



PDVSA

Refinación



c u a d e r n o s
Soberanía Petrolera

Refinación

c u a d e r n o

Soberanía Petrolera

Contenido

- ▶ ¿Qué es la Refinación?
- ▶ Aspectos técnicos
- ▶ Refinación, de la tradición a la soberanía
- ▶ Cronología de la Refinación en Venezuela
- ▶ Las Refinerías de PDVSA
- ▶ Integración energética
- ▶ Glosario
- ▶ Bibliografía







¿Qué es la Refinación?

La Refinación es el proceso de conversión del crudo en productos intermedios y finales de uso directo, a través de un conjunto de operaciones unitarias físicas y químicas. Venezuela dispone de instalaciones para procesar crudos de diferentes características, de los que se obtienen productos cuya calidad y rendimiento se ajustan a normas específicas nacionales e internacionales. La

actividad de refinación depende de la estrategia global de comercialización de los hidrocarburos, y está determinada por los patrones de consumo y demanda de productos para los mercados interno y externo, así como por la comercialización de crudos.

Principales derivados del petróleo:

En el cuadro 1 se resumen los principales productos obtenidos a partir de la refinación del petróleo (se indica entre paréntesis el número de átomos de carbono).

PRODUCTOS	DESCRIPCIÓN	USOS PRINCIPALES
 Gas de Refinería (C1-C2)	Mezcla de metano (CH ₄) y etano (C ₂ H ₆), compuestos gaseosos a presión y temperatura ambiente.	Combustible en hornos o calderas y en bombonas para uso doméstico.
 Gas Licuado (C3-C4)	Mezcla de gases propano (C ₃ H ₈) y butano (C ₄ H ₁₀); se comprime para su manejo como líquido.	Principalmente como combustible de uso doméstico.
 Gasolina de Motor (C4-C10)	Líquido de composición variable según el intervalo de destilación.	Combustible para motores de combustión interna por ignición.
 Querosén (C9-C17)	Líquido transparente con ligera coloración amarillenta, obtenido en el proceso primario de destilación. Posee gran estabilidad térmica.	Iluminación, cocina, calefacción, combustible de aviones con turbina.

PRODUCTOS		DESCRIPCIÓN	USOS PRINCIPALES
	Gasolina de Aviación (C8-C16)	Líquido obtenido a partir del querosén o de mezclas de naftas con querosén.	Combustible para aeronaves.
	Diesel (C16-C22)	Líquido con propiedades variables según las características del crudo utilizado y del intervalo de destilación elegido.	En motores de combustión interna con encendido por compresión (camiones); en calefacción y generación eléctrica.
	Residuales (>C22)	Fracciones pesadas de la destilación de petróleo.	Combustible en barcos, plantas industriales y generación de electricidad.
	Bases lubricantes: -Parafínicas -Nafténicas	Alto índice de viscosidad, alta estabilidad a la oxidación y punto de fluidez. Mediano o bajo índice de viscosidad.	Grasas y aceites. Principalmente como aceites dieléctricos.
	Asfalto (>C150)	Mezcla de las fracciones más pesadas de crudo.	Pavimentación e impermeabilización de carreteras.
	Coque	Producto del craqueo térmico de las fracciones pesadas de crudo.	Se puede utilizar en la industria siderurgia, fundición, papel y celulosa, cemento, cerámica, cal, termoeléctricas y otras.
	Parafinas (C20-C40)	Mezcla de hidrocarburos sólidos y semisólidos de estructura cristalina a temperatura ambiente.	Velas, fósforos, productos de limpieza, aglomerados de madera, cauchos, textiles, entre otros.

◀ **Cuadro 1.** Principales productos de la refinación petrolera (se indica entre paréntesis el número de átomos de carbono de los hidrocarburos componentes), descripción y usos principales.

Aspectos técnicos

¿Qué es una Refinería?

Una refinería es un complejo industrial donde el petróleo, que es una mezcla de hidrocarburos procedente del subsuelo, es sometido a una serie de procesos físicos y químicos, que permiten extraerle buena parte de la gran variedad de componentes que contiene, y que son de gran utilidad en la vida cotidiana. Como el fraccionamiento del crudo se basa en los principios físicos de la destilación, las refinerías cuentan con altas columnas o torres en cuyo interior se generan gradientes de temperatura, que posibilitan la condensación de componentes con distintos puntos de ebullición.

Las operaciones de refinación son continuas durante las veinticuatro horas del día, todo el año. Sin embargo, cada tres a cinco años se realizan paradas de mantenimiento

de plantas para revisiones, reparaciones, limpiezas de equipos, inspección o trabajos especiales. Se atiende a un plan detallado de trabajo, que suele durar 42 días para unidades de conversión y 28 días si se trata de unidades de destilación. Igualmente, se debe garantizar el mínimo entorpecimiento de las operaciones y respetar las normas de seguridad y ambiente.

En los campos petroleros, en los terminales y en las propias refinerías se encuentran millones de barriles de crudo almacenados, con el fin de cubrir los requerimientos o demandas en la producción diaria de las refinerías.

Después de la refinación, la industria petroquímica transforma una porción de las naftas y el gas que se obtienen del petróleo, en productos de uso frecuente en el hogar, la agricultura y el transporte, por citar sólo tres renglones. Así, se fabrican detergentes, fertilizantes, pesticidas, cauchos sintéticos, plásticos, pinturas, solventes y muchos otros productos.

Patio de Tanques Refinería de Amuay.



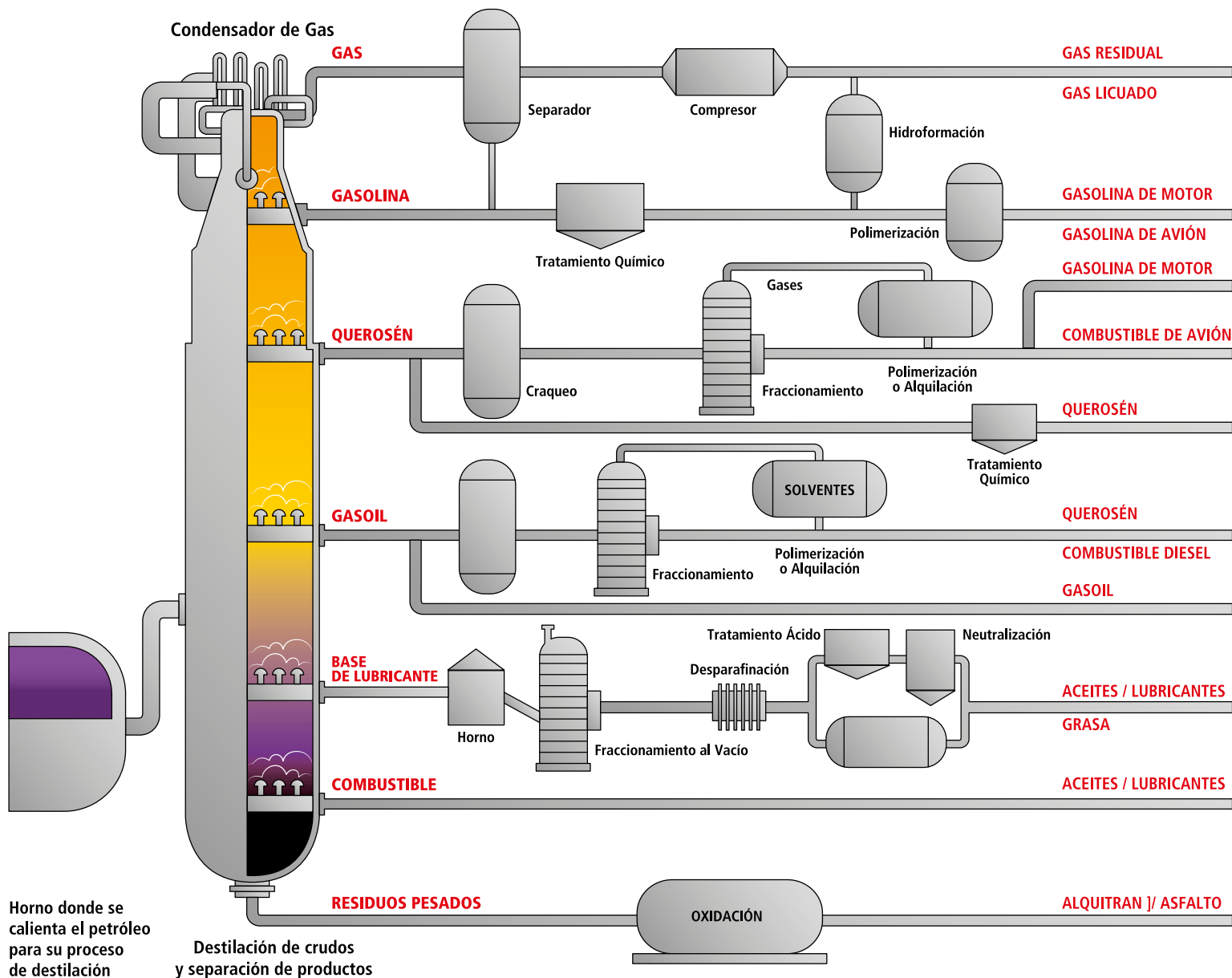


La Refinería Amuay está ubicada en la costa occidental de la Península de Paraguaná.

¿Cuáles son los procesos que se llevan a cabo en una refinería?

Las unidades o plantas pueden ser muy sencillas (destilación primaria), o pueden constituir un amplio tren de procesos de alta tecnología para obtener productos terminados y/o definitivos. Según su naturaleza, los procesos pueden ser de separación físico-química, de conversión térmica o catalítica y de tratamiento y acabado. Algunos de ellos son los siguientes:

- Destilación atmosférica y al vacío.
- Craqueo térmico.
- Craqueo catalítico fluidizado.
- Alquilación.
- Isomerización.
- Coquificación.
- Recuperación de vapores.
- Unidad de parafinas.



Esquema del proceso de refinación de petróleo y sus derivados.

Para su funcionamiento, la refinería debe disponer de agua, electricidad, vapor y otros insumos. Posteriormente, intervienen operaciones de mezcla, transporte, almacenamiento y despacho de los productos.

Los procesos de separación físico-química son aquellos donde no se altera la estructura molecular. Pertenecen a esta etapa los procesos de destilación: atmosférica o al vacío; la extracción de aromáticos, la desparafinación, y la absorción de gases y efluentes líquidos.

- En la destilación atmosférica las fracciones de hidrocarburos contenidas en el crudo, se separan en una torre de destilación, según sus diferentes puntos de ebullición, obteniéndose como productos: gases, naftas (liviana/pesada), querosén, destilados y residuo largo.

- En la destilación al vacío se separan fracciones de hidrocarburos con puntos de ebullición menores a la temperatura en que comienza la desintegración térmica (340°C/400°C). La reducción de la presión interna permite disminuir el punto de ebullición de los hidrocarburos, que bajo tales condiciones pueden condensarse sin descomponerse o carbonizarse. Como productos se obtienen gasóleos de vacío y residuo corto, alimentación a unidades de conversión, aceites lubricantes y asfalto.

En los procesos de conversión se altera la estructura molecular. A este grupo pertenecen el craqueo térmico, craqueo catalítico, reformación catalítica, alquilación e isomerización.

Los procesos de tratamiento son todos aquellos dirigidos a mejorar las características de los productos derivados de los pasos precedentes, para ajustarlos a las especificaciones de calidad requeridas para su

comercialización. Ellos incluyen la eliminación de impurezas y la saturación de moléculas de hidrocarburos (estabilización), mediante adición de hidrógeno a alta temperatura y presión (hidrotratamiento), o a través de la aplicación de soda cáustica.

La destilación se realiza a través de los siguientes pasos:

1.- El petróleo crudo se calienta previamente en un horno y se convierte en vapor que pasa luego hacia las altas torres, donde se genera un gradiente de temperatura comprendido entre unos 370 °C en la entrada del crudo, hasta 100 °C en la parte superior.

2.- En estas torres los vapores ingresan por debajo y suben hasta llegar a un sistema de bandejas dispuestas a diferentes alturas.

3.- Mientras los vapores suben se van enfriando y se condensan en sus respectivas bandejas, según el punto de ebullición de cada hidrocarburo. Por ejemplo, el gasoil se ubica en bandejas que están entre 230 y 340 °C, mientras que el querosén se destila entre 180 y 230 °C, y la nafta entre 100 y 180 °C.

4.- En las bandejas cada sustancia tiene su lugar determinado, mientras que el resto del petróleo que no se evaporó, cae en el fondo.

5.- De esta manera se separan gasóleos, querosén, combustibles para aviones, nafta y gases ricos en butano y propano.

6.- Los demás derivados del petróleo se obtienen mediante otros procesos químicos.

El uso de la energía en los procesos de Refinación

En todas las operaciones de Refinación se requiere el uso de energía, que interviene en reacciones endotérmicas o exotérmicas, es decir, con absorción o con liberación de calor, respectivamente. Por ejemplo, la energía se requiere para la ejecución de los siguientes procesos:

- Calentamiento y conversión del agua en vapor, o para su enfriamiento.
- Calentamiento de los hidrocarburos hasta sus correspondientes temperaturas de ebullición o para el enfriamiento de los mismos.

- Funcionamiento de intercambiadores o permutadores de calor, que facilitan el enfriamiento o calentamiento de fluidos en contracorriente.

- Enfriamiento o refrigeración de líquidos.

- Funcionamiento de equipo rotativo.

La energía primaria puede obtenerse del gas natural; de los gases, productos y residuales derivados de las mismas operaciones de la refinería; de la electricidad generada en sitio o de otras fuentes.

Esferas en la Refinería Amuay.



COMPONENTE	COMPOSICIÓN	AROMÁTICOS	OLEFINAS
Butano	1	0	0
Nafta	15	0	0
Reformado	30	60	0
Nafta Catalítica	32	25	35
Alquilato	20	0	0
MTBE	2	0	0
Total	100	26	11



Cuadro 2. Composición típica de una mezcla de gasolina (se indican fracciones porcentuales de componentes en volumen).

Mezclas de Combustibles

-Gasolinas: Son mezclas de más de 200 hidrocarburos que incluyen desde el butano hasta productos tales como el metil naftaleno. Su densidad varía entre 0,737 y 0,762 g/cm³. En su composición existen hidrocarburos parafínicos, olefínicos, nafténicos y aromáticos (cuadro 2). Generalmente son utilizadas en motores de combustión interna.

Hasta los años 80, la gasolina era mezcladas con plomo como antidetonante. Sin embargo, cuando se evidenciaron problemas ambientales y de salud pública vinculados al uso del plomo, surgieron regulaciones legales más exigentes y con ello el cierre de las únicas fábricas en Estados Unidos que producían el tetraetilo de plomo. Actualmente se emplean el MTBE (metil-ter-butil-éter) y el TAME (ter-amil-metil-éter) como aditivos para mejorar el octanaje de las gasolinas.

-Gasolina de aviación/ Jet Fuel: Los combustibles de aviación tipo Jet Fuel A-1, son querosenes especiales con densidad comprendida entre 0,800 y 0,810 g/cm³ según el tipo de crudo, capaces de mantenerse líquidos a muy bajas temperaturas, y que requieren severas precauciones durante su transporte y almacenamiento.

-Diesel: Es un producto que se obtiene por la mezcla de corrientes provenientes de procesos de destilación del crudo y eventualmente de corrientes livianas de craqueo, para ser utilizado en motores encendidos por compresión. Su densidad es 0,860 g/cm³.

Refinación, de la tradición a la soberanía

La fuente energética más preciada y con mayores implicaciones tecnológicas desde el siglo pasado, el petróleo, solo representó para nuestros ancestros un líquido negro y viscoso que emergía del interior de la tierra, y que era empleado para calafatear embarcaciones y generar fuego y luz. Lejos estaban nuestros indígenas de saber lo que el futuro le traería a esa sustancia pegajosa llamada por ellos “mene”.

La idea de poder usar dicho material como fuente de energía con fines comerciales, fue uno de los motivos para la creación de la primera empresa petrolera dedicada a la refinación de crudo, respondiendo así a las necesidades de los interesados. En aquel momento, usando el mismo método que se utiliza en la destilación del alcohol etílico (alambique), en recipientes cerrados y a altas temperaturas, se separaron del petróleo productos que se distinguían por sus características de generación de calor, fluidez y poder combustible. Los residuos del proceso sirvieron como grasas lubricantes.

Desde entonces, los adelantos científicos y tecnológicos en la refinación de crudos livianos, medianos, pesados y extrapesados, han sustentado el desarrollo de técnicas que permiten obtener una gran variedad de productos, tales como gasolinas, querosén, gasoil y lubricantes, que son utilizados en el transporte público y privado, tanto acuático como terrestre y aéreo. Asimismo, otros derivados van a las industrias de la construcción, agropecuaria, siderúrgica, metalmecánica, textil, farmacéutica, eléctrica y minera, entre muchas otras.

La gama de productos derivados del petróleo es extraordinaria, pero como todos dependen de una fuente natural no renovable y pueden contaminar el ambiente, se requiere un uso racional o inteligente de los mismos, que nos permita aprovechar sus ventajas, extender la duración del recurso y minimizar los impactos ambientales.

Cronología de la Refinación en Venezuela

-1882: La primera empresa refinadora en Venezuela fue La Petrolia del Táchira. Mediante un pequeño alambique con capacidad para procesar el equivalente a 15 barriles diarios, podía abastecer de querosén a las poblaciones vecinas en la cordillera andina.

-1900: Val de Travers Asphalt Co. construyó una pequeña planta para tratamiento de asfalto en Pedernales (Delta Amacuro). Por su parte, la Uvalde

Asphalt Paving Co. instaló otra con igual objetivo, en Carrasquero, estado Zulia.

-1910: New York and Bermúdez Company construyó una planta para procesar asfalto en Guanoco, estado Sucre.

-1917: Caribbean Petroleum Company estableció en San Lorenzo, estado Zulia, una refinería de 2 mil barriles por día (MBD) de capacidad.

-1925: Lago Petroleum fundó en Cabimas, estado Zulia, una refinería de 1,7 MBD de capacidad.

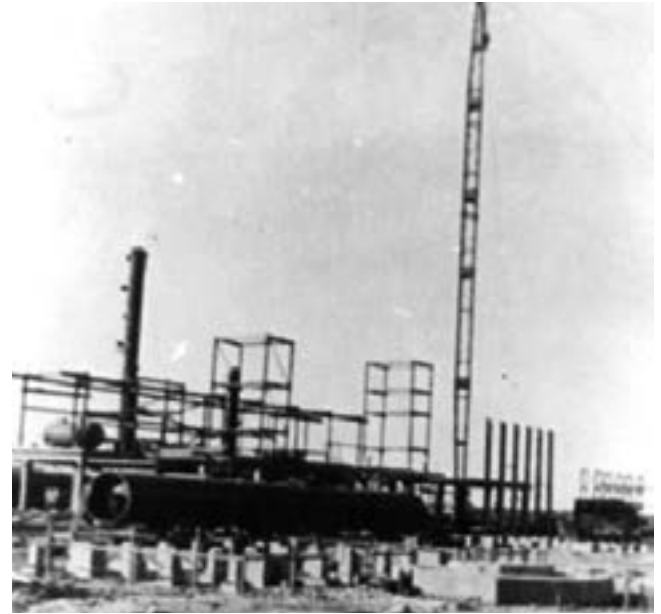
-1929: West India Oil Company construyó en La Arriaga, estado Zulia, una refinería con 2,5 MBD de capacidad, siendo la mayor para la época en esa jurisdicción.



-1938: Standard Oil Company of Venezuela instaló en Caripito, estado Monagas, una refinería cuya capacidad inicial fue de 26 MBD.

-1947: Texas Petroleum Company comenzó las operaciones de su refinería en Tucupita, Delta Amacuro, con 10 MBD de capacidad. Asimismo, la Compañía Royal Dutch Shell inició en Cardón, estado Falcón, las operaciones de una refinería, con capacidad inicial de 30 MBD.

-1950: Venezuelan Gulf Refining Co. inauguró la Refinería de Puerto La Cruz, estado Anzoátegui, con capacidad inicial de 30 MBD. La Sinclair Oil and Refining Company inauguró otra con igual capacidad en El Chaure, también en Anzoátegui.



▲ En 1947 comenzó el procesamiento de crudo en suelo venezolano en la Refinería Cardón.

Adicionalmente, la Creole Petroleum Corporation construyó en Amuay, estado Falcón, una nueva refinería con capacidad inicial de 60 MBD, que con el tiempo se convertiría en la más grande del país.

-1952: Phillips Petroleum Company construyó e inició operaciones de su refinería con 2,1 MBD de capacidad para producir parafina, en el campo San Roque, estado Anzoátegui.

-1958: La refinería del Instituto Venezolano de Petroquímica, ubicada en Morón, estado Carabobo, comenzó el procesamiento de 2,5 MBD de crudo. En 1964 sus instalaciones serían traspasadas a la Corporación Venezolana del Petróleo, y se amplió la capacidad a 25 MBD.

▼ Logos de las petroleras.



-1960: Mobil Oil Company construyó una refinería en El Palito, estado Carabobo, con capacidad inicial de 55 MBD. Por primera vez el volumen anual de crudos procesados en las refinerías venezolanas llegó a 859 MBD.(136.612 m3/D).

-1967: Sinclair Oil Co. arrancó en el campo Sinco, estado Barinas, una pequeña refinería de 5 MBD de capacidad (800m3/D). La Creole Petroleum Corporation presentó al Ministerio de Minas e Hidrocarburos, un proyecto para la construcción de una planta de desulfuración de crudos, en atención a las nuevas exigencias del mercado norteamericano. Esa tecnología se haría extensiva a todo el sistema nacional de refinación en los años siguientes.

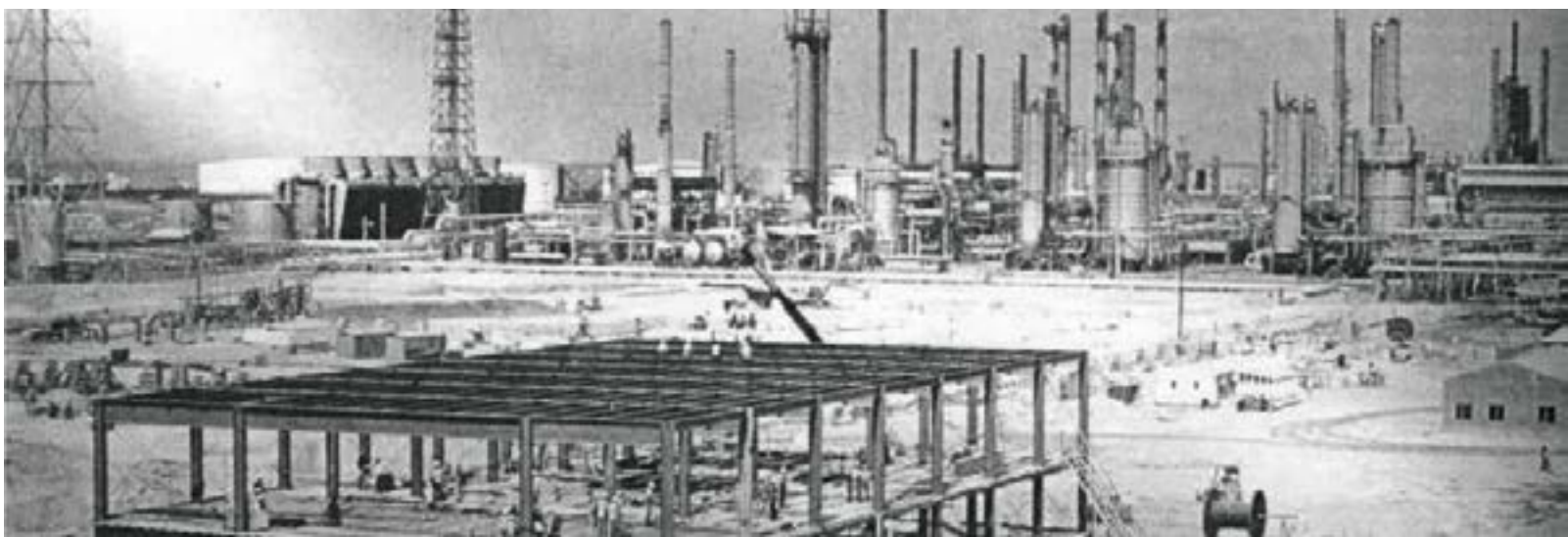
-1975: El Estado venezolano crea Petróleos de Venezuela, S. A. (PDVSA), en cumplimiento

de la Ley Orgánica que Reserva al Estado, la Industria y el Comercio de Hidrocarburos (Ley de Nacionalización), con el fin de dar cumplimiento y ejecución a las políticas que en materia de hidrocarburos dicte el Ejecutivo Nacional, por órgano del Ministerio de Energía y Minas.

-1977: PDVSA formuló programas para el cambio del patrón de refinación de sus operadoras, para ajustarse a las nuevas dietas de crudos disponibles. Los mismos se extenderían hasta 1983.

-1981: A fin de año concluyó el proyecto de cambio de patrón de refinación en la Refinería El Palito, con un costo de 433 millones de dólares. Este proyecto añadió 60.000 barriles por día de gasolina al mercado nacional.

La Refinería Amuay en sus inicios.



-1982: Comenzaron a funcionar en la Refinería El Palito, de Corpoven, las nuevas plantas de destilación al vacío (65 MBD); de desintegración catalítica (42 MBD), y de alquilación (22 MBD). En el mismo año, iniciaron operaciones de la Refinería Amuay, Lagoven, las plantas de desintegración catalítica (42 MBD); de alquilación (14,2 MBD) y de coquización fluida o flexicoquización (52 MBD). Esta última fue para la época, la más grande del mundo.

-1983: En la Refinería Cardón terminó la construcción de la planta de alquilación, con capacidad de 19 MBD. Esta planta aumentó la producción de gasolina de la refinería hasta 94 MBD. También finalizó en la misma refinería, la construcción de la planta experimental de hidrodesmetalización, con

capacidad de 2,5 MBD de fondo de vacío, crudo Tía Juana pesado (12° API). El cambio de patrón de refinación de Lagoven, realizado entre 1977 y 1983, representó una inversión de 8.268 millones de bolívares. Las nuevas plantas permitieron aumentar el procesamiento de crudos pesados en 150 MBD, la producción de gasolina en 77 MBD, y la de destilados en 30 MBD, lográndose también la reducción en la producción de residuales con alto contenido de azufre.

-1984: Se finalizó la ampliación del sistema de asfalto de la Refinería de Amuay, que aumentó su capacidad de exportación de 14 a 24 MBD y la de almacenaje a 200 MBD.

Muelle Refinería El Palito.





Planta de Hidroprocesamiento, Refinería Cardón.

-1985: PDVSA tomó en arrendamiento por cinco años la refinería de Curazao, manejada por la nueva filial Isla, para procesar 140 MBD de crudos venezolanos. Isla comenzó a despachar y exportar productos el 14 de noviembre del mismo año.

-1986: Intevep recibió en EEUU la primera patente del proceso HDH™ (Hidrocraqueo-Destilación-Hidrotratamiento), para la conversión y mejoramiento de crudos pesados con alto contenido de metales y asfaltenos.

-1988: Se completó la primera fase del proyecto de Interacción Amuay-Cardón, que permitiría el intercambio de productos entre ambas refinerías a través de tres poliductos. Amuay envió a Cardón

135.000 barriles de isobutano y otras mezclas. Además, entró en servicio el sistema de tratamiento de gases para remover los gases combustibles y los compuestos sulfurados, y convertir estos últimos en azufre líquido elemental.

-1989: Mediante la remodelación de una unidad de destilación al vacío, Maraven aumentó en 4 MBD la producción de destilados en la Refinería Cardón y redujo la producción de residuales.

-1990: La Refinería Amuay (Lagoven), la Refinería Puerto La Cruz y Refinería El Chaure, celebraron 40 años de operaciones ininterrumpidas. El nivel de procesamiento de sus instalaciones llegó a 438 MBD, y la capacidad de destilación a 577 MBD, las más altas

Refinería El Palito: ubicada en las costas del estado Carabobo, procesa 140.000 barriles diarios de crudo; suministrando combustible y derivados al centro occidente del país a través de un sistema de poliductos.



cifras logradas desde 1970. En la Refinería El Palito se inauguró el complejo de instalaciones de BTX (Bencenos, Toluenos y Xilenos) para producir benceno, tolueno y ortoxileno, en volúmenes de 59.000, 17.000 y 49.000 toneladas métricas (TM) por año, respectivamente, para abastecer la industria petroquímica nacional.

-1991: Se hizo la interconexión de las refinerías de Amuay y Cardón mediante tres poliductos. La expansión de la Refinería de Amuay permitió aumentar en 23 MBD la capacidad de la unidad de desintegración catalítica para llevarla a 108 MBD de gasóleos al vacío y producir olefinas para la unidad de alquilación; nafta catalítica y destilados para el mercado interno y de exportación. También se completó el proyecto de Hidrogenación Selectiva de Butadieno, que permitió disponer de 3 MBD de componentes de alto octanaje para mezcla de gasolinas.

-1994: Los 743 días de operaciones ininterrumpidas logradas por el flexicoquizador de la Refinería Amuay con carga promedio de 61,900 MBD significó un récord mundial para este tipo de planta. La misma refinería estrenó su nueva planta de

coquización retardada (proyecto CRAY) diseñada para procesar 34 MBD de brea, proveniente de otros procesos primarios de refinación, además de generar productos blancos para la exportación.

El Proyecto de Adecuación de la Refinería Cardón (PARC), constituyó el de mayor envergadura acometido por la industria petrolera nacional, hasta la fecha, para convertir 90 MBD de residuales en productos blancos. También en Cardón, comenzaron a funcionar las plantas de MTBE (metil-ter-butil-éter) y de TAME (ter-amil-metil-éter) para integrarse al sistema de producción de 40 MBD de gasolina reformulada, mediante la tecnología ETHEROL, patentada por Intevep.

-1995: Lagoven inauguró en la Refinería Amuay, una nueva unidad recuperadora de azufre de 360 TM diarias de capacidad. Esta tercera planta aumentó la producción de la empresa a 10.000 TM por día.

Planta de fraccionamiento del Complejo Industrial José Antonio Anzoátegui. En Jose, estado Anzoátegui. ▶





FLEXICOKER
AMUAY
EL MAS GRANDE
DEL MUNDO

◀ La unidad de Flexicoquización de Amuay es la más grande del mundo.

Unidad de destilación al vacío, Refinería El Palito. ▶



-2001: Se inició la ampliación de la Refinería Puerto La Cruz, a través del Proyecto de Valorización de Corrientes (Valcor), destinado a la producción de combustibles sin plomo y con menos azufre. El mismo incluyó la incorporación de nuevas plantas de hidrotratamiento de naftas, hidrodesulfuración de diesel, aminas y aguas agrias, y de reformación catalítica.

- 2002-2003: El Circuito Refinación de PDVSA enfrentó el paro sabotaje petrolero en el que, además de no recibir crudo de las instalaciones de Producción, sufrió graves daños como la solidificación de líneas, agresiones a equipos y plantas, y otros ataques que obligaron a detener sus operaciones. El primer complejo en recuperarse fue la Refinería Cardón, donde los trabajadores, la Fuerza Armada y el pueblo, sumaron fuerzas para encender uno de sus mechurrios el 16 de enero de 2003.

-2004: En octubre, y con el retraso causado por el paro petrolero de diciembre 2002-febrero 2003, entraron en operación las unidades de producción y reformado y de diesel hidrotratado con bajo azufre, pertenecientes al Proyecto Valcor en la Refinería Puerto La Cruz.

Desde **2005**, y en el marco del Plan Siembra Petrolera, PDVSA ha emprendido varios proyectos destinados

tanto a maximizar la capacidad de procesamiento de crudos extrapesados procedentes de la FPO, como a la construcción de nuevas refinerías dotadas con las tecnologías más avanzadas, que permitan operaciones con menor impacto ambiental y la elaboración de productos cada vez más limpios, para el mercado nacional y el de exportación.

En el primer caso, el Proyecto de Conversión Profunda para la Refinería Puerto La Cruz, contempla poner en marcha las unidades necesarias para incrementar su capacidad desde los 187 MBD actuales hasta 210 MBD, con una dieta mayoritaria de crudo Merey (16 °API). Los trabajos incluyen la construcción de una unidad de



conversión profunda HDHPLUS, una de hidroprocesamiento secuencial, unidades auxiliares y de servicios, así como tanques de almacenamiento, mecurrios y edificaciones. En el proyecto participan el Instituto Francés del Petróleo y la empresa francesa Axens. Cabe destacar que HDHPLUS™ es una tecnología desarrollada por Intevp para el tratamiento, conversión y valorización de los crudos pesados y extrapesados de la FPO.

En la Refinería El Palito, un proyecto similar busca la expansión de su capacidad de procesamiento de crudo de 22 °API, de 140 a 280 MBD, incluyendo la transformación del residual para generar productos livianos de alto valor comercial, en armonía con el ambiente y el entorno social de la instalación. Se pretende adecuar la calidad de gasolinas y diesel a las exigencias del mercado nacional e internacional. El proyecto comprende la instalación de nuevas plantas de destilación atmosférica y de vacío, de reformación catalítica fluidizada y de hidrotratamiento (naftas, diesel y gasóleo de vacío).

Entre los nuevos desarrollos, se prevé la construcción de la Refinería Cabruta estado Guarico, en tres etapas, mediante la implantación progresiva de unidades de procesos, comenzando con un mejorador de crudos extrapesados (2017). Posteriormente será una refinería para elaborar combustibles para el suministro local (2022) y finalmente se transformará en refinería petroquímica (2027). Su objetivo es impulsar el desarrollo endógeno sustentable del país, estimular la desconcentración de la población y valorar los crudos extrapesados de la FPO, mediante su transformación en productos refinados e insumos básicos petroquímicos.



◀ Desde las salas de control se ejecutan y monitorean los procesos.

▶ Fuerza humana, parte fundamental de los proyectos de PDVSA destinados a maximizar la capacidad de procesamiento de crudo.

La Refinería Batalla de Santa Inés (estado Barinas), permitirá el procesamiento de 100 MBD de crudos procedentes de la misma zona y de la FPO. Su construcción comprende una primera fase, con la instalación de plantas de destilación atmosférica, fraccionamiento de naftas, hidrotratamiento de naftas y reformador catalítico. En la segunda fase se incorporarán unidades de hidrotratamiento, conversión media y oligomerización, y se producirán gasolinas y diesel conteniendo menos de 30 y de 10 partes por millón de azufre, respectivamente.

La Refinería Petrobicentenario se construirá en el Complejo Industrial "José Antonio Anzoátegui" (en Jose, norte del estado Anzoátegui) y contará con los servicios necesarios y facilidades de almacenamiento. El proyecto prevé la exportación de productos refinados como Gas Licuado de Petróleo (GLP), nafta y diesel, así como el almacenamiento y comercialización de subproductos (coque y azufre). Operará en sinergia con los mejoradores de Petrojunín y Petromonagas, para procesar 350 MBD de crudo.

Complejo Industrial "José Antonio Anzoátegui". ►



Las Refinerías de PDVSA

-Centro de Refinación Paraguaná (CRP): Está conformado por las refinerías Amuay y Cardón, ambas ubicadas en la costa occidental de la península de Paraguaná, en el estado Falcón, y la Refinería Bajo Grande, del estado Zulia. Actualmente es el segundo complejo más grande del mundo, con una capacidad instalada de refinación 956 MBD, resultante de 305 MBD en Cardón, 635 MBD en Amuay y 16 MBD de Bajo Grande. El CRP cubre 67% de la demanda nacional de combustibles, incluyendo la transferencia de componentes para mezclas y productos terminados a otras refinerías que integran el circuito. Produce gasolinas para la exportación, que cumplen con las normas de calidad más exigentes.

-Refinería Puerto La Cruz (Anzoátegui): Tiene una capacidad de 192 MBD. Procesa crudo liviano y produce gasolina, nafta, gasoil, residual e insumos requeridos para la mezcla de combustibles. Igualmente, despacha crudo a través del Terminal Marino de Guaraguao, el cual tiene capacidad para despachar 20,2 millones de barriles mensuales.

-Refinería San Roque (Anzoátegui): Tiene una capacidad de procesamiento diario de 5 MBD. Produce todas las parafinas que se requieren en el país y aporta 40% de la materia prima necesaria para producir velas y fabricar envases para alimentos.

-Refinería El Palito (Carabobo): Su capacidad de procesamiento es de 140 MBD. Se encarga del suministro de combustible al centro-occidente del país. Los productos refinados en El Palito son almacenados, vendidos y despachados a través de las plantas de distribución El Palito, Yagua y Barquisimeto. También procesa crudo Guafita, proveniente de Barinas.

Planes estratégicos de PDVSA 2010-2030 en el área de Refinación:

La demanda mundial de productos de refinación tiende a crecer en la medida en que aumentan los requerimientos de los países emergentes y en particular de los asiáticos. Por eso, el Plan de Refinación de PDVSA pretende acoplarse a dichas necesidades, con base en las reservas de crudo existentes y las fortalezas del Circuito de Refinación que tiene la empresa, no solo en Venezuela sino también en otros países.

Además, de los proyectos en marcha en el Circuito Nacional de Refinación, ya señalados en párrafos precedentes, PDVSA adelanta

proyectos internacionales que responden al eje de Integración Regional del Plan Siembra Petrolera, y a la necesidad de expansión de la cartera de clientes de nuestra industria nacional, en el

contexto de un mundo pluripolar. Para ello se han creado variados mecanismos, que incluyen acuerdos binacionales y multinacionales, como los que se describen a continuación.

Refinerías de PDVSA en Venezuela.



Fuente: Informe de Gestión Anual PDVSA 2012.

Refinación Internacional

PDVSA, mantiene una participación accionaría de en los negocios de refinación en el exterior:

NORTEAMÉRICA

CITGO Petroleum Corporation

A través de CITGO, PDVSA opera y tiene presencia en el mercado de Estados Unidos por medio de las siguientes refinerías:

1. Lake Charles, situada en la zona del Golfo de México, con una capacidad de refinación de 425 MBD. Es uno de los complejos de refinación más grandes de Estados Unidos. Además de la refinería, agrupa una planta de aceites básicos y manufactura de parafinas.

2. Corpus Christi, ubicada en la costa del Golfo de México.

Se compone de dos plantas, consolidando ambas una capacidad de refinación de 157 MBD.

3. Lemont, ubicada en la región norte de EE.UU. con una capacidad de refinación de 167 MBD.

En conjunto, la capacidad de refinación de CITGO es de 749 MBD.

Chalmette Refining LLC (CRLLC)

Empresa mixta integrada por PDVSA y ExxonMobil, con participación de 50% para cada socio. Localizada en la ciudad de Chalmette, Louisiana, tiene una capacidad de 184 MBD, con dos unidades de destilación, una para crudos livianos y otra para crudo mejorado, producido por la empresa mixta Petromonagas.

Merey Sweeny LP (MSLP)

PDV Holding y ConocoPhillips poseen una unidad de Coquificación Retardada de 58 MBD y una unidad de Destilación al Vacío de 110 MBD, integradas dentro de una refinería propiedad de ConocoPhillips en Sweeny, Texas, donde cada parte posee 50% de las acciones.

Hovensa, LLC

PDVSA Virgin Islands, posee 50% de las acciones en la Refinería

HOVENSA, ubicada en las Islas Vírgenes de los EE.UU., en sociedad con Hess Corporation; con capacidad de refinación de 495 MBD. Actualmente, Hovensa opera como un terminal de almacenaje de hidrocarburos, ya que la refinería cerró operaciones el mes de febrero de 2012.

CARIBE

Refinería Isla

Ubicada en Curazao, fue construida en el año 1915, e inició sus operaciones en 1918. La Refinería Isla tiene una capacidad nominal de 335 MBD, procesa crudo venezolano liviano y pesado. Los productos obtenidos se suministran principalmente al Caribe y Centroamérica, mientras que una pequeña parte se entrega a Curazao. La Refinería Isla cuenta con un Complejo de Lubricantes, que permite la elaboración de Bases Parafínicas y Nafténicas.

Cuvenpetrol, S.A. - Refinería Camilo

Cienfuegos

El 10 de abril de 2006, se constituyó la empresa mixta PDV Cupet, S.A., con la finalidad de realizar actividades de compra, almacenamiento, refinación y comercialización de hidrocarburos y sus derivados, constituida por Comercial Cupet, S.A. (51%) y PDVSA Cuba, S.A. (49%). A partir de 2009, se convirtió en la empresa mixta Cuvenpetrol, S.A., con el objetivo estratégico de desarrollar un polo energético en la República de Cuba mediante el aumento de la capacidad de refinación para la obtención de productos terminados de alta calidad, utilizando esquemas de conversión profunda y generando insumos para el desarrollo de la Industria Petroquímica. La empresa

mixta implementó el Proyecto de Reactivación de Refinería Cienfuegos en diciembre de 2007, con capacidad para procesar 65 MBD de crudo.

Petrojam Limited - Refinería

Kingston

En el marco del acuerdo PETROCARIBE, el 14 agosto de 2006 se firmó el acuerdo de asociación entre PDV Caribe y la Corporación de Crudo de Jamaica (PCJ), el cual se consolida el 30 enero de 2008 con la constitución de la empresa mixta Petrojam Ltd. (PCJ 51%, PDV Caribe 49%). La Refinería Kingston está ubicada en el Puerto de Kingston, y desde 1993 ha operado de manera rentable en un mercado no regulado y competitivo. La refinería tiene una capacidad instalada de 35 MBD.

REFIDOMSA PDV, S.A. – Refinería

Dominicana de Petróleo

En diciembre de 2010, PDVSA a través de PDV Caribe, S.A., adquirió parte del capital social de REFIDOMSA y fue constituida una empresa mixta denominada Refinería Dominicana de Petróleo PDV, S.A. (REFIDOMSA PDV, S.A.) con



CAPACIDAD DE REFINACIÓN 2010 (MBD)



participación accionaria de 51% por el Gobierno Dominicano y 49% por PDV Caribe, S.A. La Refinería Dominicana de Petróleo está ubicada en el Puerto de Haina, República Dominicana y posee una capacidad de procesamiento de 34 MBD, alimentada con crudos venezolanos y en menor proporción con crudos mexicanos.

EUROPA

Nynas AB

A través de Nynas AB, empresa mixta propiedad 50% de PDV Europa B.V. y 50% de Neste Oil, PDVSA tiene una participación de 50% en dos refinerías especializadas: Nynäshamn y Gothenburg, en Suecia, y un complejo para bases lubricantes en Hamburg, Alemania, a través de Nynas AB también posee 25% de participación en una refinería en Eastham, Inglaterra.

La Refinería en Nynäshamn produce asfalto y aceites especiales de bases nafténicas, mientras que las Refinerías en Eastham y Gothenburg son especializadas en producción de asfalto.

*Fuente: Informe de Gestión Anual
PDVSA 2013.*



Suecia

Inglaterra

Alemania

Cuba

R. Dominicana

Curacao

Glosario

Aceite de calefacción: Destilado del petróleo que hierve entre 230 y 340°C, y tiene una gravedad mínima de 30API.

Aceite lubricante: Aceite de alta viscosidad que ha sido refinado para hacer un producto de alto valor comercial.

Alquilato: componente de alto octanaje que se produce mediante reacción en fase líquida entre olefinas e isobutano, en presencia de un catalizador ácido.

Asfalto: Material pegajoso sólido o semisólido, de color negro a café oscuro, que gradualmente se licua cuando se calienta. Sus constituyentes predominantes son hidrocarburos. Se encuentra en rezumaderos naturales (por ejemplo en Guanoco, estado Sucre) o se obtiene como residuo por refinación de algunos petróleos.

Barril: Es la unidad estándar de volumen en la industria petrolera y equivale a 42 galones EE.UU. (159 litros).

MBD: Nomenclatura usada para expresar mil barriles por día (1.000 bbl/d)

Conversión profunda: Etapa en la que los combustibles residuales obtenidos

en la fase de destilación atmosférica o de vacío son convertidos en productos de mayor valor, mediante la aplicación de procesos adicionales de coquificación o adición de hidrógeno.

Coquificación retardada: Proceso térmico semicontinuo en el que se retrasan las condiciones a las que ocurre la reacción de coquificación, para la conversión de fracciones pesadas de petróleo en productos más livianos y en coque.

Craqueo catalítico: Ruptura de las cadenas de hidrocarburos mediante la aplicación de calor, en presencia de catalizadores que orientan las reacciones en determinado sentido, para la obtención de fracciones de mayor demanda y precio, como la nafta catalítica y el gasoil liviano, que contienen gran cantidad de isoparafinas y compuestos aromáticos.

Crudo: Es el petróleo que no se ha refinado. Los crudos livianos son muy fluidos, los crudos pesados son más densos y espesos.

Destilación: Es el proceso básico de la refinación petrolera y consiste en la separación de los componentes de una



mezcla de hidrocarburos, mediante el calentamiento y condensación de los vapores formados.

Destilación al vacío: Destilación bajo presión reducida a presión atmosférica o menos. La temperatura de ebullición se reduce suficientemente para impedir la descomposición térmica o descomposición del material que está en proceso de destilación.

Diesel: Combustible para usar en un tipo especial del motor que no necesita una chispa para provocar la combustión.

Evaporación: Cambio de estado líquido a gaseoso.

Flexicoquificación: Proceso de tratamiento de fracciones pesadas y residuos, que integra la tecnología de la coquificación fluidizada con la gasificación del coque, para producir hidrocarburos livianos.

Gas de refinería: Gas producido en la refinería. Consiste principalmente en metano, etano, propano y algunos hidrocarburos no saturados. Se usa como combustible.

Gasoil o gasóleo: Destilado del petróleo, de viscosidad intermedia entre kerosene y aceites lubricantes. Su punto de ebullición está entre 205 y 420° C.

Gasolina: Producto logrado por refinación del petróleo. Es apropiado para usarlo como combustible en máquinas de combustión interna.

Gravedad API: Escala de medición creada por el Instituto Americano del Petróleo (API) y utilizada para hidrocarburos basándose en su peso específico, es decir, con relación al agua. El petróleo de 10° API tiene la misma gravedad que el agua; el petróleo de menor grado API es más pesado que el agua y se califica como extrapesado. El de mayor grado API es menos pesado. El barril de petróleo más valioso corresponde al crudo más liviano.

MTBE: Abreviatura del Metil-ter-butil-eter, aditivo que se extrae del metanol. Es ampliamente cotizado para mejorar el octanaje de las gasolinas.

Nafta: Término general para designar destilados livianos del petróleo; comprende tanto las fracciones de gasolina no terminadas como los solventes terminados.





Octanaje: Índice de una escala convencional usado para identificar, por medio de valores numéricos, las propiedades antidetonantes de las naftas.

Parafina bruta: Parafina cruda y blanda que se obtiene en la refinería mediante el enfriamiento del destilado.

Procesos de separación física: En éstos se remueve el agua y las sales de un crudo de producción para adecuarlo a su procesamiento en refinería.

Proceso endotérmico: Reacción caracterizada por la absorción de calor. El suministro de calor de una fuente externa debe ser continuo para mantener la reacción.

Proceso exotérmico: Reacción caracterizada por la liberación de calor y el aumento de la temperatura.

Proceso HDH: Iniciales de hidrocrackeo, destilación e hidrotratamiento. Tecnología patentada por INTEVEP para la conversión de crudos pesados o residuales en productos líquidos por vía directa.

Reformado: Componente de gasolina obtenido mediante el proceso de reformación catalítica, donde se modifica la estructura de las moléculas de hidrocarburo para formar compuestos aromáticos, de mayor octanaje.

TAME: Abreviatura del Ter-amil-metil-éter, aditivo que se extrae del metanol. Al igual que el MTBE, es usado para mejorar el octanaje de las gasolinas.

Torre de destilación: Recipiente de altura y diámetro definidos en cuyo interior van dispuestas bandejas o platillos especiales que sirven para transformar el crudo en fracciones más livianas mediante la aplicación de temperaturas y presiones específicas.

Yacimientos: Son acumulaciones de petróleo y/o gas almacenados en el subsuelo en rocas porosas.

Vacío: Término usado en ingeniería para indicar la presión por debajo de la atmosférica.





Bibliografía

Barberii, E. **El Pozo Ilustrado**. Fondo Editorial del Centro Internacional de Educación y Desarrollo (FONCIED). Caracas. 671 p. 1998.

Barberii, E. y M. Robles. **Léxico de la Industria Venezolana de los Hidrocarburos**. Ediciones CEPET, Caracas. 559 p. 1994.

Dubois, R. A. **Introducción a la Refinación del Petróleo**. EUDEBA, Buenos Aires. 304 p. 2005.

Granado, Alejandro. **Planes Estratégicos de Refinación**. Conferencia, mayo 2006.

Jones, D. S. J and P. R. Pujadó. **Handbook of Petroleum Processing**. Springer. Dordrecht, The Netherlands. 1353 p. 2006.

Ministerio de Energía y Petróleo. **Petróleo y otros datos estadísticos**. PODE, Año 2003, Caracas.
PDVSA. Aceite de Piedra. Parte I, Ediciones FONCIED, Caracas, 2001.

PDVSA. **La Industria Venezolana de los Hidrocarburos, Tomo I**, Capítulo 5. Ediciones CEPET, 1991.

Petróleo y Gas, "Destilación Fraccionada" consulta en línea <http://tq.educ.ar/tq03028/html/destf.ht>
PDVSA. Informe de gestión anual 2010. Caracas, 216 p. 2011.

PDVSA. Consulta en línea. **Especialidades industriales**. En: http://www.pdvsa.com/index.php?tpl=interface.sp/design/readmenu.tpl.html&newsid_obj_id=201&newsid_temas=79



La Colección **Cuadernos de Soberanía Petrolera** es un aporte de PDVSA Socialista al conocimiento de nuestra principal industria nacional. Esta riqueza la utilizamos para el desarrollo social, la educación, la salud, la vivienda, el urbanismo, el desarrollo, económico, la agricultura, la producción de alimentos para darle al pueblo venezolano la mayor suma de felicidad posible. Es una invitación a ejercer, como su nombre lo indica, la Plena Soberanía Petrolera.

Centro de Refinación Paraguaná (CRP), estado Falcón.

