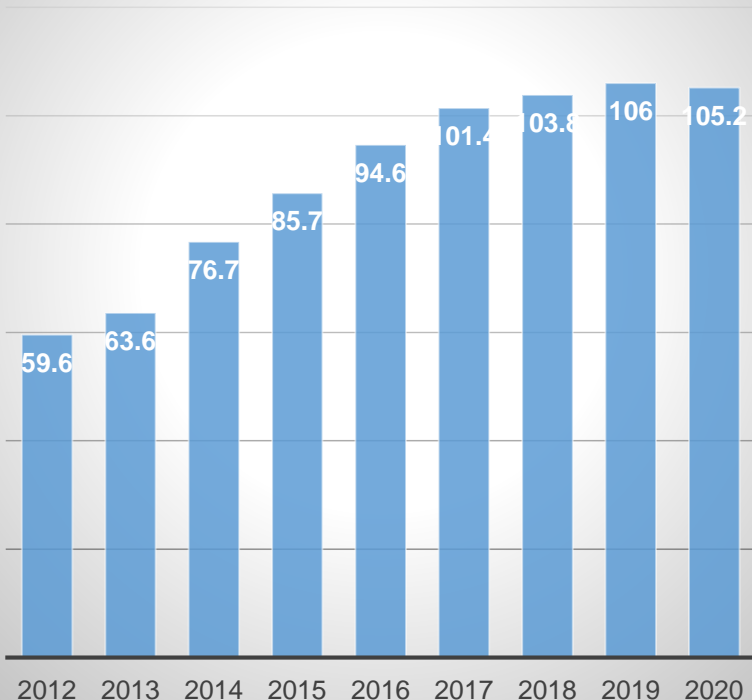
Fuente: Secretaria de Hacienda y Credito Publico



Deuda consolidada y calificación crediticia de Pemex al 20 de Agosto de 2020.

Perfil de la deuda de Pemex (miles de millones de US dólares)

Fuente de información Pemex)



La deuda financiera de Pemex era de \$105.2 miles de millones de US dólares al 16 de abril de 2020

CALIFICACION DE LA DEUDA DE PEMEX:

La agencia **Fitch Ratings** rebajó la calificación de Pemex de “**BB estable**” a “**BB negativa**”, BB indica vulnerabilidad elevada de riesgo de incumplimiento.

El ajuste en dos escalones a la calificación fue consecuencia del ajuste a la baja que hizo un día antes en **la calificación soberana de México**, que pasó de “**BBB+**” a “**BBB**”, dos niveles por encima del grado de inversión.

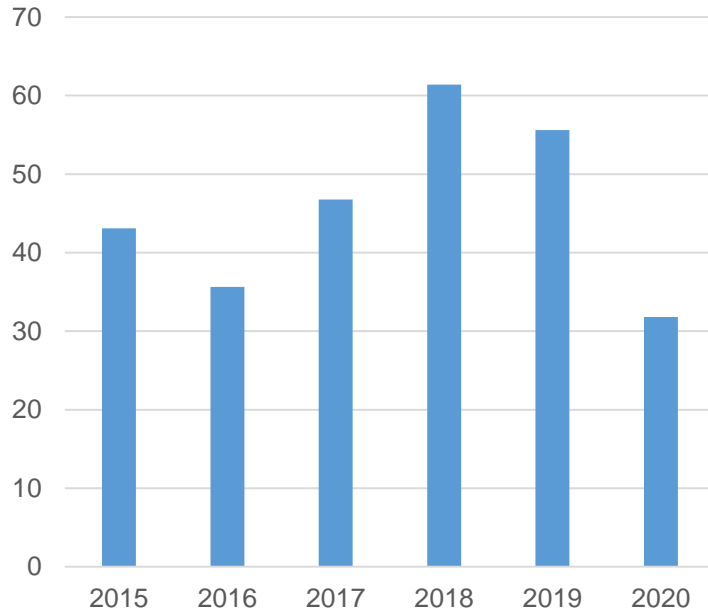
Moody's ajustó a Ba2 negativa la perspectiva de calificación de Pemex, debido a menores expectativas de flujo de efectivo de la firma y una tendencia decreciente en las reservas probadas de la compañía. La calificación Ba son consideradas especulativa y sujetas a un riesgo considerable. El modificador 2 indica que se ubica en el rango medio.

SP Global Ratings califica a la deuda de Pemex como ‘**BBB**’/negativa. ‘**BBB**’: Una obligación calificada con ‘**BBB**’ presenta parámetros de protección adecuados. Sin embargo, es más probable que condiciones económicas adversas o cambios coyunturales conduzcan al debilitamiento de la capacidad del emisor para cumplir con sus compromisos financieros sobre la obligación.

El efecto del precio del crudo y de la pandemia

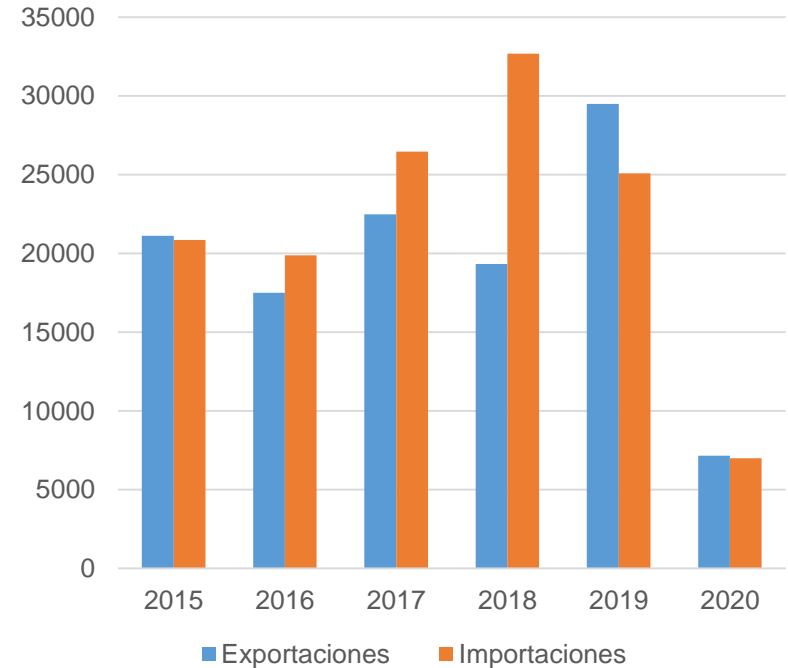
Precio promedio de exportación de crudo (USD por barril)

Fuente: Indicadores Petroleros junio 2020



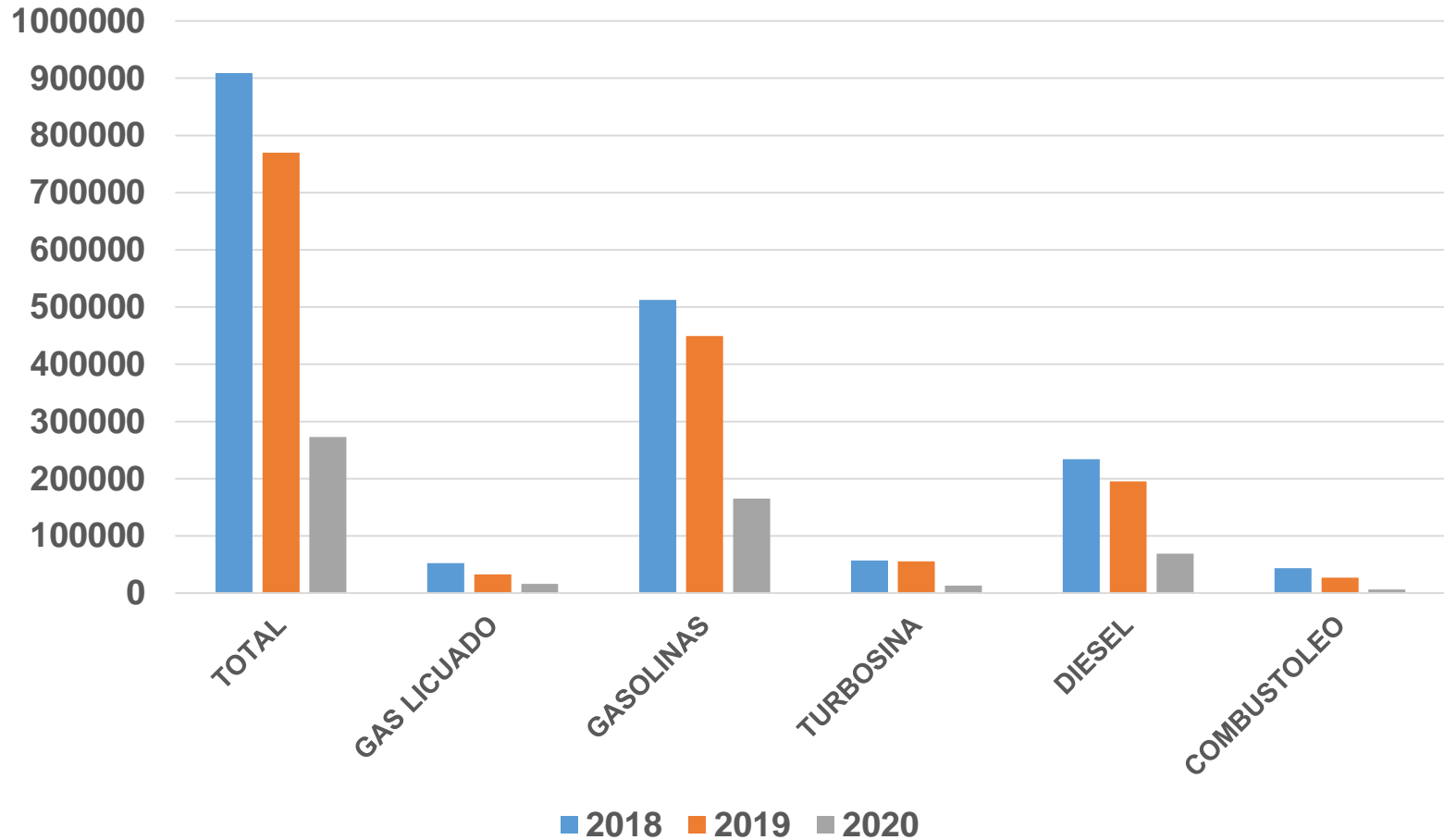
Balanza comercial de hidrocarburos y sus derivados

Fuente: Indicadores Petroleros junio 2020

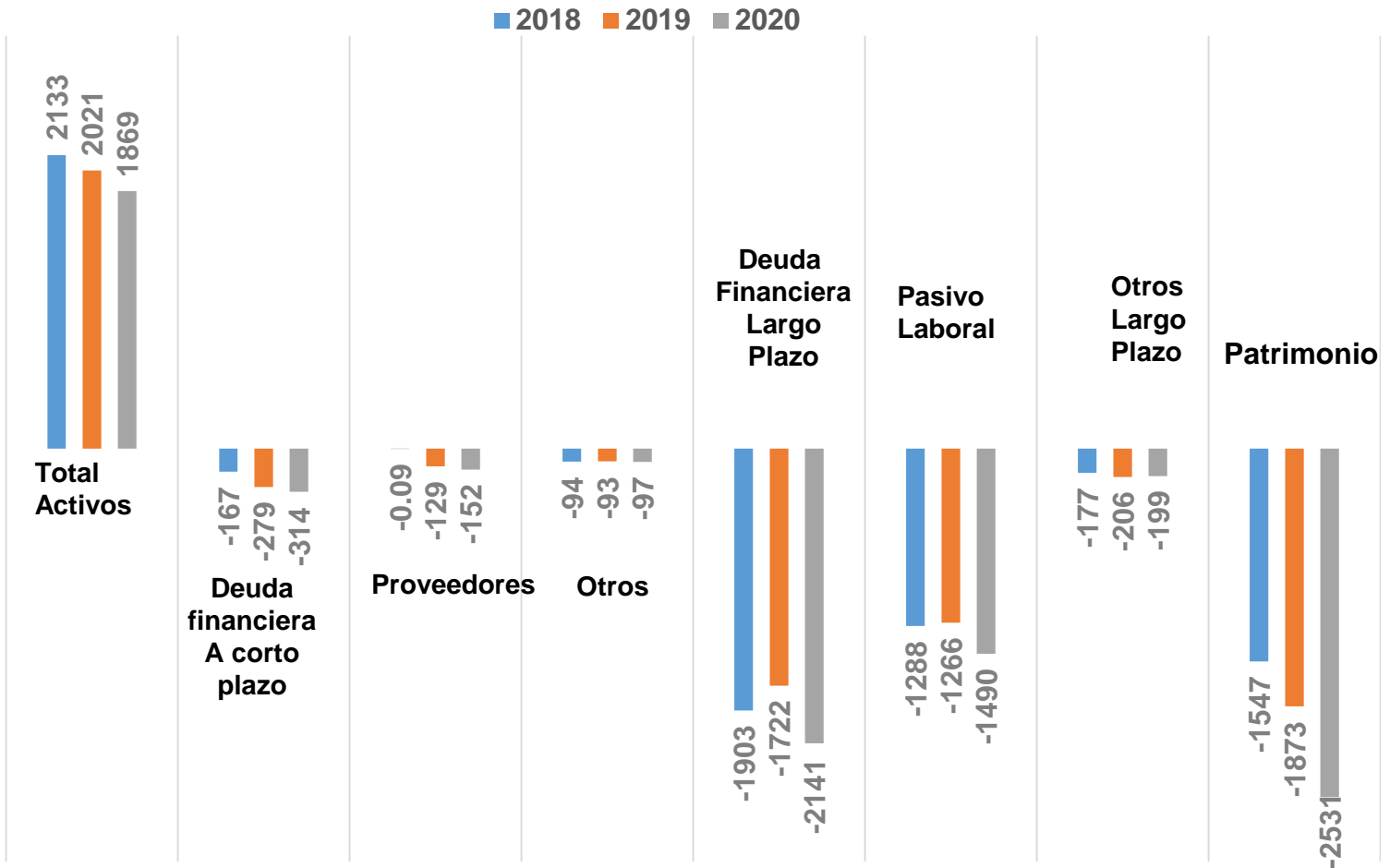


Ingresos por ventas de petrolíferos (Miles de Millones de pesos)

Fuente: Petroleos Mexicanos



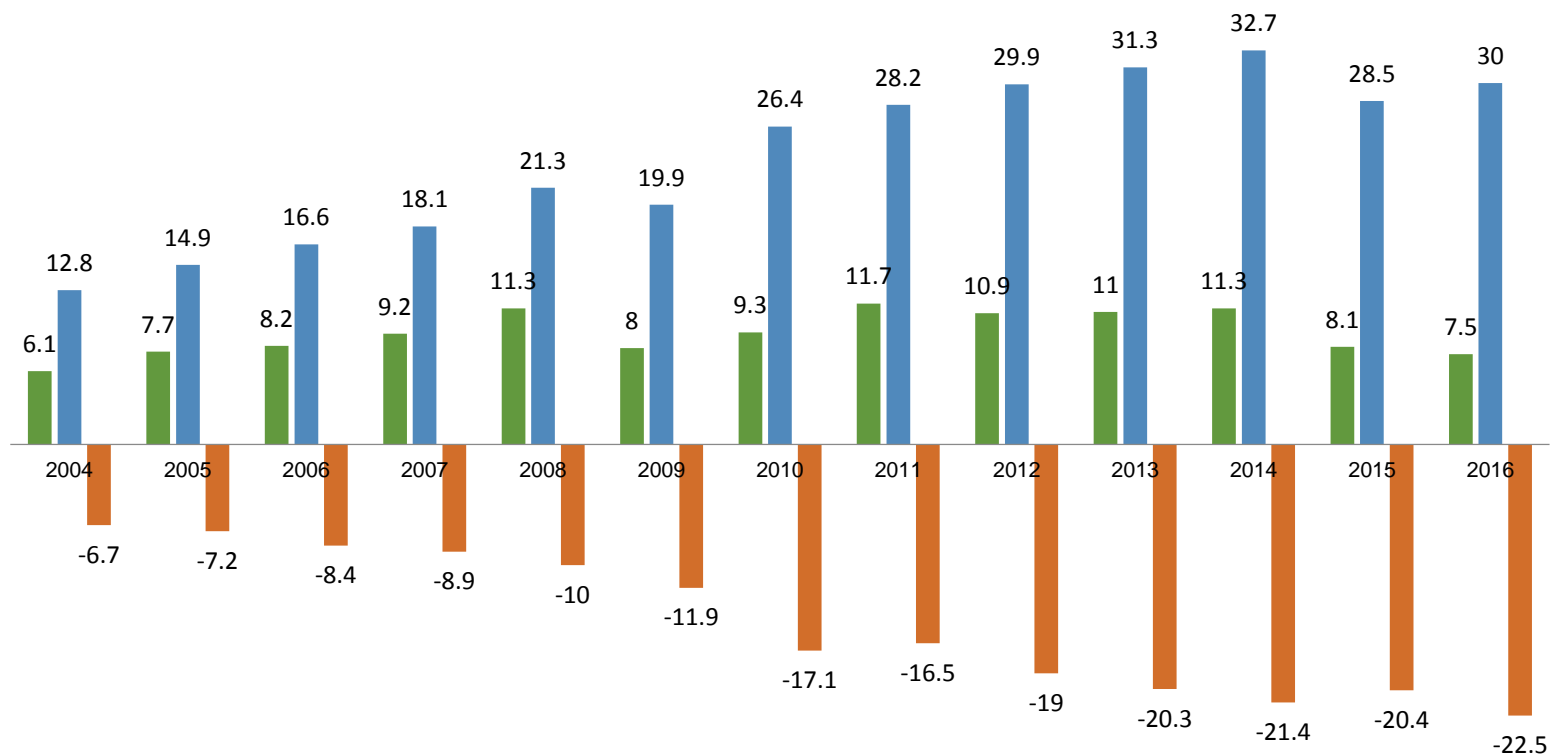
BALANCE GENERAL CONSOLIDADO 2018-2020, AL PRIMER SEMESTRE DE 2020 (MILES DE MILLONES DE PESOS)
FUENTE: PEMEX, INFORMES DE RESULTADOS TRIMESTRALES



Balanza Comercial de la Industria Química en México

Fuente: ANIQ

■ PRODUCCION ■ IMPORTACIONES ■ DEFICIT



El panorama económico que enfrenta Pemex

- Las pérdidas durante el primer trimestre de 2020 fueron de \$ 44,000 millones de pesos (\$ 2000 millones de USD)
- Las pérdidas acumuladas durante los últimos cuatro trimestres ascienden a \$ 864,126 millones de pesos (\$ 39,278.45 millones de USD).
- A este panorama hay que añadir la deuda de Pemex con sus proveedores que asciende a \$156 mil millones de pesos (\$ 7,090 millones de USD).
- La pandemia del coronavirus también ha afectado a las empresas de refinación mas importantes:
 - Phillips 66 opero sus refineria al 75%, perdiendo \$ 878 millones de USD, el margen operativo disminuyo de 11.37 a 2.60 USD/b.
 - Valero lo disminuyo de 9.58 a 5.10 USD/b.
 - Marathon que opero al 76% lo disminuyo de 15.24 a 7.13 USD/b.
 - Exxon Mobil reporto una perdida en los dos últimos trimestres de 1.1 mil millones de dólares.
 - Chevron perdió 8.3 mil millones de dólares y Shell 18.4 mil millones de dólares.



SOCIEDAD QUÍMICA
DE MÉXICO, A.C.
"La química nos une"

Propuestas para mejorar la industria petroquímica de Petróleos Mexicanos

Contenido:

- I Introducción y objetivo
- II Antecedentes e importancia
- III Situación actual y Diagnóstico
 - Las materias primas
 - La producción de petroquímicos precursores
 - La situación financiera
- IV Propuestas de Mejora**
- V Conclusiones

Incremento de la oferta de gas natural importado

Como comento la Sra. Elvira Daniel Kabbaz Zaga, Directora del CENAGAS, en Mérida Yucatán el 22 de agosto de 2019. La primera etapa comprende completar las modificaciones de la reconfiguración en la estación de compresión en Cempoala Veracruz para enviar una cantidad de gas, hasta de 500 MMPCD al sureste del país.

De esta forma se tendrá la inyección de gas natural de gas proveniente de la zona de Madero en Tamaulipas hacia el sur, que podrá ser comprimido en la estación de compresión Cempoala, de donde se transportará a Tabasco.

Esta primera etapa comprende la inversión de \$1,600 millones de pesos. Lo anterior se ilustra en las siguientes figuras:

Identificación de Sistemas a integrar en la gestión nacional en la primera etapa



Beneficios de mercado:

- Operación estandarizada
- Optimización en el uso de la red
- Crecimiento ordenado de la red
- Incremento de capacidad
- Nuevos mercados

Beneficios operativos

- Flexibilidad, continuidad y seguridad en los servicios de transporte y almacenamiento.
- Nuevos puntos de inyección
- Traslado de riesgo financiero.

Beneficios a Usuarios Finales:

- Tarifas razonables
- Rectoría del Estado
- Reducción de cargas administrativas

Incremento de la oferta de gas natural importado

La segunda etapa, que concluye en 2020, consiste en incorporar la inyección de gas natural importado desde Texas en Tuxpan y tendrá la capacidad de transportar hasta 2,600 MMPCD de gas natural de la frontera de Tamaulipas hasta Veracruz.

Esta etapa comprende la instalación de estaciones de re compresión en Lerdo y Tecolutla Veracruz y se tiene estimada una inversión adicional de \$800 a \$1000 millones de pesos para los dos proyectos.

Está pendiente de calcular la inversión para la integración de los 26 sistemas al sistema nacional de ductos, la cual podría hacerse con el concurso del sector privado.

El proceso de compra de los dos turbocompresores necesarios para

Incrementar la importación a 2,600 MMPCD esta en proceso y se espera que en dos años mas se termine el proyecto incluyendo la construcción.

Identificación de Sistemas a integrar en la gestión nacional segunda etapa (



Propuestas de Mejora a corto plazo

Disminución del gas venteado

Una de las principales causas de las grandes cantidades de gas natural enviado a la atmosfera es el rezago tecnológico y de mantenimiento de todas las instalaciones de Pemex.

Es altamente recomendable efectuar auditorías técnicas a cada una de las plataformas marinas, plantas de proceso, plantas de almacenamiento, terminales marítimas, estaciones de bombeo y compresión, ductos, servicios auxiliares, que permitan disminuir los venteos de gas natural, operar, con mayor seguridad, aplicando mejoras tecnológicas.

Las auditorías técnicas podrían efectuarse con la participación de equipos de trabajo conformados por personal jubilado de alta experiencia y jóvenes recién egresados de las instituciones de educación superior, aprovechando las facilidades de beca promovidas por el ejecutivo federal inclusive con la presencia de sus maestros.

Propuestas de Mejora a corto plazo

La contaminación del gas natural con nitrógeno.

Con el fin incrementar la producción de petróleo crudo se están inyectando 1,200 MMPCD de nitrógeno a los yacimientos de Cantarell, y Ku Maloob, via la planta de Atasta.

La inyección de nitrógeno ha ocasionado una contaminación de nitrógeno del gas asociado y es una de las principales causas de la disminución de la producción de productos petroquímicos ya que:

- Aumenta los venteos de gas natural en las plataformas de compresión de gas, ya que los equipos no están diseñados para manejar la mezcla gas actuales natural/nitrógeno.
- La operación de la planta criogénica que se instaló en el Centro Procesador de Gas en Cd. Pemex para remover el nitrógeno no puede operar con las variaciones de composición de la mezcla.
- Parte del etano producido tiene que inyectarse al gas natural para cumplir con la norma del contenido calórico.

Propuestas de Mejora a corto plazo

La contaminación del gas natural con nitrógeno.

Para poder extraer el nitrógeno del gas natural, la SENER ha planteado la construcción de plantas criogénicas adicionales y de plantas de absorción así como la infraestructura necesaria para recircular el nitrógeno.

Una opción adicional para efectuar la separación puede ser el uso de mallas moleculares, en donde el Instituto Mexicano del Petróleo ha hecho estudios.

Estos proyectos se efectuarían por medio de la intervención de la iniciativa privada, pero hasta ahora no se ha especificado en qué consistiría las bases de concurso.

Por lo anterior proponemos, que mientras tanto, se inicie un debate, con los ingenieros petroleros para que se examine la conveniencia técnica de:

- Reducir la inyección de nitrógeno en la cantidad que se está haciendo.
- Ver la posibilidad de sustituirla por medio de gas natural, para no incrementar más el contenido de nitrógeno en el gas producido.

Propuestas de Mejora a corto plazo

Importación de gas natural en fase líquida.

En Agosto del 2018, Grupo Mex Gas lanzo un concurso por un contrato de 5 años para los servicios de almacenamiento, transporte y regasificación de GNL, a través de una FSRU con capacidad de Re gasificar hasta 600 MMPCSD y almacenar hasta 150,000 m3, la cual estaría ubicada en el muelle 9 de Pajaritos.

El proyecto incluía la ejecución de un ducto de 18 km y 24" de diámetro para el transporte del GN hasta el SISTRANGAS.

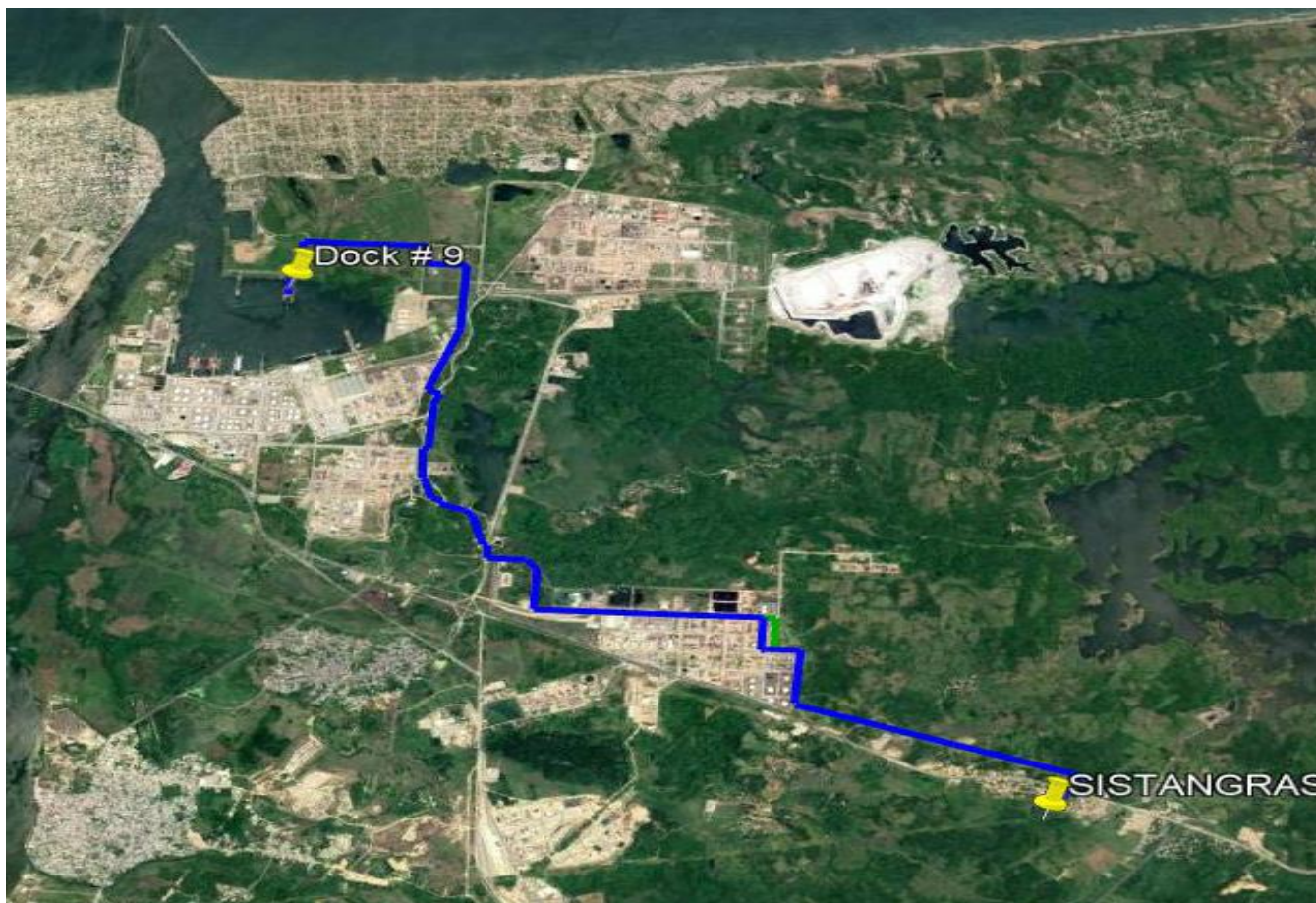
Las propuestas fueron ingresadas el 14 de diciembre del 2018 y se esperaba la adjudicación para el 9 de enero del 2019, sin embargo el 4 de enero del 2019, **el proyecto fue cancelado.**

Ante la disminución de la producción de gas natural, la SENER y CENAGAS, están nuevamente retomando este proyecto y se está en espera de las definiciones para volver a concursarlo. La importación sería por medio de empresas de la iniciativa privada.

**Fotografía del barco de almacenaje de gas natural
licuado que se anclaría en el muelle 9 de la
Terminal de Pajaritos.**



Ruta de la nueva tubería de 20 pulgadas de diámetro del gas natural vaporizado hasta el Complejo Petroquímico Cangrejera.



Propuestas de Mejora a corto plazo

Incremento a la importación de etano en fase líquida.

Ante el problema del suministro de etano, las autoridades de Pemex del Complejo de Cangrejera idearon un proyecto para importar etano, por medio de una empresa de la iniciativa privada, almacenándolo en las facilidades de almacenamiento de etileno de la Terminal de Almacenamiento de Pajaritos, lo que ha permitido contar con 600 T/d de etano para alimentar a las plantas de etileno de los Complejos Petroquímicos de Cangrejera y Morelos y poder continuar elaborando productos derivados del etileno.

Ante el éxito de este proyecto, han arrancado un nuevo proyecto para incrementar el suministro de etano hasta 900 T/d, lo que implica la instalación de vaporizadores ecológicos de etano debido a la carencia de vapor.

El proyecto se ha conceptualizado entre una empresa de la iniciativa privada en conjunto con el personal de petroquímica.

Proyecto de incremento de etano vaporizado a 900 T/d

Vaporizadores Ecológicos



Propuestas de Mejora a corto plazo

Elaboración de una auditoría técnica a las plantas de urea de Pajaritos

Con el objetivo de comenzar a producir urea en ambos trenes del Complejo de Pajaritos, se hizo necesario hacer una auditoría técnica, la primera reunión se ha tenido el 31 de agosto de 2019, arroja que hay que realizar algunos trabajos de mantenimiento menores y que el principal problema es la falta de materias primas, amoniaco y dióxido de carbono.

Al poner en operación las plantas de amoniaco del Complejo Petroquímico Cosoleacaque, se pueden elaborar en el primer tren de urea, una producción de 500,000 T/A de urea, aprovechando 352,000 T/A de dióxido de carbono y 290,000 T/A de amoniaco, con el consecuente beneficio para México, ya que la urea es un fertilizante estratégico y tiene un precio actual de 500 USD/T, y el margen de operación en la fabricación de urea, es del orden de 170 USD/T de urea producida.

La obtención de productos petroquímicos en las refinerías

Las refinerías son también una fuente de obtención de productos petroquímicos como el propileno, isobutileno, etileno, benceno y tolueno.

Salvo el propileno que es el único que se separa como producto, los demás simplemente no se separan.

La producción de esos productos es susceptible de incrementarse si se incrementa la capacidad de producción de petrolíferos, la cual se encuentra restringida por que el tipo de crudo alimentado, es muy diferente al contemplado en el diseño de las refinerías.

Una opción consiste en cambiar el crudo por uno más adecuado para la operación de nuestras refinerías viejas que no están configuradas con plantas coquizadoras para disminuir la producción de combustóleo.

Se ha hecho un ejercicio de orden de magnitud sobre la conveniencia de cambiar el tipo de crudo en las refinerías del altiplano, lo cual representaría un margen operativo de \$6.7 MMUSD, que se muestra a continuación:

Calculo de orden de magnitud de los beneficios de importar 500,000 B/d de crudo West Texas Intermediate a las refinerías de Tula y Salamanca

	MEZCLA RECONSTITUIDA	WTI	
CRUDO PROCESADO (B/d) (A)	500,000	500,000	0
VALOR (USD/D)	19,000,000.000	22,522,500.00	- 3,522,500.000
PRODUCCION DE GASOLINAS (B/d)	150,000.00	250,000.00	100,000.00
VALOR DE LA PRODUCCION (USD) DE GASOLINAS	17,345,454.55	28,909,090.91	11,563,636.36
VALOR DE LA IMPORTACION DE GASOLINAS (USD) PRODUCCION	60,000.00		60,000.00
DE DESTILADOS INTERMEDIOS (B/d)	100,000.00	125,000.00	25,000.00
VALOR DE LA PRODUCCION	14,266,636.36	17,833,295.45	3,566,659.09
INCREMENTO EN LA PRODUCCION			
DE PRODUCTOS PETROQUIMICOS (T/d)	66.67	100	
VALOR DE LA PRODUCCION DE PETROQUIMICOS (USD/d)	80,004.00	120,000.00	39,996.00
PRODUCCION DE COMBUSTOLEO (B/d)	185,000.00	50,000.00	
VALOR DEL COMBUSTOLEO	5,348,181.82	1,445,454.55	- 3,902,727.27
PRODUCCION DE LPG (B/d)	15000	25000	10000
VALOR (USD/D)	1,040,727.27	1,701,818.18	661,090.91
VALOR DEL FLETE DE CRUDO		1,000,000.00	- 1,000,000.00
TOTAL DEL BENEFICIO			6,745,064.182

Propuestas de Mejora a largo plazo

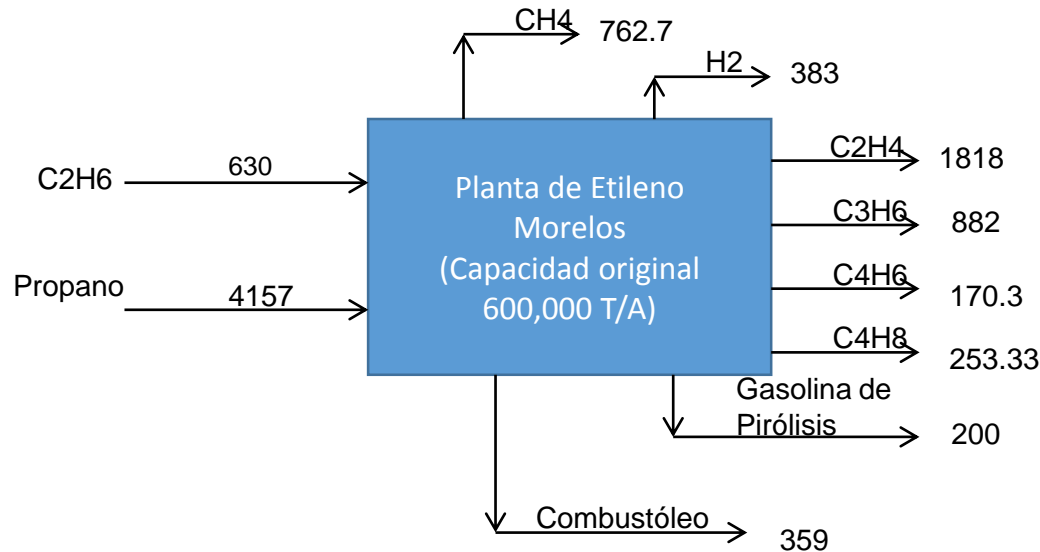
Modernización de las plantas de etileno de Cangrejera y Morelos y adecuarlas para procesar diferentes materias primas ante la falta de etano.

Las plantas de Etileno de Cangrejera y Morelos que tienen una tecnología de los años setentas, están actualmente limitadas en su capacidad de producción de etileno por falta de etano y carecen de flexibilidad para procesar otras materias primas; sin embargo pueden ser modificadas para proporcionarles una mayor flexibilidad, mejorar sus rendimientos, producir otros productos petroquímicos y disminuir su consumo de energía.

El balance de materia de orden de magnitud, al flexibilizar la alimentación de materias primas a la planta de etileno Morelos, primero f con una mezcla de etano y propano y también con una mezcla de etano y gasolinas naturales

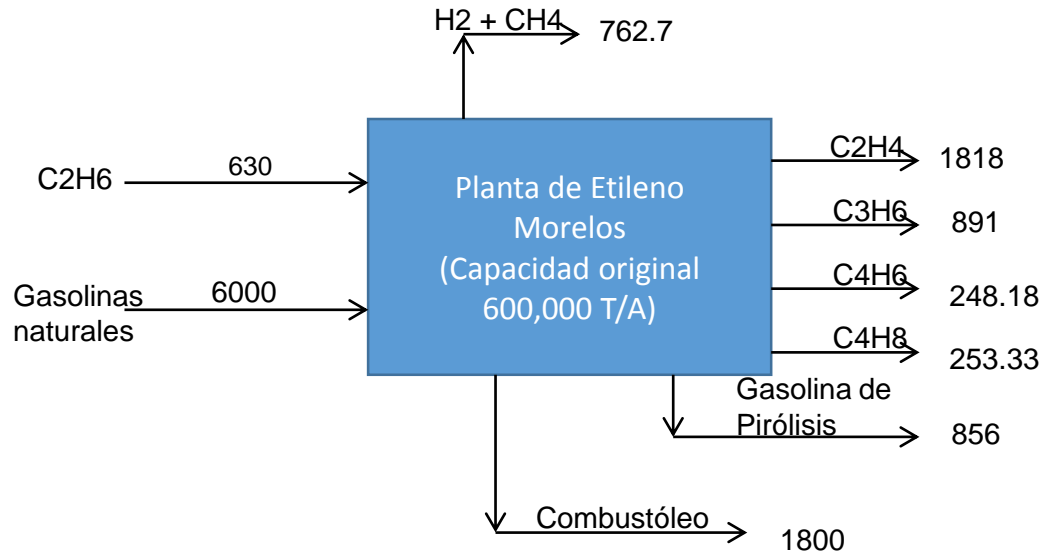
Balance de materia de orden de magnitud, al flexibilizar la alimentación de materias primas a la planta de etileno Morelos, con una mezcla de etano y propano, obteniendo etileno, propileno, buteno, butadieno y gasolinas de pirólisis (benceno, tolueno y xilenos). (T/d)

(Fuente de información: Enciclopedia Ullmann. Commercial straight-run gasoline cracking yield patterns, temperature 820 C) (12)



Balance de materia de orden de magnitud, al flexibilizar la alimentación de materias primas a la planta de etileno Morelos, con una mezcla de etano y propano, obteniendo etileno, propileno, buteno, butadieno y gasolinas de pirólisis (benceno, tolueno y xilenos). (T/d)

(Fuente de información: Enciclopedia Ullmann. Commercial straight-run gasoline cracking yield patterns, temperature 820 C) (12)



Propuestas de Mejora a largo plazo

Modernización de las plantas de etileno de Cangrejera y Morelos y adecuarlas para procesar diferentes materias primas ante la falta de etano.

Para el caso de alimentar una mezcla de etano y propano, se muestra una estimación de las ventas totales de de \$ 719,874 USD/año, de utilidad de operación con una inversión de estimada de \$ 1000 Millones de dólares, el retorno de la inversión es de 0.87 años.

En el caso de alimentar una mezcla de etano con naftas, las ventas totales alcanzan los \$ 831068,800 USD/año y el retorno de inversión es 0:95 años.

En ambos casos, la utilidad refleja únicamente las ventas de etileno, propileno, isobuteno, butadieno y compuestos aromáticos, la cual se puede incrementar si se elaboran subproductos como polietileno, óxido de etileno u derivados del buteno, butadieno y aromáticos, tampoco contempla la venta de hidrogeno a refinación.

ESTIMACION DEL VALOR DE VENTA DE LOS PRODUCTOS DE LA PLANTA DE ETILENO DEL COMPLEJO PETROQUIMICO MORELOS CRAQUEANDO UNA MEZCLA DE ETANO Y PROPANO (Precios promedio 2019).

Fuente de informacion: Pyrolysis: Theory and Industrial Practice. Siegfried Nowak and Hubert Gunschell Academic Press. 1983. Incluidos los precios actuales de ICIS Chemical Business y el Oil and Gas Journal

PRODUCTO	% PESO	PRODUCCION T/A	PRECIO DE VENTA \$ USD/T	VALOR DE LA PRODUCCION \$ USD/A
HIDROGENO	1.6			
METANO	18			
ACETILENO	0.29			
ETILENO	43.7	600,000.00	400.00	\$ 240,000,000.00
PROPILENO	33.2	291,060.00	1,050.00	\$ 305,613,000.00
PROPANO				
BUTANOS				
BUTENOS	2.3	83,598.00	1,100.00	\$ 91,957,800.00
BUTADIENO	2.1	81,840.00	600.00	\$ 49,104,000.00
PENTANOS				
GASOLINAS		66,000.00	500.00	\$ 33,000,000.00
	101.19			
VENTAS TOT.				\$ 719,674,800.00
MATERIAS PRIMAS				
ETANO		273,900.00	140.00	\$ 38,346,000.00
PROPANO		1,371,810.00	79	\$ 108,372,990.00
				\$ 146,718,990.00
UTILIDAD DE OPERACIÓN				\$ 572,955,810.00
RETORNO DE LA INVERSION (AÑOS)				\$ 0.87

ESTIMACION DEL VALOR DE VENTA DE LOS PRODUCTOS DE LA PLANTA DE ETILENO DEL COMPLEJO PETROQUIMICO MORELOS CRAQUEANDO UNA MEZCLA DE ETANO Y NAFTAS (Precios promedio 2019).

Fuente de informacion: Pyrolysis: Theory and Industrial Practice. Siegfried Nowak and Hubert Gunschell Academic Press. 1983. Incluidos los precios actuales de ICIS Chemical Business y el Oil and Gas Journal

PRODUCTO	% PESO	PRODUCCION T/A	PRECIO DE VENTA \$ USD/T	VALOR DE LA PRODUCCION \$ USD/A
HIDROGENO	0.81			
METANO	16.15			
ACETILENO	0.29			
ETILENO	29	600,000.00	400.00	\$ 240,000,000.00
PROPILENO	17	294,030.00	1,050.00	\$ 308,731,500.00
PROPANO	0.58			
BUTANOS	5			
BUTENOS	5.3	83,599.00	1,100.00	\$ 91,958,900.00
BUTADIENO	4.32	81,899.00	600.00	\$ 49,139,400.00
PENTANOS	1.92			
GASOLINAS	19.53	282,480.00	500.00	\$ 141,240,000.00
VENTAS TOT.				\$ 831,069,800.00
MATERIAS PRIMAS				
ETANO		207,900.00	140.00	\$ 29,106,000.00
NAFTAS (B/A)		1,980,000.00	140	\$ 277,200,000.00
				\$ 306,306,000.00
UTILIDAD DE OPERACIÓN				\$ 524,763,800.00
RETORNO DE LA INVERSION (AÑOS)				\$ 0.95

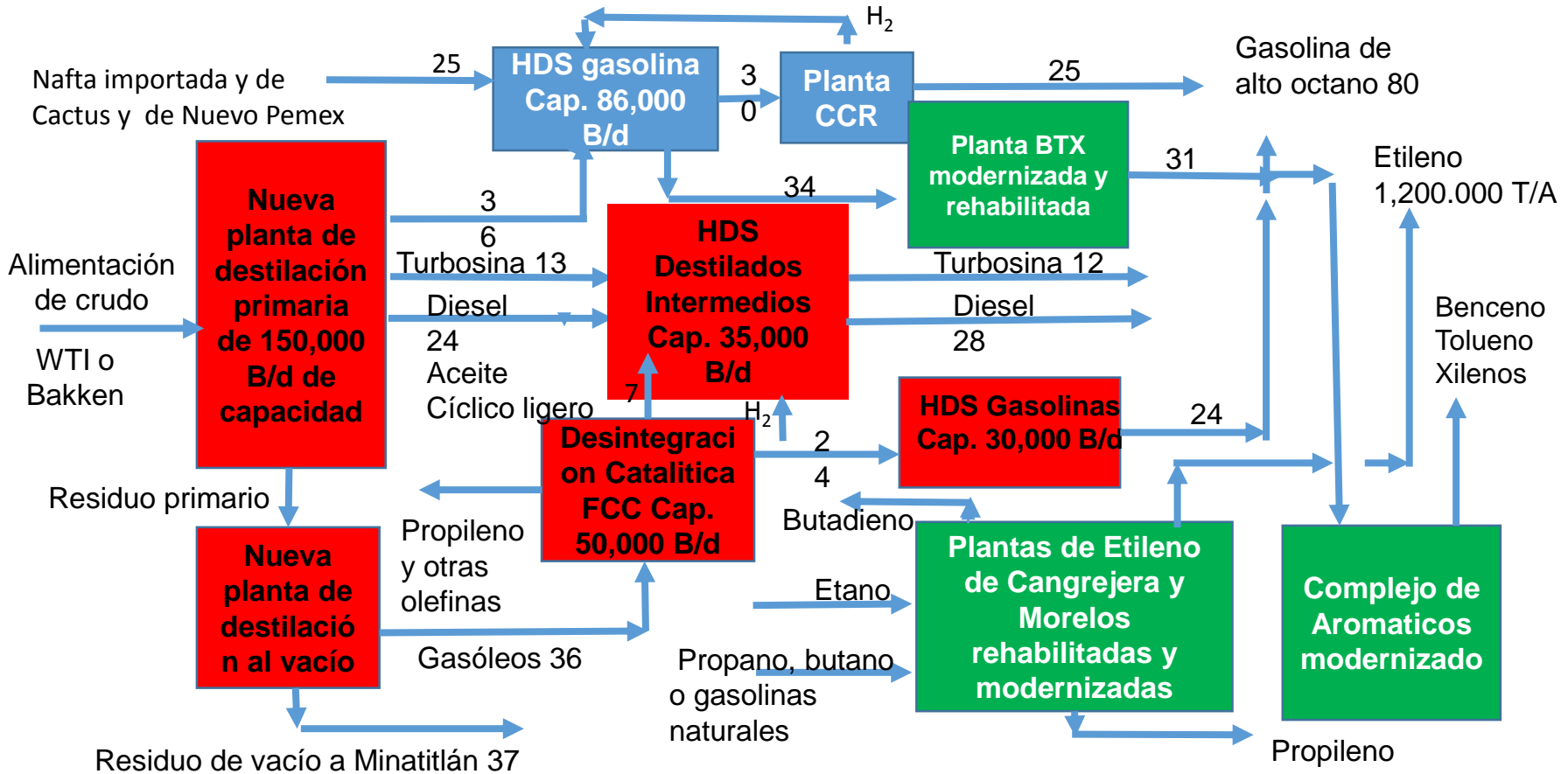
Propuestas de Mejora a largo plazo

Integrar una refinería petroquímica aprovechando los activos disponibles en los Complejos Petroquímicos de Cangrejera y Morelos así como de la Terminal Marítima de Pajaritos.

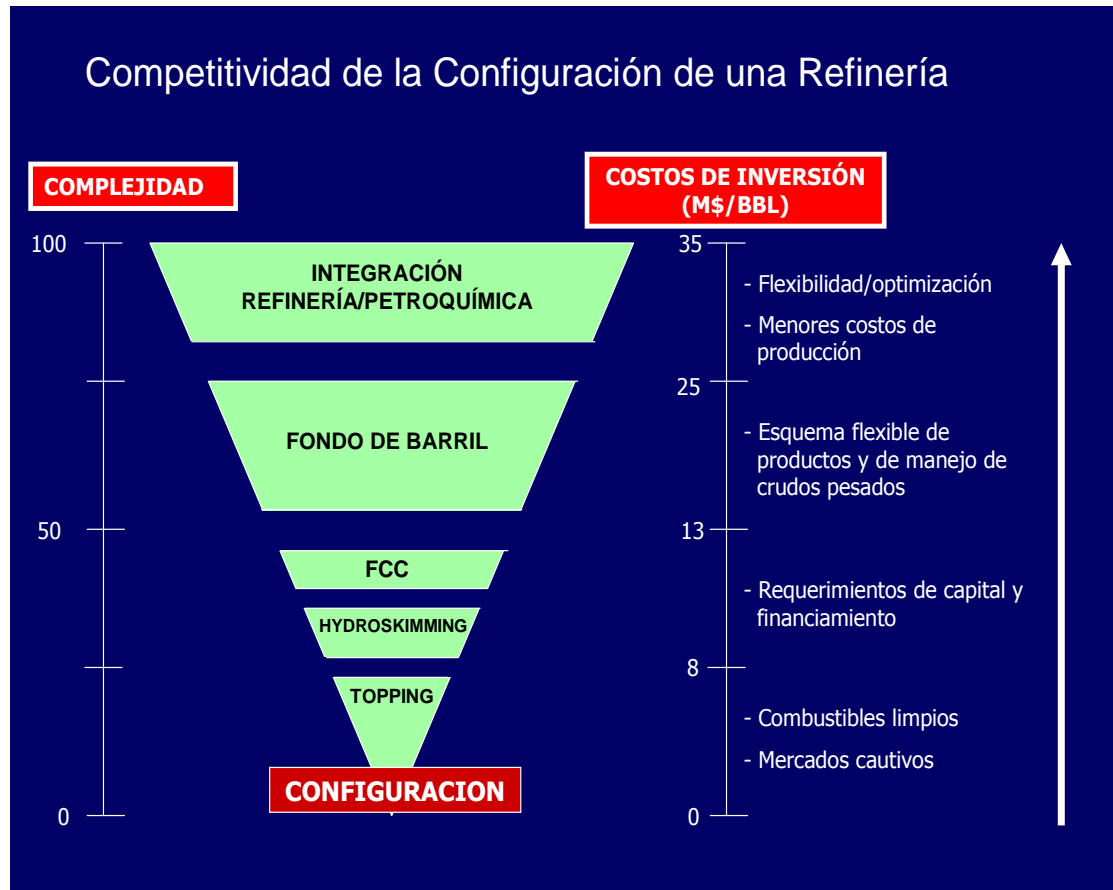
La integración de un proyecto de una refinería petroquímica en el complejo petroquímico Cangrejera, podría complementar la capacidad de expansión del Sistema Nacional de Refinación en 150,000 b/d, y podría aprovechar los activos disponibles, que ya están amortizados en los Complejos Petroquímicos de Cangrejera, Morelos y la Terminal Marítima de Pajaritos ya que se cuenta con toda la infraestructura necesaria para el manejo del crudo y de los productos petrolíferos.

Se propone construir un tren de refinación semejante al de la Reconfiguración de la Refinería de Minatitlán a Cangrejera, existe un ahorro adicional porque no se necesitaría la planta de hidrogeno, ya que las plantas de etileno de Morelos y Cangrejera lo producen, este ahorro es del orden de los \$ 500 millones de dólares, El esquema de proceso propuesto se a continuación.

La Refinería Petroquímica, balance en (MB/d)



Complejidad, configuración y costos de inversión de los diferentes esquemas de refinación.



La producción adicional de gas natural en yacimientos no convencionales de estructura compacta

Ante el declinamiento de la producción de gas natural, existe la opción de iniciar en México la producción en los yacimientos no convencionales de lutitas de estructura compacta.

Sin embargo existe una gran controversia en la sociedad acerca de esta tecnología de producción, por los siguientes problemas e impactos:

1. En la propiedad de los terrenos, ya que esta tecnología requiere de un uso extensivo de la tierra.
2. En la contaminación atmosférica, por la emisión de gases de efecto invernadero y de la calidad del aire.
3. En el uso del agua, por la gran cantidad que usa y la afectación en las comunidades locales.
4. En las comunidades locales, por el ruido debido al incremento del tránsito pesado, por la exposición a los agentes químicos usados, por los desechos generados.

La producción adicional de gas natural en yacimientos no convencionales de estructura compacta

Consideramos que estos graves problemas no han sido resueltos y hacen de esta tecnología hasta ahora sea no sustentable, en nuestro país.

Recomendamos que se haga un análisis exhaustivo para:

Preparar a los cuadros básicos de gente para poder regular la operación la operación de las compañías que en su caso sean concesionadas para operar con esta tecnología, ya que actualmente las entidades reguladoras no cuentan con la capacidad para garantizar que la operación sea totalmente sustentable.

Que los Institutos de Investigación propongan opciones para que la operación sea totalmente sustentable, especialmente en los agentes químicos usados, en el tratamiento del agua residual y en la contaminación de la atmósfera.

Y desde luego, que se tome en cuenta a la sociedad local, para lograr su aprobación de los problemas mencionados.

Figura 27: Localización de los yacimientos no convencionales
Fuente CNH (14).



Reservas y recursos convencionales y no convencionales de gas natural por cuenca al 1 de enero de 2017 (MMMPC)

Fuente: CNH, ponencia Ing. Héctor Moreira, Foro Nacional de Petroquímica 2017.

Cuenca	1P	2P	3P	Reservas Convencionales	Reservas No Convencionales	Total	% Total
Burgos	925	1,552	1,947	13,000	53,800	68,747	28
Sabinas Burro Picacho	27	44	81	2,000	67,000	69,081	28
Golfo de Mexico Profundo	362	938	2,078	43,500	0	45,578	19
Tampico Misantla	1,372	5,675	10,179	4,500	20,700	35,379	14
Sureste	7,154	10,628	13,695	7,000	0	20,695	8
Veracruz	452	464	495	5,500	0	5,995	2
Total	10,272	19,301	28,475	75,500	141,500	25,475	100



Industria Petroquímica: Importancia nacional, estrategias de desarrollo

Contenido:

I Introducción y objetivo

II Antecedentes e importancia

III Situación actual y Diagnóstico

Las materias primas

La producción de petroquímicos precursores

La situación financiera

IV Propuestas de Mejora

V Conclusiones

Anexos

Conclusiones:

La industria petroquímica estatal a cargo de Pemex se encuentra en una situación actual de crisis sin precedentes.

Los lineamientos estratégicos originales que fueron fijados para fundar esta industria en México, fueron relajándose con el tiempo, y el hecho de haberse iniciado con dos sectores claramente definidos, el sector público y el sector privado, esto fomentó la creación y el crecimiento de la industria, pero también se fomentó la ruptura de la cadena de valor de producción que es característica de esta industria.

Conclusiones:

- La parte de la industria petroquímica a cargo de Pemex, fue la más onerosa en costo de capital, pero también la que menos utilidades genera, esta situación originó una impresión de que no generaba la riqueza esperada y por lo anterior se justificó el ir disminuyendo la inversión a través del tiempo.
- Al disminuir la inversión, se disminuía también el suministro de materias primas, y con ello el suministro de petroquímicos precursores, fue entonces que la parte privada de la industria, para poder subsistir, comenzó a sustituir la producción nacional por importaciones de productos petroquímicos precursores.
- Para empeorar la situación de producción de petroquímicos, en Pemex se canceló la sinergia con la industria de refinación y este hecho les quitó aún más la competitividad a ambas industrias.

Conclusiones:

- Para expandir, adecuar y modernizar la industria petroquímica, se requieren fondos que no están presupuestados, dada la delicada situación financiera que prevalece en Pemex, una opción es obtener deuda adicional para solventar los costos de los proyectos.
- Una segunda opción es la participación del capital privado, en este trabajo se proponen acciones y proyectos concretos, para replantear esta industria en donde tanto el sector público como el privado puedan trabajar en conjunto.
- En este trabajo se propuso también la creación de una refinería petroquímica para coadyuvar a la producción de petrolíferos, pero también para restablecer la producción de productos petroquímicos precursores que han dejado de producirse.
- La capacidad de producción del sector público deberá de mantenerse, por medio de la importación adicional de gas natural y actualmente y en la importación de etano, que actualmente se está trabajando.

Conclusiones:

- La dependencia tan preponderante del gas natural importado y de sus subproductos, hace necesario replantear la posición de la actual administración en cuanto a la explotación de los yacimientos no convencionales de hidrocarburos, se han ofrecido en este trabajo, algunas opciones para iniciar y facilitar su explotación de una manera sustentable y de beneficio para la población.
- Durante 50 años hemos sido testigos de como se ha incrementado injustificadamente la cantidad del personal directivo en Pemex, muchas veces ocupado por personas que no cuentan con los conocimientos mínimos para ocupar los puestos, que inclusive complican las cadenas de mando, recomendamos que se efectúe una reingeniería inspirada en el modelo de administración que se tenía en la década de los ochentas, en donde se producía, mas con una cantidad de personas mucho menor, con menores salarios, pero eso si, con un gran conocimiento y una mística nacionalista, liderados con verdaderos ejecutivos expertos en su campo.

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCION.



ING. ALEJANDRO VILLALOBOS HIRIART
ING. QUIMICO UNAM, 1970, MAESTRO EN ECONOMIA ITESM,
1987

52 AÑOS DE EXPERIENCIA PROFESIONAL
EXFUNCIONARIO EJECUTIVO DE PEMEX Y DEL IMP.
EXPRESIDENTE NACIONAL DEL INSTITUTO MEXICANO DE
INGENIEROS
QUIMICOS (IMIQ) (2002).
PRESIDENTE DEL COMITÉ TÉCNICO DE PETROQUÍMICA, IMIQ.
MIEMBRO DEL CONSEJO CONSULTIVO DEL IMIQ.
MIEMBRO DEL CENTRO DE ESTUDIOS ESTRATÉGICOS
NACIONALES (CEEN)
VICEPRESIDENTE RAMAS INDUSTRIALES, (FMPQ).
EXACADÉMICO DE LA FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM
ACADEMICO TITULAR DE LA ACADEMIA DE INGENIERIA
ASESOR EN PROYECTOS EN PROYECTOS DE
PROCESAMIENTO DE
HIDROCABUROS EN VARIAS EMPRESAS NACIONALES E
INTERNACIONALES.
ASESOR EN FINANZAS INTERNACIONALES.

Correo electrónico: avillalo@Prodigy.net.mx

Anexo 1: Antecedentes históricos de la Industria Petroquímica en México.

1. Breve Historia de la Petroquímica.
2. Principales empresas productoras de petroquímicos.
3. Antigüedad, estado y capacidad de las Plantas de PEMEX Petroquímica.
4. Antigüedad, estado y capacidad de las Plantas de PEMEX de procesamiento de gas natural.
5. Capacidad de procesamiento de crudo, configuración y porcentaje de crudo maya procesado en las refinerías de PEMEX Refinación.
6. El valor agregado a los hidrocarburos a partir del procesamiento de los productos petroquímicos precursores.
7. Principales empresas mexicanas de petroquímica secundaria.
8. Datos relevantes de la industria petroquímica privada en México
9. Personal ocupado en la industria química privada mexicana
10. Producción total histórica de productos petroquímicos en Pemex (MTA)



Breve Historia de la Petroquímica.

- La industria Petroquímica nacional nace en México con la planta de tetraetilo de plomo, en 1939, en el proyecto Confidencial 1, a cargo del Dr. Teófilo García Sancho, planta que consolida la expropiación petrolera.
- En 1943, se arranca en Cuautitlán la primera planta de amoníaco a cargo de Guanos y Fertilizantes de México.
- El Presidente Adolfo Ruiz Cortines origina la iniciativa de la creación de la industria petroquímica, que consolida el Presidente Adolfo López Mateos, en su administración, creando el marco legal de su operación y estableciendo los límites de Pemex y de las empresas de la iniciativa privada..
- PEMEX inicia la producción de azufre, en la Refinería de Poza Rica.
- En 1959 se inicia la industria de la Petroquímica en PEMEX con la primera planta de dodecibenceno, en la Refinería de Azcapotzalco.
- En 1964 inicia la operación de la Gerencia de Petroquímica.
- En las administraciones de los presidentes Díaz Ordaz, Echeverría y López Portillo se tienen las mayores inversiones en Pemex en el ramo de la petroquímica, disminuyendo sensiblemente en las siguientes 5 administraciones, incluyendo en la actual.
- El personal ocupado en las instalaciones de Pemex en el ramo de la petroquímica es del orden de 11,500 personas entre sindicalizados y de confianza.

Complejo o Unidad Petroquímica	Inicio de Operaciones
Reynosa	1966
Cosoleacaque	1966
Pajaritos	1967
Camargo	1968
Independencia	1969
Escolin	1971
Tula	1979
Cangrejera	1980
Morelos	1988

Antecedentes y situación actual

Principales empresas productoras de petroquímicos. (MMT/A)

Lugar	Compañía	Etileno	Propileno	Benceno	Xilenos	Metanol	Tolueno	Total
1	Dow	10,189	3,091	2,005			405	15,690
2	Exxon Mobil	7,989	7,406	3,230	5,000		2,129	25,764
3	Sabic	7,113		731	233	2,192	216	10,485
4	Royal Dutch S.	6,482	6,116	3,242	1,088	450	1,281	18,659
5	Lyondell	4,749	2,974	1,136	269	620	579	10,327
6	SINOPEC	4,352	4,652	2,157	3,453	440	1,522	16,576
7	Ineos	4,236	2,345	605				7,186
8	Total	3,460	4,409	2,127	2,061		684	12,741
9	Nova Chems.	3,010	442					3,452
10	Formosa G.	2,929	2,630	685	840		510	7,594
11	BASF AG.	2,672	1,789	741		480	244	5,926
12	Ente N. H.	2,550	2,026	765	635	237	388	6,601
13	Huntsman	2,058	994	784	555		334	4,275
14	Chevron C.	1,884	1,449	828	1,105		499	5,765
15	Conoco P.	1,884	2,638	1,045	598		349	6,514
16	CNPC	1,858	3,255	924	1,156		705	7,898
17	Westlake	1,631						1,631
18	Reliance I.	1,523	2,692	635	2,238		739	7,917
19	Access I.	1,501	1,630					3,131
20	NPC- Irán	1,355	441	465	640	1,084	558	4,523
21	Mitsub. Che.	1,350	955	622				2,977
22	PEMEX Petroquímica	1,337	1,257	275	480	371	371	2,379

Antecedentes y situación actual

Antigüedad, estado y capacidad de las Plantas de PEMEX Petroquímica.

Complejo	Plantas instaladas/Año de inicio operación	No. de Plantas en operación (Plantas fuera de operación)	Capacidad de plantas operando T/A	Capacidad de plantas fuera de operación T/A
Camargo	1/1967	0(1)	0	297,000
Cangrejera	21/1980-2012	10(10)	1,750,000	380,000
Cosoleacaque	9/1962-1981	3(7)	2,767,000	2,700,380
Escolin	3/1971-1978	0(3)	0	333,000
Independencia	6/1969-1978	2(5)	155,820	231,080
Morelos	8/1990-2004	7(1)	1,996,000	200,000
Pajaritos	6/1967-1982	2(4)	588,000	364,000
Tula	1/1979	0(1)	0	59,268
Reynosa	2/1966	0(2)	0	64,210
TOTALES	59	24(32)	6,518,820	4,564,722

Antecedentes y situación actual

Antigüedad, estado y capacidad de las Plantas de PEMEX de procesamiento de gas natural.

	Planta	Número de plantas	Año en que inicio operaciones
1	Cactus	22	1974-1980
2	Cangrejera*	3	1981-2010
3	Cd. Pemex	9	1958-1983
4	La Venta	1	1967-1973
5	Matapionche	5	1981-1989
6	Morelos*	1	1990
7	Nuevo Pemex	13	1985-1986
8	Pajaritos*	1	1972
9	Arenque	3	2003
10	Burgos	4	2008
11	Reynosa	2	1955
12	Poza Rica	4	1951-1978

* Complejo Procesador de Gas Área Coatzacoalcos

Antecedentes y situación actual

Capacidad de procesamiento de crudo, configuración y porcentaje de crudo maya procesado en las refinerías de PEMEX Refinación.

	Nombre	Capacidad de procesamiento de crudo en B/d	Configuración	Año en que inicio operaciones (6)	% de crudo maya procesado
1	Lázaro Cárdenas	285,000	FCC + Coquer	1956	75
2	Antonio Dovalí Jaime	330,000	FCC	1979	32
3	Miguel Hidalgo	315,000	FCC	1976	19
4	Héctor Lara Sosa	275,000	FCC + Coquer	1979	55
5	Antonio M. Amor	245,000	FCC	1950	16
6	Francisco I. Madero	190,000	FCC + Coquer	1960	83

Fuente de información: Petróleos Mexicanos Anuario Estadístico 2013 y Cronología de la Refinación en México Pemex Refinación. Dirección Corporativa de Ingeniería y Desarrollo de Proyectos.

El valor agregado a los hidrocarburos a partir del procesamiento de los productos petroquimicos precursores.

Petróleo crudo	Etileno	Bolsa de Polietileno	Botella de PET	Camisa de Poliéster	Pelota de PVC	Sweter de Acrilonitrilo
1	7.97	11.59	72.46	170	40	150

Fuente: La Planeación Estratégica y la Restitución del Valor Agregado de la Industria Petroquímica en México. Dr. Carlos Escobar. Facultad de Química . UNAM

Principales empresas mexicanas de petroquímica secundaria:

1. Grupo Alpek, fundación 1974, activos por \$ 4,442 MMUSD, ingresos por \$ 6,471 MMUSD, utilidad \$65 MMUSD, productos tereftalato de polietileno, ácido tereftalato, polipropileno, poliestireno, caprolactama.
2. Grupo Mexichem, fundación en 1953 (Orbia advance corporation), opera en 40 países del mundo y tiene 22,000 empleados, elabora productos cloro, sosa caustica, hipoclorito de sodio, policloruro de vinilo, flúor por un total de 5,800 millones de dólares de ingresos, con una utilidad de 1,100 MMUSD.
3. Grupo Cydsa, fundada en 1945, ingresos 1,187 MMUSD, empleados 4000, cloro, sosa, diversos productos químicos, fibra rayón, película transparente de celulosa, gases propelentes y refrigerantes.
4. Grupo Idesa, fundada en 1963, tiene instalaciones en Coatzacoalcos donde es dueña junto con la compañía Braskem del Complejo Etileno XXI, donde elabora polietilenos, en su planta en Morelos elabora diferentes tipos de glicoles.
5. Grupo Desc, (Actualmente Grupo Kuo), fundado en 1973, comprende siete empresas, Negromex, Spicer, Resistol, Petrocel, DM Nacional, Automagneto e industria de Baleros Intercontinental.
6. Basf, elabora multitud de productos, plastificantes, agroquímicos, artículos para la industria automotriz, pinturas, agroquímicos, plastificantes, farmacéuticos

Datos relevantes de la industria petroquímica privada en México

Fuente: Asociación Nacional de la Industria Química 2018

- Valor de la producción: \$20,400 MMUSD
- Consumo nacional aparente: \$ 45,000 MMUSD
- Valor de las exportaciones: \$ 9,121 MMUSD
- Valor de las importaciones: \$ 34, 205 MMUSD
- Déficit comercial: \$ 25,084 MMUSD
- Participación en el PIB: 2.1%
- Inversión en 2018: 2,179 MMUSD
- Empleos Directos: 48,000

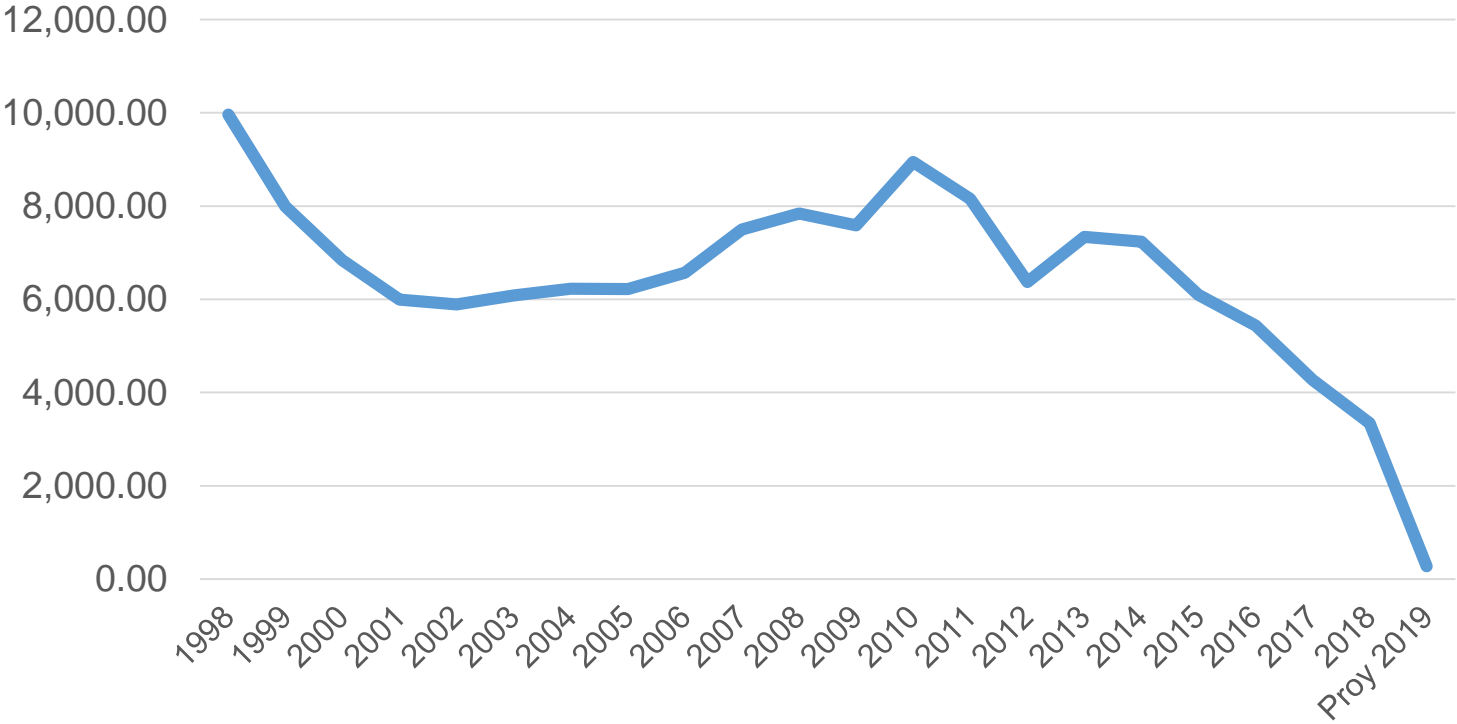
Personal ocupado en la industria química privada mexicana

Fuente: INEGI

Año	Obreros	Empleados	Total
2010	40,499	14,106	54,605
2011	39,867	14,196	54,063
2012	40,263	14,228	54,491
2013	38,950	14,116	53,066
2014	38,535	14,108	52,643
2015	35,817	13,327	49,144
2016	35,470	13,675	49,145
2017	35,658	13,858	49,516
2018	35,056	13,858	48,914

Producción total histórica de productos petroquímicos en Pemex (MTA)

Fuente: Pemex



Anexo 2: Resumen de la problemática en los Centros de Trabajo de Transformación Industrial de Pemex.

2.1. Centros procesadores de gas.

2.2. y 2.3. Complejos Petroquímicos.

2.4. En las Refinerías

2.5. Indicadores del desempeño operativo de las plantas de Refinación

2.6 Comparación de Márgenes Variable de Operación entre refinerías configuradas para procesar crudo maya y refinerías SNR

2.7 Diagnóstico en facilidades de infraestructura de refinación.

2.8 Propiedades del crudo generado en Ku Maloob Zaap.

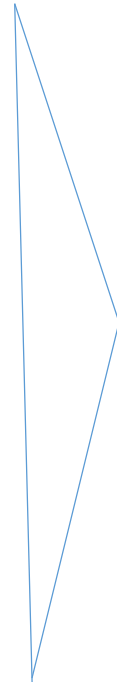
2.9 Comparación de Márgenes Variable de Operación entre refinerías configuradas para procesar crudo maya y refinerías SNR

2.10 Los 15 países con mayor industria de refinación de petróleo y mayor producto nacional bruto

Baja
productividad
en
los centros
procesadores
de gas

- Existe un rezago tecnológico debido a la antigüedad de la instalaciones de procesamiento.
- El gas alimentado ha venido disminuyendo y es diferente al contemplado en el diseño de los centros
- El gas natural tiene altos contenidos de nitrógeno que no se ha podido eliminar.
- Hay rezagos en el mantenimiento de las instalaciones de producción.
- Existen numerosas oportunidades de mejora en la seguridad, contaminación ambiental y ahorro de energía en los Centros Procesamiento de Gas, instalaciones de bombeo, almacenamiento y distribución, terminales marítimas, que deben ser detectadas y valoradas.

Baja
Productividad
de
Los
Complejos
Petroquímicos



- En general existe un rezago tecnológico debido a la antigüedad de la instalaciones de los Complejos Petroquímicos, que no se ha podido resolverse debido a serias limitaciones presupuestales.
- El gas alimentado ha venido disminuyendo y es diferente al contemplado en el diseño contemplado en las plantas de amoniaco y metanol.
- Las limitaciones en la producción de gas húmedo han ocasionado una disminución en la producción de etano, consecuentemente en etileno y sus derivados.
- De las 3 plantas de amoniaco, en lo que va de año no opera ninguna por falta de abastecimiento de gas; las 3 plantas son susceptibles de modernizarse y de reducir su consumo de energía.
- Las plantas de Etileno de Cangrejera y Morelos estan limitadas en su capacidad de produccion de etileno por falta de etano y no tienen una flexibilidad para procesar otras materias primas; sin embargo pueden ser modificadas para proporcionar mayor flexibilidad, mejorar sus rendimientos, producir otros productos y disminuir su consumo de energía.
- Existen rezagos en el mantenimiento de las instalaciones de producción y en las instalaciones de servicios auxiliares.

: Baja
Productividad
de
Los Complejos
Petroquímicos

- Se han otorgado la responsabilidad de operación a empresas que no cuentan con los recursos humanos con la calificación necesaria para operar con seguridad y eficiencia, tal es el caso del Complejo de Pajaritos otorgado a la empresa Mexichem y que ocasiono el siniestro que prácticamente termino con la planta de Cloruro de Vinilo II, con el regreso de las instalaciones de Pemex, hay que replantear que se hará en el Complejo Petroquímico de Pajaritos.
- Existen oportunidades de mejora en la administración de los recursos humanos, específicamente en la capacitación del personal y en la reinstalación de los planes de carrera, que antes existían.
- Se requiere hacer una auditoría técnica a las Plantas de Urea de Fertimex; se deben de revisar los aspectos tecnológicos, específicamente en la revisión de las aleaciones utilizadas.
- La comercialización y el procesamiento de los polímeros fabricados se hace fuera del área de Coatzacoalcos, lo que impide la fabricación de productos de mayor valor agregado, lo que redundo en la pérdida de capitalización.

Baja
Productividad
en las
Refinerías

- En general existe un rezago tecnológico debido a la antigüedad de la instalaciones de refinación, que no se ha podido resolverse todavía.
- Los rezagos en el mantenimiento de las refinerías continúan, y afectan los rendimientos disminuyendo el margen de operación e incrementando la contaminación ambiental.
- El crudo alimentado a las refinerías es mucho mas pesado que el que se contemplo en el diseño, esto afecta los rendimientos de destilados e incrementa la cantidad de combustóleo, especialmente en las refinerías que no se han configurado con plantas coquizadoras y con sus plantas auxiliares, es altamente recomendable el terminar la reconfiguración de la refineria de Tula y examinar el importar crudo ligero al menos en las refinerías del altiplano mientras se termina la instalación de las plantas de la reconfiguración de Tula, para disminuir la produccion de combustóleo e incrementar los rendimientos de las refinerías de Tula y de Salamanca.
- El proyecto de calidad de los refinados debe de terminarse, tanto las gasolinas como el diésel no cumplen con la especificación NOM 016.
- Es muy recomendable iniciar un proyecto integral de capacitación al personal de operación y mantenimiento con el auxilio del personal jubilado que debe de coadyuvar en esta tarea.
- El potencial de recuperación de productos petroquímicos como el etileno, propileno, isobutileno, benceno y tolueno es muy alto, esta recuperación incrementaría el margen de operación.

Diagnóstico en facilidades de infraestructura de refinación

Estado Físico	Capacidad
<p>Oleoductos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura con rezago tecnológico y mas de 35 años de edad promedio. • Baja confiabilidad operativa e integridad mecánica. • Fugas y tomas clandestinas. • Altos consumos de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Suficiente para la demanda actual, si se resuelve la confiabilidad operativa e integridad mecánica (Estudios de ondas guiadas).
<p>Poliductos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura con rezago tecnológico y 35 años de edad promedio. • Baja confiabilidad operativa e integridad mecánica. • Fugas y tomas clandestinas. • Estaciones de bombeo obsoletas y fuera de norma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Saturados el 40%, requieren descuellamiento, solucionar problemas de integridad mecánica e instalar nuevos ductos por incremento de la demanda. • Se requiere instrumentar un sistema de instrumentación estado del arte que permita medir con mayor exactitud y también prevenir los robos por tomas clandestinas.

PROPIEDADES	METODO	CRUDO KU Maloob CARGA
Gravedad Específica 60/60°F	ASTM D-1298	0.9849
Gravedad °API	ASTM D-287	12.67
Viscosidad cinemática, mm ² /s @:	ASTM D-445	
54.4 °C		1728.46
82.2 °C		288.6
98.9 °C		144.82
121.1 °C		60.89
135 °C		39.39
Carbón Ramsbottom, % Peso	ASTM D-524	15.99
Carbón Conradson, % Peso	ASTM D-189	18.11
Sedimentos por Extracción, % Peso	ASTM D-473	0.03
Azufre Total, % Peso	ASTM D-4294	4.992
Asfaltenos en nC ₅ , % Peso	ASTM D-2007	23.6
Asfaltenos en nC ₇ , % Peso	ASTM D-4124	18.9
Metales, ppm:	IMP-QA-006	
Níquel		89.52
Vanadio		421.69
Ni+V		511.21

Diagnóstico en facilidades de infraestructura de refinación

Buques Tanque: <ul style="list-style-type: none">• Desempeño por debajo de estándares internacionales.• Algunas unidades están fuera de operación.	<ul style="list-style-type: none">• De acuerdo a proyecciones se requiere por lo menos de 10 nuevas unidades.
Transporte Terrestre: <ul style="list-style-type: none">• Baja eficiencia en procesos de carga y descarga en terminales y refinerías, por falta de infraestructura y capacidad multifuncional.	<ul style="list-style-type: none">• Falta de rutas de C/T impide uso de alternativas más económicas.• Se requieren contratos de largo plazo para rutas nuevas.

Diagnóstico en facilidades de infraestructura de refinación

Terminales:

➤ Marítimas.

- Antigüedad en promedio de más de 35 años.
- Instalaciones deterioradas.
- Sistemas de medición y control con rezagos tecnológicos.
- Mantenimiento insuficiente.
- Falta de capacidad en brazos de carga.

➤ Terrestres.

- Antigüedad en promedio de más de 35 años.
- Instalaciones y sistemas de medición y control con rezagos tecnológicos.
- Necesidad de reubicación de terminales.

- Falta de capacidad en muelles de La Paz y Topolobampo.
- Saturación en 20% de TARs.
- No se cuenta con TAR para la zona del Caribe Mexicano.

Reparto Local:

- 70% de la flota con más de 10 años.
- Se requiere mejorar la seguridad

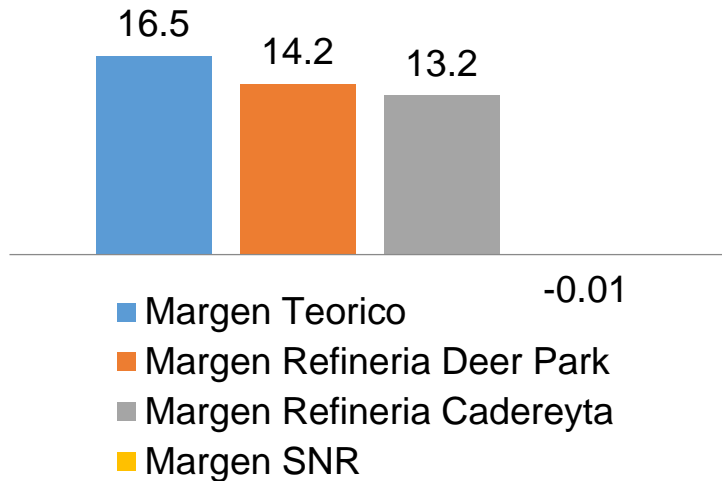
- Se requiere hacer una valoración del problema de seguridad y un redimensionamiento en función de optimización de logística de reparto.

Indicadores del desempeño operativo de las plantas de Refinación

Indicador	Índice de intensidad energética (%)	Rendimiento de destilados (%)	Índice de paros no programados (%)	Personal (personas p/100 KEDC)
SNR 2007	135	64.5 (8)	7.9 (8)	223
Referencia	92	74.8	1.1	42
Diferencia	1.5 veces	-10.3 puntos porcentuales	7.18 veces	5.3 veces

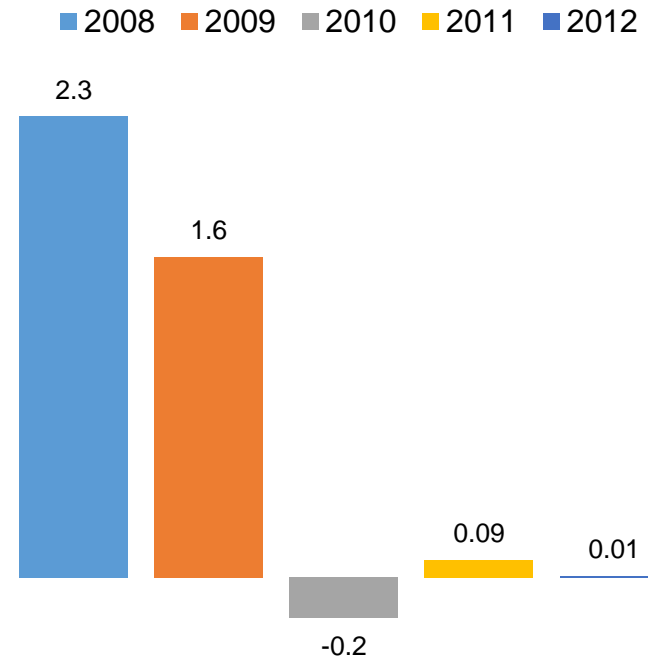
Situación actual y futura de Pemex Refinación. José Antonio Ceballos Soberanis 2008.
Principales Elementos del Plan de Negocios de Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios 2012-2018

**Comparación de Márgenes
Variable de Operación entre
refinerías configuradas para
procesar crudo maya y refinerías
SNR
(USD/ barril) (9) (10)**



Fuente: Situación actual y futura de Pemex Refinación. José Antonio Ceballos Soberanis 2008.
Enrique Aguilar R. Global Energy March 2015.

**Márgenes en PEMEX Refinación
(USD/B)**



Fuente: Consejo de Administración de PEMEX Refinación. Sesión 152 Extraordinaria, 19 de febrero de 2013

Los 15 países con mayor industria de refinación de petróleo y mayor producto nacional bruto

Lugar	País	Capacidad de Refinación (B/d)	Numero de Refinerías	Producto Nacional Bruto (Miles de Millones de dólares corrientes)
1	Estados Unidos	17,818,000	139	16,720,000
2	China	12,958,000	155	9,330,000
3	Rusia	6,027,000	40	2,113,000
4	India	4,319,000	25	1,670,000
5	Japón	4,123,000	21	5,007,000
6	Corea del Sur	2,887,000	6	1,198,000
7	Arabia Saudita	2,522,000	7	718,500
8	Brasil	2,093,000	16	2,190,000
9	Italia	2,062,000	16	2,068,000
10	Alemania	2,061,000	14	3,593,000
11	Irán	1,892,000	9	411,900
12	México	1,690,000	6	1,327,000
13	Reino Unido	1,526,000	5	2,490,000
14	Francia	1,520,000	12	2,739,000
15	Venezuela	1,353,000	12	367,500

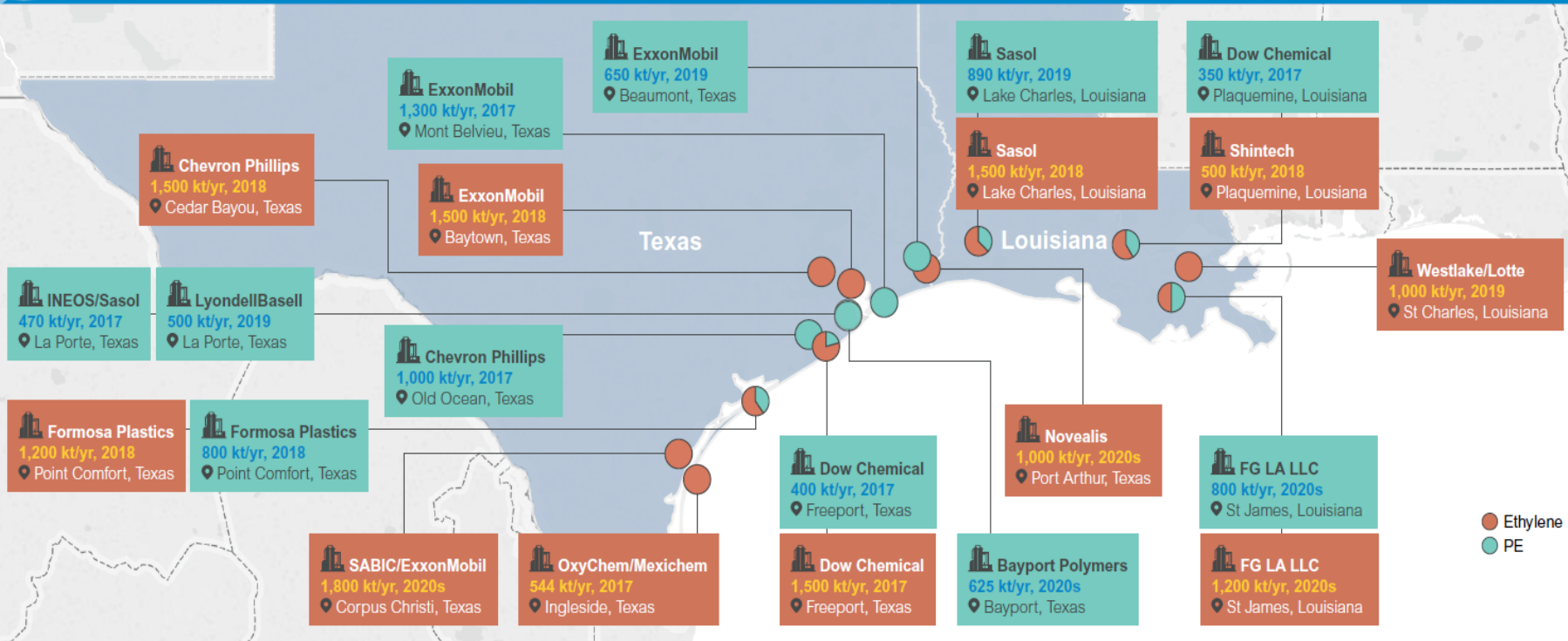
Anexo 3 La industria petroquímica originada por la fracturación hidráulica en los Estados Unidos.

3.1 Wave of PE on the Gulf Coast under way

WAVE OF PE EXPANSIONS ON THE US GULF COAST UNDER WAY

This infographic shows that low-cost feedstocks derived from shale oil have spurred a wave of new crackers and polyethylene (PE) projects along the US Gulf coast, where much of the PE imported into Latin America originates. The US has already added a significant volume of new capacity, with more new projects set to start up over the coming years.

NEW AND UPCOMING ETHYLENE AND POLYETHYLENE PLANTS



US ETHYLENE & POLYETHYLENE PRICE REPORTS

ICIS price reports provide independent, objective and trusted intelligence for over 180 chemical commodities across America, Europe and Asia. Use ICIS information to: follow fluctuations and understand factors driving them; input into your own internal analytical models; clarify settlements and contracts; inform negotiations.

