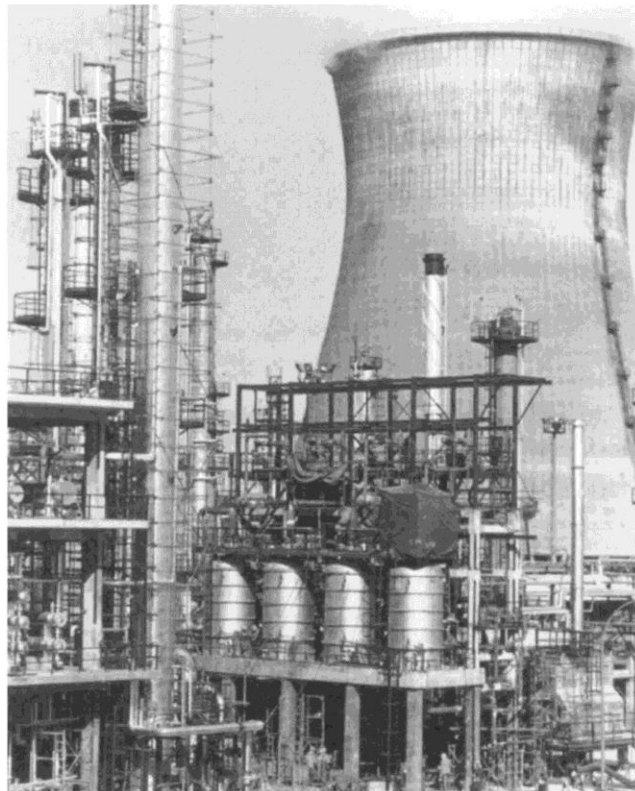




**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL ROSARIO
DEPTO. DE INGENIERÍA QUÍMICA**

CATEDRA DE PROCESOS INDUSTRIALES



DESTILACION DEL PETROLEO

DISTINTOS TIPOS DE PETRÓLEOS

Los petróleos son líquidos insolubles en agua y de menor densidad que ella. Esta densidad está comprendida entre 0.75 y 0.95 g/ml. Sus colores varían del amarillo parduzco hasta el negro. Algunas variedades son extremadamente viscosas mientras que otras son bastante fluidas. Es habitual clasificar a los petróleos dentro de tres grandes grupos considerando sus propiedades específicas y los subproductos que suministran:

Petróleos asfálticos	Petróleos parafínicos	Petróleos mixtos
Son de color negros, viscosos y de elevada densidad: 0.95 g/ml. En la destilación primaria producen poca nafta y abundante fuel oil, quedando asfalto como residuo. En la Argentina se extraen petróleos asfálticos del flanco sur del golfo de San Jorge (Chubut y Santa Cruz).	Son de color claro, fluidos y de baja densidad: 0.75-0.85 g/ml. Rinden más nafta que los asfálticos. Cuando se refina sus aceites lubricantes se separa parafina. Mendoza y Salta poseen yacimientos de petróleos parafínicos.	Tienen características y rendimientos comprendidos entre las otras dos variedades principales, aunque sin ser iguales entre sí, Los petróleos de Comodoro Rivadavia (Chubut) y Plaza Huincul (Pcia. de Neuquén) son de base mixta.

PROCESOS DE DESTILERIA

En una destilería (o refinería) de petróleo se realizan una serie de operaciones y procesos unitarios que son comunes a todas. De todas maneras, no todas tienen la misma configuración (es decir los mismos procesos), sino que varían de acuerdo a los productos que se quieran obtener en función del mercado que tengan que abastecer).

Estos procesos comunes utilizados en la refinación del petróleo, los podemos agrupar de la siguiente forma:

- ▶ **Procesos conservativos:** en estos las especies química intervinientes siguen conservándose, solamente que se las va separando de acuerdo a su peso molecular. (Ejemplo: destilación a presión atmosférica y al vacío).
- ▶ **Procesos destructivos:** como el mercado necesita cortes denominados livianos (naftas, disolventes, etc.) en mayor proporción que los que puede aportar la destilación del petróleo crudo, se toman los cortes denominados pesados y se los somete a un proceso de ruptura de molécula para convertirlos en moléculas de menor peso molecular (Ejemplo: craquing catalítico, coquización, etc.)
- ▶ **Procesos reconstitutivos:** en los distintos procesos de una destilería se producen una serie de gases que no tendrían uso dentro de los productos que vende una destilería, por eso se los hace reaccionar entre sí a fin de elevar su peso molecular e incorporarlos a los cortes mencionados. (Ejemplo: polimerización, alquilación).

- **Procesos reformativos:** en estos procesos el peso molecular promedio del corte se mantiene, pero se realiza algún tipo de cambio en la molécula para mejorar sus propiedades (Ejemplo: hidrogenación, reforma catalítica).

Estos procesos permiten obtener distintos cortes de hidrocarburos los cuales al mezclarse entre sí en distintas proporciones, se podrán elaborar los productos finales a vender (naftas, aero naftas, querosén, gas oil) y por refraccionamiento de ellos obtener solventes industriales, aguarrás mineral, y distintas fracciones que se utilizarán en la elaboración de especialidades químicas y petroquímicas. También se obtienen fracciones pesadas que permiten elaborar parafinas, aceites lubricantes y asfaltos.

A continuación se hace una breve reseña de estos procesos:

Procesos Conservativos.

Destilación: (también se suele denominar "Topping", ya que tiene por objetivo obtener las fracciones de menor peso molecular del petróleo, es decir eliminarle la primera parte que comienza a destilar, el "top")

Se denomina así al proceso que realiza la destilación directa del petróleo, se conoce también con el nombre de "destilación conservativa" o "primaria" y constituye el procedimiento mediante el cual se inicia la elaboración del petróleo.

Se lo puede definir como un proceso para elaborar "petróleo crudo" mediante el cual, por un fraccionamiento por rangos de temperaturas se obtienen una serie de "cortes" como por ejemplo: solventes, nafta de destilación directa, querosén, gas oil, corte para lubricantes y un residuo que se conoce como "crudo reducido"

Las plantas donde se realiza esta destilación están constituida por un horno en donde se calienta el petróleo, a este se lo mezcla con vapor de agua para facilitar su posterior destilación y se lo envía a la parte inferior de una torre de fraccionamiento (parcialmente vaporizado).-

La torre de fraccionamiento permite que los hidrocarburos de menor punto de ebullición asciendan como vapor, para salir por la parte superior, mientras que los hidrocarburos más pesados van descendiendo a lo largo de la torre como líquidos, para extraerse a distintos niveles.

Además existe una parte del "petróleo crudo" que no destila y queda como fondo de torre al que se le ha eliminado de sus constituyentes livianos, a esto se lo conoce con el nombre de "crudo reducido" y constituye una materia prima para cargar en otros procesos posteriores (destilación al vacío)

Cada uno de los distintos cortes separados lateralmente de la columna de destilación, se utilizan luego, para elaborar determinados subproductos tales como nafta, querosén o gas oil, pero que en la mayoría de los casos deben ser formulados por mezclado con otros cortes similares y aditivos adecuados, o en su defecto ser reprocesados.-

Se hace necesario disponer de otros procesos que permitan mejorar las características y propiedades de estos productos obtenidos en el topping o transformar cortes pesados en livianos o livianos en pesados, en este último caso para recuperar fracciones gaseosas que no tendrían utilidad en la destilería (con lo cual podrían ser quemados en la planta de energía)

Procesos destructivos

Se agrupa aquí a una serie de procesos que transforman hidrocarburos pesados en livianos por ruptura de la estructura de los hidrocarburos.-

Cracking Catalítico: desde el punto de vista teórico, se puede transformar un gas oil pesado o un crudo reducido en nafta y gas oil de cracking que se obtienen como subproductos finales, mientras que en el sistema queda gas oil pesado de cracking que se puede incorporar al fuel oil de cracking que sale como fondo de torre y enviarlos a la torre de coquización.

Este proceso permite incrementar la producción de nafta obtenida desde un petróleo crudo, pero esta corte de nafta difiere del obtenido por destilación directa, ya si bien tienen el mismo rango de ebullición, contienen otros tipos de hidrocarburos no presentes en el petróleo crudo, como los olefínicos. La presencia de estos componentes en este corte de nafta mejora el número de octano, pero al mismo tiempo le comunican al combustible inestabilidad química ya que en el almacenaje polimerizan creando "gomas", por lo que esta nafta tendrá que pasar por un proceso de hidrogenación para eliminar esos dobles enlaces. Es por ellos que en la destilería se producen distintos cortes de naftas, pero no todas cumplen con los parámetros de calidad exigidos, por lo cual normalmente pasan por otros procesos (como la reforma catalítica) o se mezclan con otros cortes.

En el cracking catalítico se utilizan temperaturas y presiones bajas (lo cual evita la excesiva formación de gases); esto se debe a la utilización de catalizadores selectivos. Estos catalizadores producen la ruptura de los hidrocarburos en forma menos drástica y más selectiva. -

Este proceso partiendo de un corte de gas oil pesado obtenido en el topping, permite obtener un alto rendimiento en nafta disponiéndose de un nuevo corte de nafta para su posterior formulación.-

En este proceso catalítico la cantidad de coque producido se deposita sobre la superficie del catalizador, con lo cual se desactiva rápidamente. A fin de recuperarlo se elimina el coque por combustión con aire.

En el caso de disponerse de un "crudo reducido" o sea el producto de fondo obtenido de la columna de fraccionamiento cuyas características lo destina a elaborar mas combustible, es necesario someterlo a un cracking suave (a baja temperatura) para obtener un combustible diesel pesado o fuel oil de cracking cuya viscosidad haya descendido hasta los valores fijados por las especificaciones, que permitan su utilización en quemadores.

En otros casos interesa producir principalmente gas oil de cocking en lugar de nafta, es en estos casos en que partiendo de un corte pesado tal como un crudo reducido o un fuel oil, por un proceso denominado "coque retardado", se obtiene un corte de nafta de cocking, con un bajo contenido en gases y también un gran porcentaje de gas oil de cocking y un residuo de coque.

El gas oil de cocking se utiliza como carga para la planta de cracking catalítico y se transforma parte en "corte nafta catalítico"; mientras que el "corte de nafta de cocking" (de elevado número de octanos), entra en la formulación de la nafta terminada (blending)

Procesos Reconstitutivos

Hay que recordar que en los distintos procesos mencionados anteriormente, se producían fracciones gaseosas, las que en algunos casos tienen uso como materia prima para procesos petroquímicos (como el etano, etileno, propileno, etc.) y en otros casos se usa como gas de consumo industrial y/o domiciliario (propano, butano, metano), pero la industria petrolera dispone de procesos que permiten

recombinar estas fracciones gaseosas livianas y obtener cortes líquidos, para volver a ser utilizados en la destilería.

Polimerización: mediante este proceso se pueden obtener sustancias líquidas de alto peso molecular partiendo de hidrocarburos olefínicos gaseosos de bajo peso molecular.-

Cuando la reacción de polimerización progresa se consigue ir uniendo moléculas de bajo peso molecular entre si y así se forman dimeros, trímeros o tetrámeros que son compuestos líquidos (en condiciones de presión y temperatura ambiente)

Estas plantas se las conocen como "plantas de reconstitución molecular" y dan productos líquidos donde predominan hidrocarburos olefínicos y permiten obtener un "corte nafta de polimerización" de alto número de octanos, pero relativamente inestables.

La planta consta de un reactor donde se ponen en íntimo contacto, a presión y temperatura, los gases a polimerizar junto con el catalizador. Los efluentes del reactor pasan a un sistema de fraccionamiento de donde se obtiene una fracción gaseosa que se refracciona obteniéndose gases residuales destinados a combustibles, gases licuados también usados como combustibles y un corte de gases que pueden ser reprocesados en otra unidad (Planta de alquilación). En una fracción líquida se separa nafta de polimerización y polímeros pesados, los que pueden destinarse a la elaboración de detergentes.

Alquilación: esta planta se encuentra incluida dentro de las denominadas de reconstitución molecular y también permite aprovechar cantidades importantes de hidrocarburos livianos (gaseosos) y por recombinación transformarlos en hidrocarburos líquidos que están dentro del rango de las naftas.

La carga típica a esta unidad son hidrocarburos olefínicos e isoparafinas provenientes de distintas plantas de cracking y de plantas de polimerización, carga que es sometida a una purificación previa para eliminarle todo rastro de compuestos orgánicos indeseables (ácido sulfhídrico y mercaptanos) posteriormente se le eliminan las fracciones gaseosas livianas. Se usa la fracción de isobutano e isobutileno o sea el corte carbono 4.

En un reactor especial y en presencia de ácido sulfúrico concentrado o de otras sustancias catalíticas, se recombinan los gases cargados produciendo agrupaciones de 2 o más de dos moléculas gaseosas, generando hidrocarburos de mayor peso molecular líquidos que pueden ser refraccionados dando un "corte alquilado liviano" que se utiliza para formular aero nafta y un "corte alquilado pesado" que se utiliza para formular moto naftas. Estos cortes son de elevado número de octanos y tienen buena estabilidad química.

Proceros Reformativos

Hidrogenación: los productos obtenidos por procesos de polimerización y cracking son de naturaleza olefínica y tienen gran inestabilidad, de modo que deben ser estabilizados para su posterior utilización en combustibles livianos y medios. En general este proceso es de utilización para realizar un hidroterminado de toda fracción combustible y lubricante»

Consiste en reformar la naturaleza de los hidrocarburos olefínicos por problemas de inestabilidad, saturándolos con hidrógeno para estabilizarlos por transformación en hidrocarburos saturados.

Este proceso se realiza en presencia de catalizadores, a presión y

temperatura, necesitándose una purificación previa de las fracciones a hidrogenar, las que son puestas en íntimo contacto con catalizadores adecuados e hidrógeno y posteriormente, previa descompresión y estabilización, pasan a un sistema de fraccionamiento donde se separan en los denominados "cortes hidrogenados", los que pasarán a constituir otra fracción para la formulación de combustibles o lubricantes según el caso que se trate.-

Reforma catalítica (Reforming): mediante este proceso se transforman hidrocarburos parafínicos de bajo número de octanos en otros hidrocarburos parafínicos con ramificaciones laterales (isoparafínicos), y también se reforman parafinas en aromáticos, de mayor número de octanos.

Como consecuencia de una serie de reacciones de reforma, los hidrocarburos parafínicos presentes, por la acción de la presión y la temperatura, en presencia de hidrógeno y de catalizadores selectivos donde interviene el platino, se rompen y se vuelven a formar en nuevas moléculas de mejores propiedades antidetonante; y al mismo tiempo se saturan de hidrógeno los hidrocarburos olefínicos que se puedan formar.-

Este proceso, utiliza como materia prima fracciones de nafta de destilación directa (o naftas de topping) de bajo número de octanos, y se obtiene una fracción denominada nafta de reforma de elevado número de octanos y que es, además, estable. También es posible ajustando la carga y las condiciones de operación, obtener hidrocarburos aromáticos (corte BTX, benceno, tolueno y xilenos) para uso en la industria petroquímica.

Una planta de reforma catalítica, está constituida por un conjunto de plantas, constituyendo en realidad un complejo. Requiere una planta para preparar la carga que de alimentación la que debe ser privada de contaminantes que envenenan al costoso catalizador de reforma, utilizando catalizadores adecuados y menos costosos. Con un corte de nafta de topping se separa por destilación, una fracción liviana y otra pesada, utilizándose solo una fracción prefijada que depende del producto que se quiera fabricar (naftas o hidrocarburos aromáticos). Posteriormente previa estabilización de la carga (tratamiento para eliminar hidrocarburos de bajo peso molecular gaseosos y el exceso de hidrógeno de tratamiento), se realiza la reforma catalítica. Este producto reformado, previa estabilización es enviado a una unidad de fraccionamiento que separa una fracción gaseosa y una fracción líquida. La fracción líquida a su vez es refraccionada por destilación separando un corte "nafta de reforma liviana" y "nafta de reforma pesada" que se utilizan en la formulación de combustibles y como subproductos aromáticos para usos industriales. En el caso de interesar la separación de hidrocarburos aromáticos para usos químicos o petroquímicos, se separa una fracción combustible y un concentrado en aromáticos. Luego existe una quinta instalación, donde mediante la extracción por solventes adecuados se separa un concentrado en hidrocarburos aromáticos y un concentrado en hidrocarburos parafínicos. Del corte de aromáticos, por refraccionamiento, se obtiene benceno, tolueno y xilenos), mientras que los parafínicos son refraccionados para elaborar solventes industriales.

En la **Figura 1** se puede observar el diagrama de bloque de una destilería típica (en este caso se produce propano, butano, distintos tipos de naftas, querosén, gas oil, diesel oil, carbón residual de petróleo, fuel oil y asfalto)

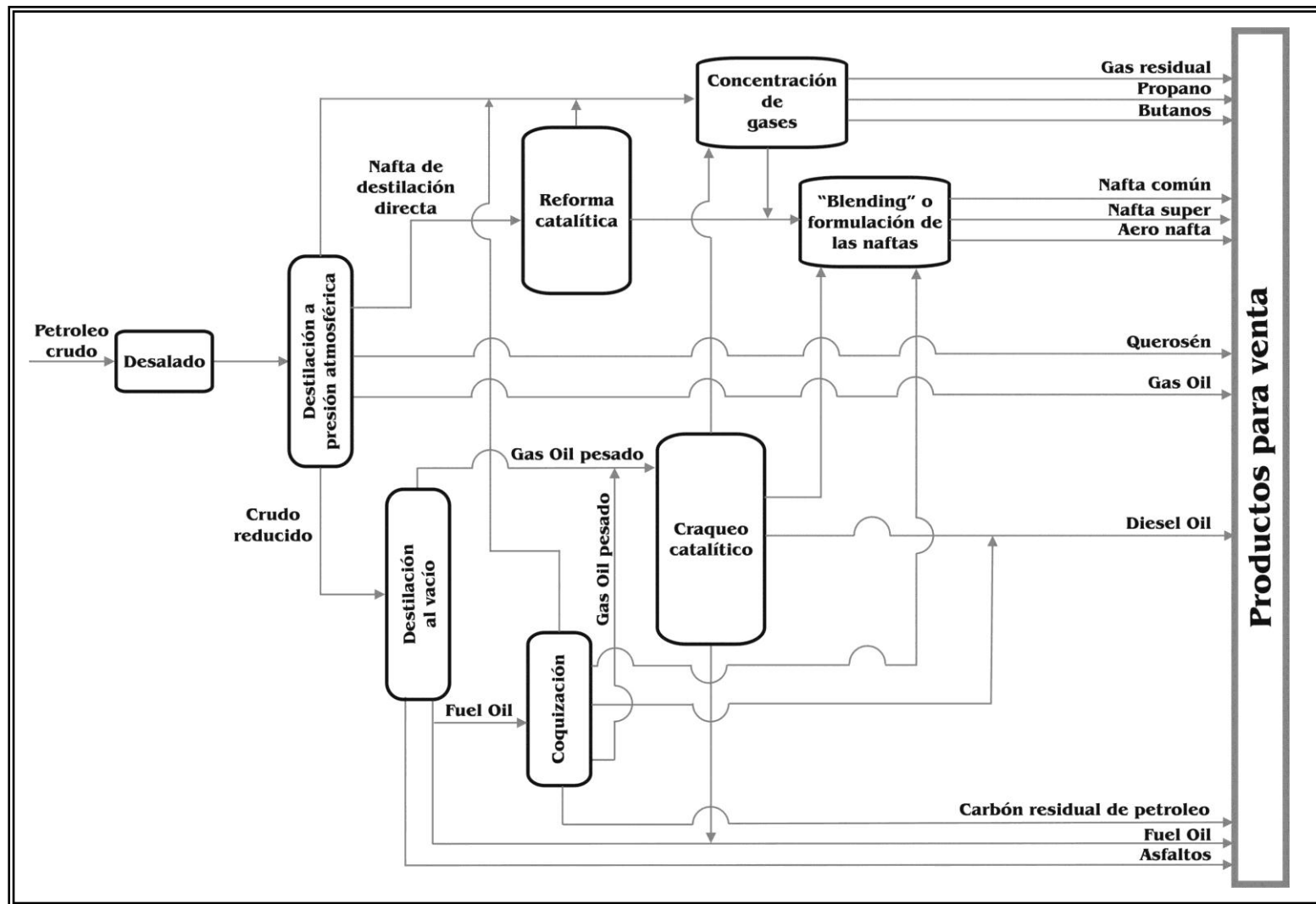


Figura 1

DESTILACIÓN DEL PETROLEO

Una vez que el petróleo crudo llega a la refinería la primera operación que se realiza es una destilación utilizando columnas trabajando a presión atmosférica o al vacío. Estas columnas son las unidades de mayor tamaño en una refinería. Se utilizan para separar el petróleo crudo en fracciones de acuerdo con su punto de ebullición, por lo que cada una de las siguientes unidades de proceso tendrá materias primas que satisfagan sus especificaciones particulares. Se consiguen las mayores eficacias y los costos más bajos si la separación del petróleo crudo tiene lugar en dos etapas: primero destilando la totalidad del crudo de petróleo esencialmente a la presión atmosférica; luego, alimentando la fracción de los residuos de punto de ebullición más alto (crudo reducido) de la columna a presión atmosférica a una segunda columna destiladora operando a alto vacío.

La columna de destilación al vacío se emplea para separar la fracción de mayor punto de ebullición del crudo de petróleo (que se denomina crudo reducido) en fracciones, ya que las altas temperaturas necesarias para vaporizar este producto a la presión atmosférica darían lugar al craqueo térmico, con la consiguiente pérdida por descomposición en gas seco, decoloración del producto y ensuciamiento del equipo debido a la formación de coque.

En la siguiente tabla se pueden observar los rangos de temperatura de destilación de los distintos cortes que se obtienen en una destilación del petróleo, conjuntamente con los intervalos de átomos de carbono en los hidrocarburos que componen ese corte.

Producto obtenido	Rango de temperatura de ebullición (° C)	Átomos de carbono
Gas	< 30	1 a 5
Éter de petróleo	30 - 60	5 a 6
Naftas	100 - 200	7 a 14
Queroseno	200 - 300	12 a 16
Gas-oil	280 - 380	15 a 18
Lubricantes		16 a 20
Vaselina		18 a 22
Parafina sólida	Pfusión 50 -60	20 a 30
Cera microcristalina	Pfusión 50 -60	30 a 50
Asfalto		

FRACCIONAMIENTO A PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Normalmente, el petróleo crudo, contiene una determinada cantidad de sales en disolución (debido a que en el yacimiento original estuvo en contacto con una capa de agua salada). Si el contenido en sal es superior a 10 kg de sal (expresado como NaCl) cada 1000 kg de petróleo, el crudo precisa lo que se denomina un **desalado** para minimizar el ensuciamiento y la corrosión debidos al depósito de sal sobre las superficies de transmisión de calor y a los ácidos formados por la descomposición de los cloruros. Además, en el proceso de desalado se eliminan parcialmente algunos metales que pueden dar lugar a la desactivación de catalizadores en las unidades de proceso catalítico.

El desalado se lleva a cabo por emulsionado del crudo de petróleo con agua a unos 120° C y bajo una suficiente presión para prevenir la vaporización de los hidrocarburos o del agua. Las sales se disuelven en el agua produciéndose en el desalador una emulsión entre el agua y el petróleo, separándose estas fases utilizando productos químicos para romper la emulsión y/o mediante el desarrollo de un campo eléctrico de potencial elevado a través del recipiente de sedimentación para juntar las gotitas de agua salada más rápidamente. Se utilizan potenciales eléctricos desde 16.000 a 35.000 voltios para provocar la unión. El contenido de sal del crudo se reduce normalmente un 90% o más en una operación de una etapa. Se pueden utilizar etapas adicionales en serie para reducir el contenido en sal si una etapa de desalado es inadecuada.

Después del desalado, el petróleo crudo se somete a una destilación en una columna trabajando a presión atmosférica (ver **Figura 1**) en donde se bombea a través de una serie de intercambiadores de calor elevándose su temperatura hasta alrededor de 290° C por intercambio de calor con las corrientes de producto y de reflujo. Posteriormente se calienta hasta alrededor de 400° C en un horno (de calefacción directa o tubos) y se carga a la zona de alimentación de la columna de fraccionamiento atmosférica. La temperatura de descarga del horno es lo suficientemente elevada (de 350° a 400° C) para vaporizar todos los productos extraídos por encima de la zona de alimentación, más cerca del 20% de los productos de fondo. Este 20% de incremento permite que exista cierto fraccionamiento en los platos superiores a la zona de alimentación, proporcionando un reflujo interno en exceso sobre las corrientes laterales extraídas.

El reflujo se proporciona condensando los vapores de la parte superior de la columna y devolviendo una porción del líquido a la cabeza de la columna y bombeando para extraer y devolver corrientes a zonas más bajas en la columna. Cada uno de los productos de las corrientes laterales extraídas de la columna rebaja la cantidad de reflujo por debajo del punto de extracción. Se obtiene un máximo de reflujo y de fraccionamiento eliminando todo el calor en la cabeza de la columna pero esto requiere una entrada de líquido en forma de cono invertido que exige un diámetro muy grande en la cabeza de la columna. Para reducir el diámetro en la cabeza de la columna y también la carga del líquido a lo largo de la columna, se utilizan corrientes intermedias de eliminación de calor que generan reflujo por debajo de los puntos de extracción de las corrientes laterales. Para conseguirlo, el líquido se extrae de la columna, se enfría mediante un cambiador de calor, y se lo devuelve a la columna o, alternativamente, una porción de la corriente enfriada puede devolverse a la columna. Esta corriente fría condensa gran cantidad del vapor que asciende por la columna incrementando por consiguiente el reflujo por debajo de este punto.

Aunque normalmente las columnas de crudo no utilizan rehervidores, generalmente se incorporan varios platos por debajo la zona de alimentación, introduciéndose vapor por debajo del plato de fondo para separar cualquier gas oil residual del líquido en la zona de alimentación y dar lugar a residuos con un alto punto de inflamación. El vapor reduce la presión parcial de los hidrocarburos rebajando así la temperatura requerida para la vaporización.

Normalmente, la columna de fraccionamiento a presión atmosférica contiene de 30 a 50 platos de fraccionamiento. La separación de mezclas complejas en el crudo de petróleo es relativamente fácil y generalmente se necesitan de cinco a ocho platos para cada producto de la corriente lateral más el mismo número por encima y por debajo del plato de alimentación. De esta forma una columna de fraccionamiento a la presión atmosférica con cuatro extracciones de corrientes laterales líquidas

requerirá de 30 a 42 platos.

Las corrientes laterales líquidas extraídas contendrán componentes de bajo punto de ebullición que rebajan el punto de inflamación, debido a que los productos más ligeros pasan a través de los productos más pesados y están en equilibrio con ellos en cada plato. Estas "colas ligeras" se separan de cada corriente lateral en una pequeña columna de separación individual (que se denominan "despojadoras" o "stripper") que contienen de cuatro a diez platos, con vapor introducido por debajo del plato de fondo. El vapor y las fracciones ligeras separadas se descargan de nuevo en la zona de vapor de la columna de fraccionamiento a presión atmosférica, encima del correspondiente plato de extracción lateral.

El condensador de la columna a presión atmosférica condensa la fracción de pentano y más pesados, de los vapores que salen de la cabeza de la columna. Esto constituye la porción de nafta ligera de la cabeza, que contiene algunos butanos y propano y, esencialmente, todos los componentes de mayor punto de ebullición del vapor de cabeza de la columna. Parte de este condensado se devuelve a la cabeza de la columna como reflujo, y el restante se envía a la sección de estabilización de la planta de gas de la refinería, donde los butanos y el propano se separan de la nafta ligera $C_5 - 80^\circ C$. Por el fondo de la columna se obtiene una fracción de alto punto de ebullición que se denomina "crudo reducido" y que se envía a la torre de fraccionamiento al vacío

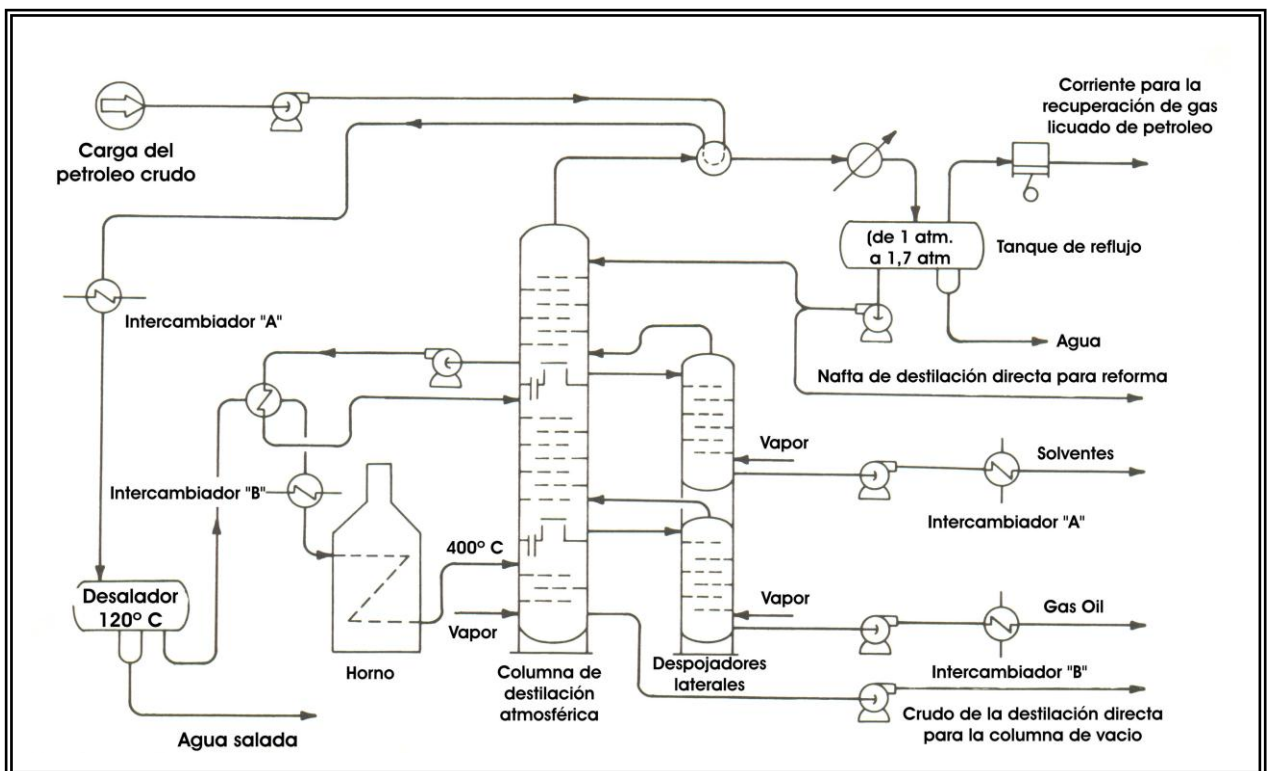


Figura 2

FRACCIONAMIENTO AL VACIO

Las temperaturas necesarias para destilar a presión atmosférica las fracciones más pesadas del crudo de petróleo (crudo reducido) son tan altas que podrían dar lugar a la descomposición térmica (craqueo) del producto, con la consiguiente pérdida de material y ensuciamiento del equipo (ya que se formaría coque). En consecuencia, estos productos se destilan bajo vacío, ya que la temperatura de ebullición desciende al decrecer la presión. La destilación se lleva a cabo con presiones absolutas, en la zona de alimentación de la columna, de 25 a 40 mm de Hg (**Figura 3**).

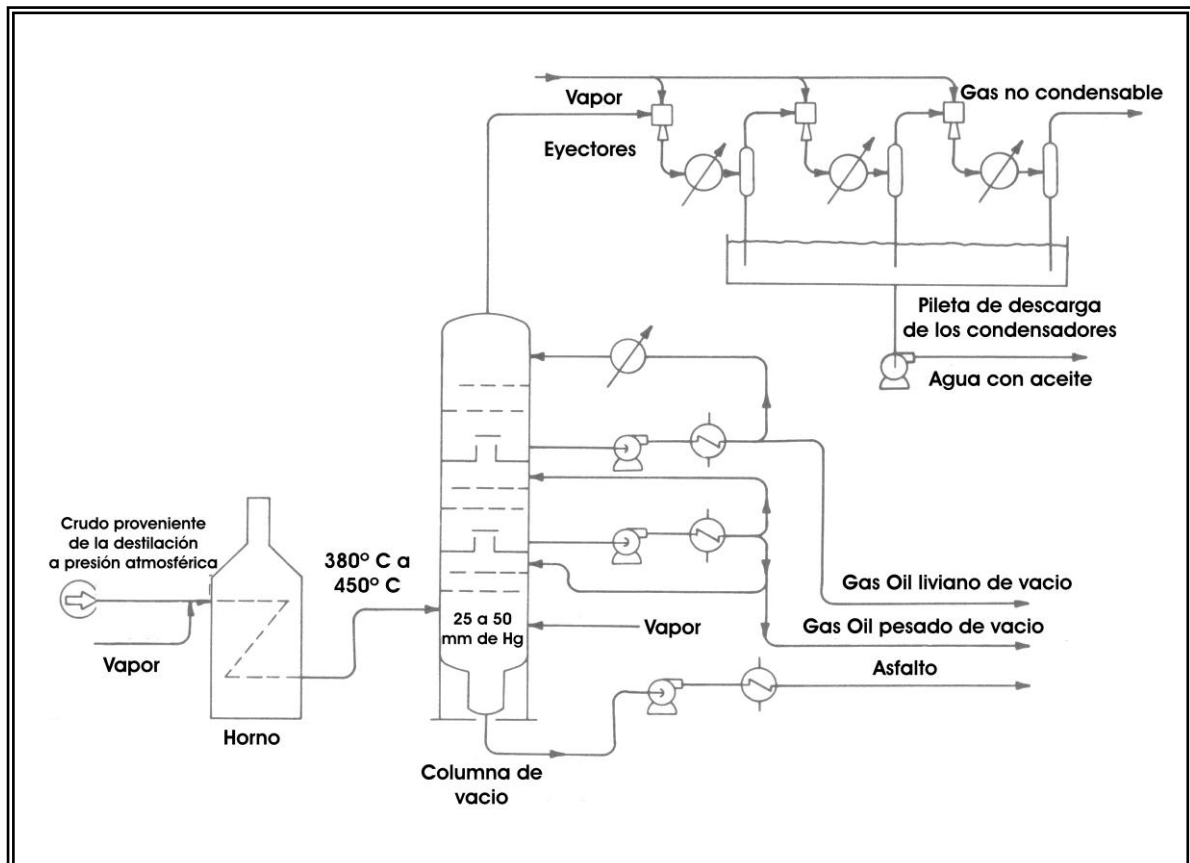


Figura 3

Para mejorar la vaporización, se rebaja aún más la presión de vapor del hidrocarburo (a 10 mm Hg o menos) mediante el agregado de vapor a la entrada del horno y a la base de la columna de vacío. El agregado de vapor a la entrada del horno incrementa la velocidad en los tubos del horno y minimiza la formación de coque en el horno, así como también disminuye la presión parcial de la totalidad de los hidrocarburos en la columna de vacío. La cantidad de vapor de agotamiento utilizado es una función del intervalo de ebullición del alimento y de la fracción vaporizada, pero generalmente varía de 10 a 50 m³/m³ de alimento.

Las temperaturas de salida del horno son también función del intervalo de ebullición del alimento y de la fracción vaporizada, así como también de las características de coquificación del alimento. Velocidades altas en los tubos y la adición de vapor minimizan la formación de coque, utilizándose temperaturas en el intervalo de 400° C a 450° C, generalmente.

La presión efectiva (presión total absoluta - presión parcial del vapor) en la zona de alimentación determina la fracción del alimento vaporizada para una temperatura de salida del horno dada, así, es esencial para el diseño de la columna de fraccionamiento, de las líneas superiores y del condensador, minimizar la pérdida de carga entre el dispositivo de inducción del vacío y la zona de flash. Un descenso de unos pocos mm de Hg en la pérdida de carga pueden ahorrar mucho dinero en los costos de operación.

Las presiones de operación más bajas dan lugar a incrementos significativos en el volumen de vapor por m³ vaporizado y, por consiguiente, las columnas de destilación a vacío tienen un diámetro mucho mayor que las columnas a presión atmosférica. No resulta extraño poseer columnas con un diámetro hasta de 12 metros.

La presión de operación deseada se mantiene mediante la utilización de eyectores de vapor y condensadores barométricos o de superficie. El tamaño y el número de eyectores utilizados vienen determinados por las necesidades de vacío y la cantidad de vapor manipulado. Para una presión de 25 mm Hg en la zona de alimentación, se requieren normalmente eyectores de tres etapas. La primera etapa condensa el vapor y comprime los gases no condensables, mientras que la segunda y tercera etapas eliminan los gases no condensables de los condensadores. El vacío producido está limitado por la presión de vapor del agua utilizada en los condensadores. Si se suministra agua fría a los condensadores puede obtenerse una presión absoluta menor en la columna de vacío.

Aunque más costosos que los condensadores barométricos, la tendencia actual es hacia el uso de los condensadores de superficie para reducir la contaminación del agua con aceite.

EQUIPO AUXILIAR

En muchos casos, se instala un tanque de vaporización entre los intercambiadores de calor para el precalentamiento del alimento y el horno de la columna, a presión atmosférica. Las fracciones de punto de ebullición menor que se vaporizan por el calor suministrado por los intercambiadores de precalentamiento, se separan en el tambor de vaporización y se envían directamente a la zona de alimentación de la columna de fraccionamiento. El líquido se bombea a través del horno a la zona de alimentación de la columna. Como resultado se precisan hornos más pequeños y de menor costo

En algunas refinerías se incorpora un estabilizador en la sección de destilación de crudo, en vez de emplazarse en la planta de gas de la refinería. El líquido condensado de la corriente de vapor de la cabeza de la columna a presión atmosférica contiene propano y butanos, los cuales producen una presión de vapor mucho más alta de la que es aceptable para el mezclado de las naftas. Para eliminarlos, el líquido condensado en exceso del requerido para el reflujo, se carga a una columna de estabilización donde la presión de vapor se ajusta por eliminación del propano y de los butanos de la corriente de nafta de destilación directa. Posteriormente, en la sección de mezclado de productos de la refinería, se añade n-butano a la corriente de gasolina para proporcionarle la presión de vapor Reid deseada.

PRODUCTOS DE LA UNIDAD DE DESTILACIÓN DEL CRUDO

En orden de punto de ebullición creciente, los principales productos de una unidad característica de destilación de crudo, son:

- ▶ **Gas Combustible.** El gas combustible consta principalmente de metano y etano. En algunas refinerías también se incluye en la corriente de gas combustible propano en exceso del requerido para el GLP. Esta corriente también se conoce como "gas seco".
- ▶ **Gas húmedo.** La corriente de gas húmedo contiene propano y butanos así como también metano y etano. El propano y los butanos se separan para utilizarse en el GLP, y en el caso del butano para el mezclado de las naftas.
- ▶ **Nafta de destilación directa ligera** (*siglas inglesas LSR*). La corriente de esta nafta se desulfura y se utiliza en el mezclado de naftas, o se procesa en una unidad de isomerización para mejorar su octanaje antes de mezclarse.
- ▶ **Nafta directa pesada** (*siglas inglesas HSR*). Los cortes de nafta se utilizan generalmente como alimento al reformador catalítico para producir reformados de alto octanaje para el mezclado de naftas y aromáticos.
- ▶ **Gas oil.** El gas oil liviano, atmosféricos y de vacío, se procesan en un craqueador de hidrógeno o en un craqueador catalítico para producir nafta y combustible diesel y de propulsión a chorro (JP). Los gas oil más pesados de vacío pueden utilizarse también como materias primas para las unidades de proceso de aceites lubricantes.
- ▶ **Residuos.** Los residuos de la columna de vacío pueden procesarse en un reductor de viscosidad, un coquizador, o una unidad de desasfaltado para producir fuel oil pesado o productos craqueados y/o de base para lubricantes. Para crudos asfálticos, se puede procesar posteriormente el residuo para producir asfaltos para carreteras y/o techos.