

# LUBRICANTES



Ing. Jose Garcia – Ing. Carlos Di Marco



BOXES



20% de descuento en tu cambio de  
Elaion

¡AHORRA MÁS CON BOXES!

¡Ahorrá en tu cambio de lubricante en YPF BOXES! Accedé a un 20% de descuento en tu cambio de aceite con ELAION sintético y semisintético vía App YPF.



## DEFINICIÓN DE LUBRICANTE

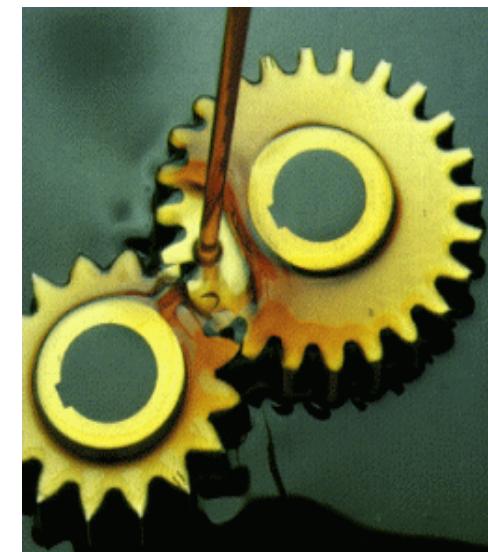
*Un lubricante es una sustancia, animal, vegetal, mineral o sintética, que en cualquier estado de agregación sea susceptible de reducir el rozamiento cuando se interpone entre dos superficies con movimiento relativo.*

- **Tecnología de los lubricantes**: Evolución continua desde hace +3000 años
- **Primer lubricante**: Grasas animales
- La mayor evolución viene de la mano con la industria automotriz.



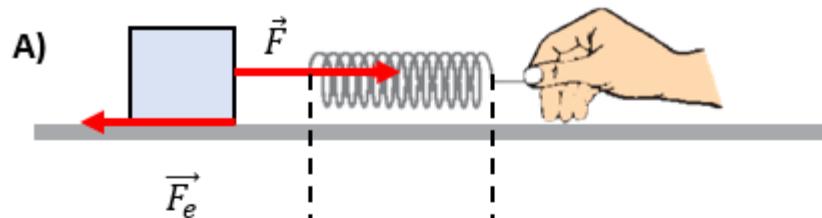
## FUNCIÓN DE UN LUBRICANTE

- Reducir la fricción.
- Reducir el desgaste.
- Reducir el consumo de energía.
- Refrigerar los componentes.
- Transmitir potencia.
- Proteger contra la corrosión y herrumbre.
- Mejorar la estanqueidad.
- Transmitir el calor.
- Aislar.



## CONCEPTO DE FRICTION

*Es la pérdida de energía mecánica durante el inicio, desarrollo y final del movimiento relativo entre dos zonas materiales en contacto.*

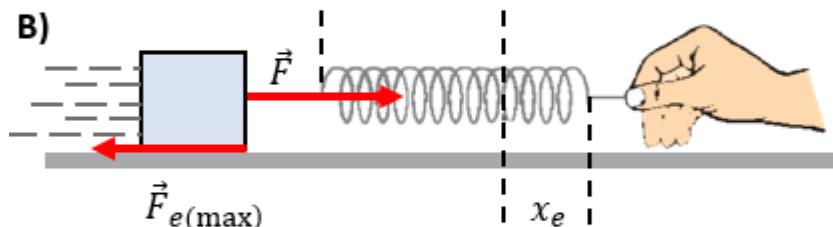


$$F = \mu N$$

**Fe:** Fuerza fricción estática

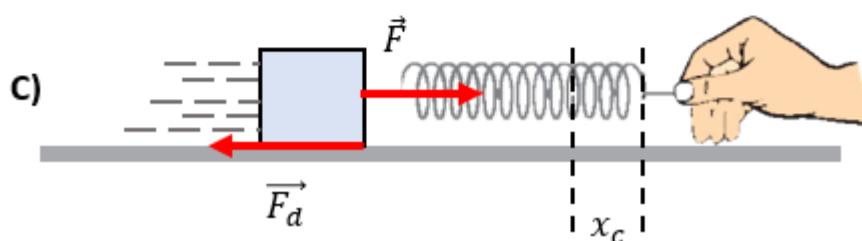
**$\mu$ :** Coeficiente de fricción

**Fd:** Fuerza fricción dinámica

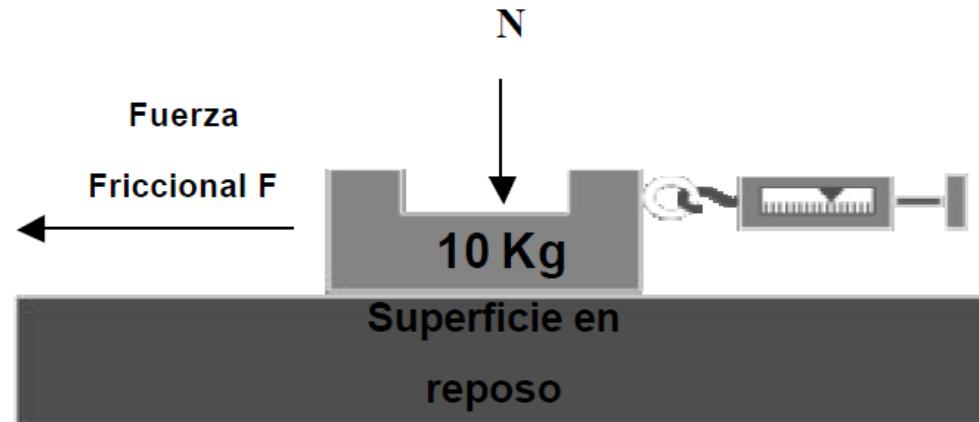


**Movimiento:**

$$F_d > F_e$$



## EFFECTO DEL LUBRICANTE EN LA FRICTION



	Contacto Seco	Contacto Lubricado
Carga (N)	10 Kg	10 Kg
Fuerza Requerida (F)	5 Kg	0,5 Kg
Coeficiente de Fricción	0.5	0.05
Desgaste superficial (relativo)	100	1

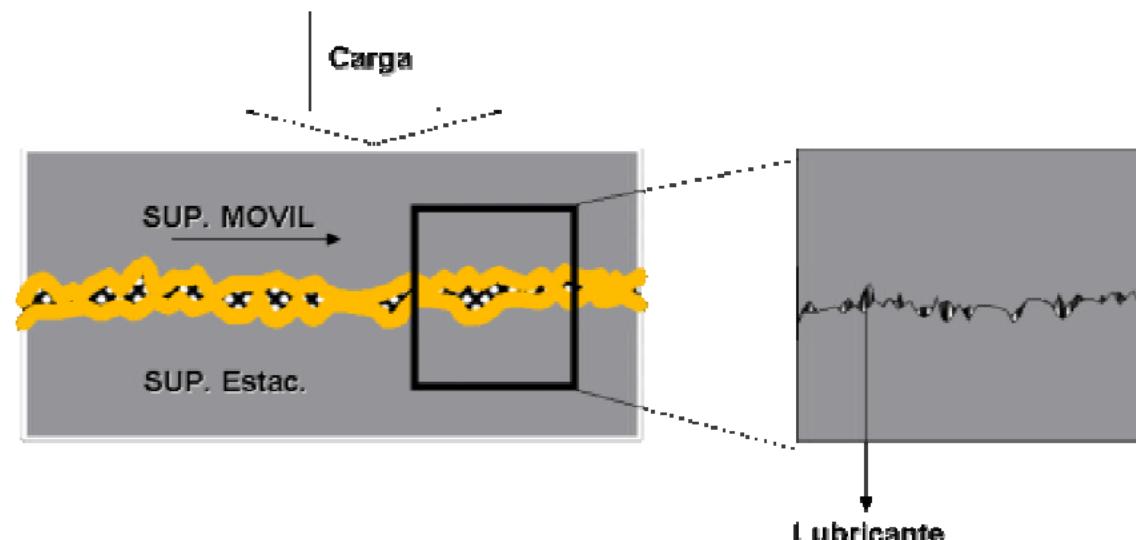


## REGIMENES DE LUBRICACION

- **OBJETIVO**: Reducir la fuerza de fricción entre dos superficies en contacto y facilitar el deslizamiento de forma de preservar las superficies en contacto con la menor energía.
- **LUBRICACIÓN POR PELICULA DELGADA**, depende de:
  - Viscosidad del lubricante
  - Velocidad de desplazamiento
  - Carga soportada
  - Acabado superficial
  - Dimensiones
  - Alimentación del lubricante

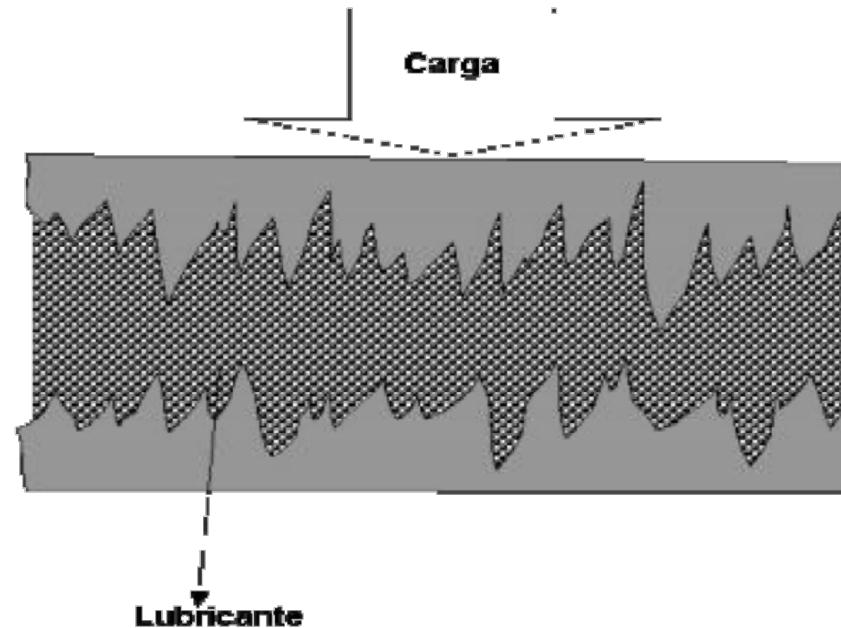
## REGIMENES DE LUBRICACION

- **LUBRICACIÓN LIMITE:**
- Es el lubricante mínimo necesario para condiciones estacionarias: paradas o arranques del mecanismo.
- Depende de: Velocidad, cargas, viscosidad del lubricante.
- Es transitorio. Desaparece al lograr la condición de régimen del mecanismo.



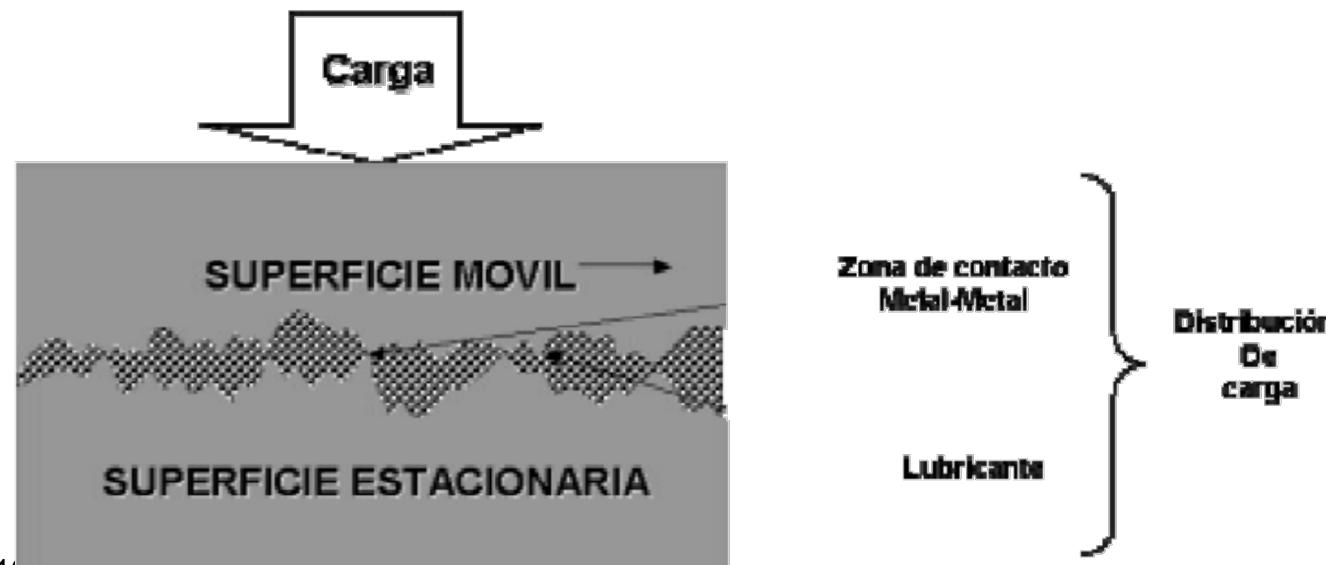
## REGIMENES DE LUBRICACION

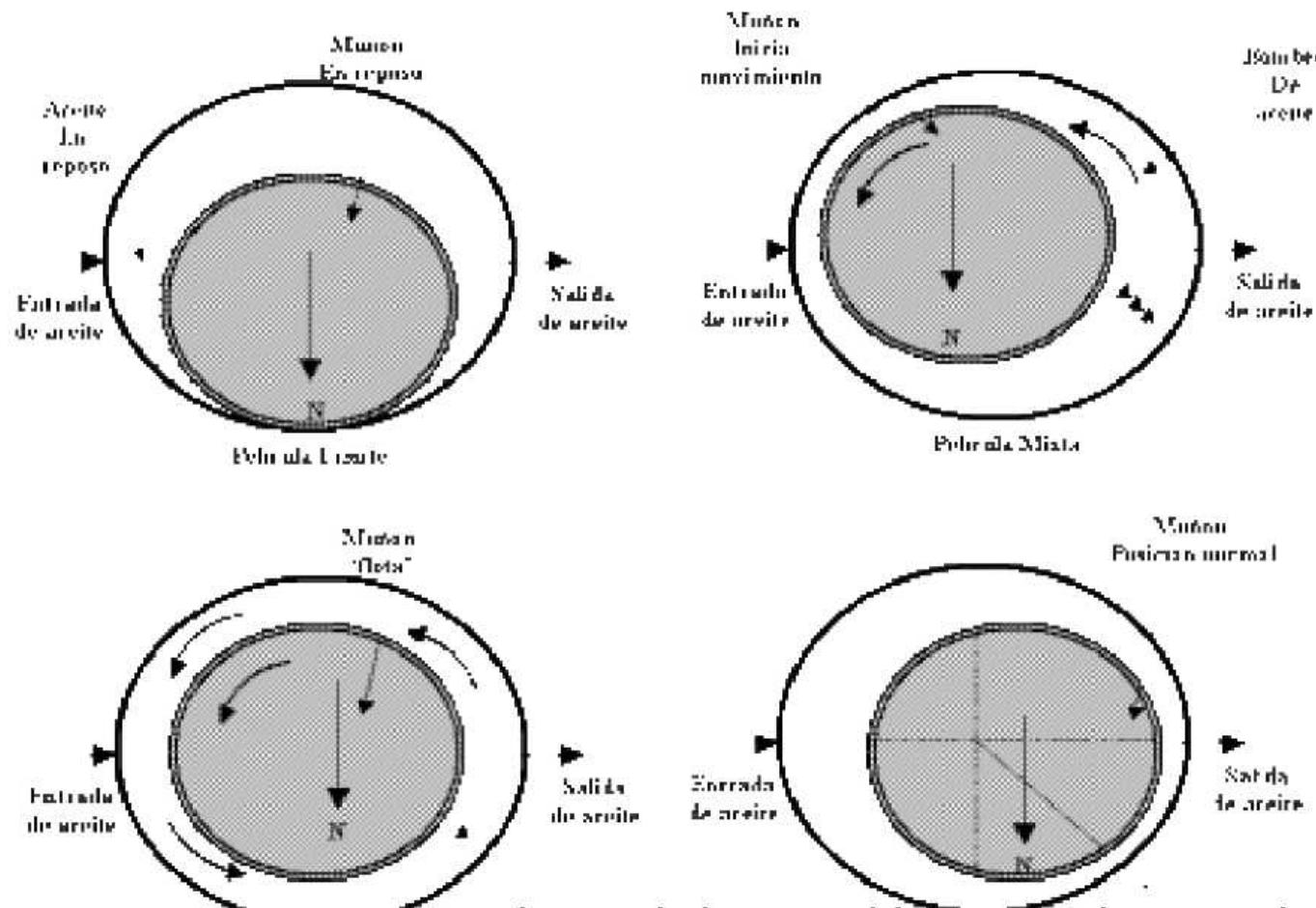
- **LUBRICACIÓN HIDRODINAMICA:**
- Mecanismo de lubricación presente en las partes en movimiento.
- El espesor de la película formada debe evitar el contacto de las partes metálicas.
- Depende de la rugosidad de las superficies >promedio.
- Se requiere un flujo adecuado de forma permanente.



## REGIMENES DE LUBRICACION

- **LUBRICACIÓN MIXTA:**
- Es intermedia entre la límite e hidrodinámica.
- Parte de la carga es soportada por la capa límite y la otra por la hidrodinámica.
- Se presenta después de la límite
- Típica en motores de combustión interna (PMS y PMI).





## **PROPIEDADES DE LOS LUBRICANTES**

- Pueden estar en cualquier estado de agregación.
- El 90% comprenden lubricantes líquidos.
- Líquidos: han dedicado mayor esfuerzo y estudio debido a su amplio uso en la industria.

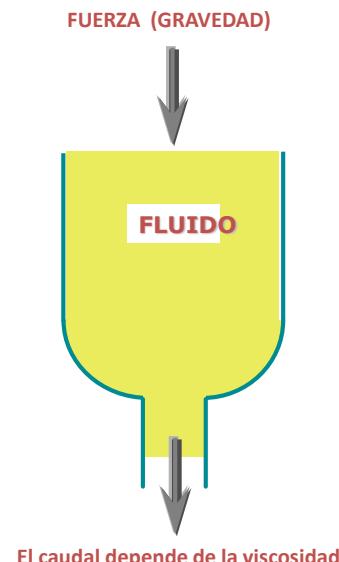
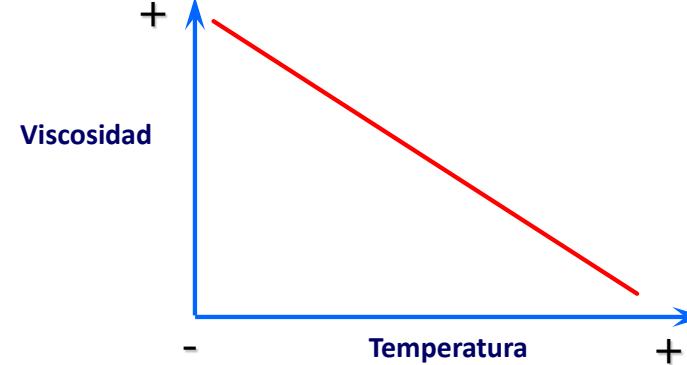
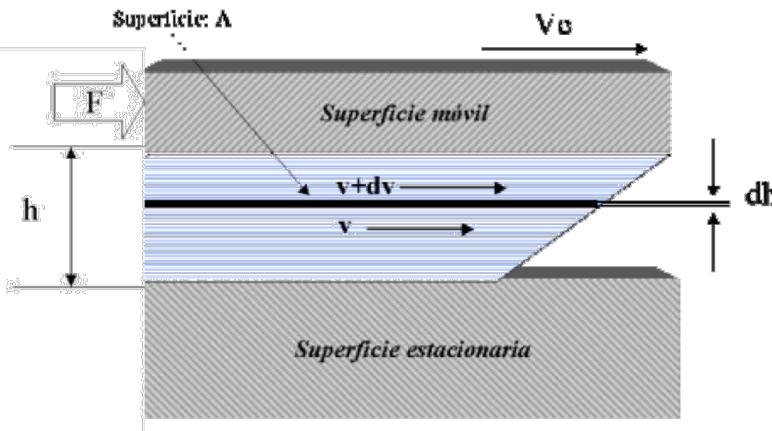


### **Propiedades más relevantes:**

- Viscosidad.
- Densidad.
- Punto de congelamiento.
- Punto de inflamación.
- Volatilidad.
- Formación de espuma y estabilidad.
- Numero de neutralización. TBN y TAN.
- Cenizas sulfatadas.
- Corrosión lámina de Cu.
- Herrumbre.
- Punto de anillina.

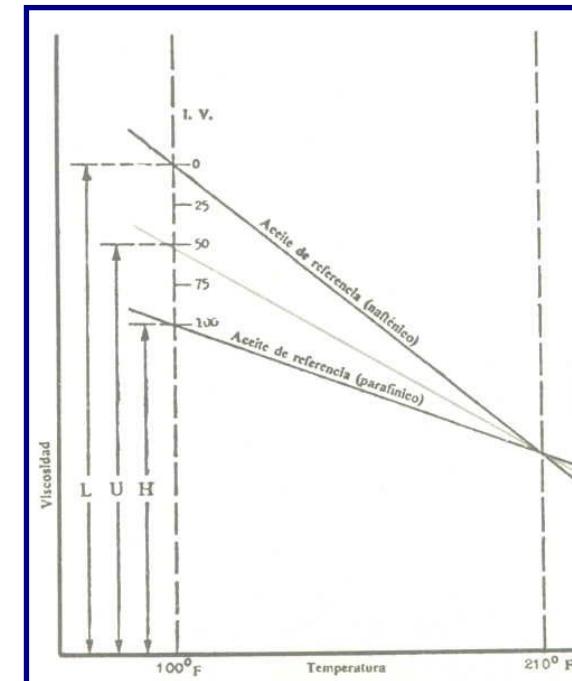
## VISCOSIDAD

- Es sin dudas la propiedad más importante de un aceite lubricante, en ella radica toda la teoría de la lubricación.
- “la resistencia interna que este presenta a fluir cuando es sometido a un esfuerzo externo. Es una medida del rozamiento interno del fluido.”
- Lubricantes: viscosidad cinemática o de movimiento de fluido (cSt).
- Motores nuevos: trabajan a mayor temperatura, por lo que se ve afectada la viscosidad del lubricante. ASTM D4624 y el D-4683



## INDICE DE VISCOSIDAD

- Mide la variación de la viscosidad con la temperatura. A mayor índice de viscosidad mayor es la resistencia del fluido a variar su viscosidad con la temperatura. Las ventajas de un mayor índice de viscosidad son:
- **Menor viscosidad a baja temperatura.** El motor arrancará mejor y consumirá menos combustible durante el calentamiento.
- **Mayor viscosidad a mayor temperatura.** Lo que se traduce en un menor consumo de aceite y menor desgaste.
- **Es muy importante mantener el régimen de lubricación con los cambios de temperatura**
- **Método Dean y Davis:** Sistema arbitrario en una escala de 0 a 100 comparando con aceites de referencia a 100°C y 40°C.





## DENSIDAD

- Depende del origen del mismo: MINERAL o SINTETICO
- MINERAL, depende de la fracción:  
PARAFINICOS>NAFTENICOS>AROMÁTICOS
- Se puede indicar como: densidad, gravedad específica o en °API

## PUNTO DE CONGELAMIENTO

- Permite evaluar la fluidez a baja temperatura (aceites de motor y engranajes).
- Determina: enfriando la muestra hasta el punto de gelación previo a la solidificación.

## PUNTO DE INFLAMACIÓN

- Indicativo del rango de destilación de la base y puede determinar contaminación con productos más volátiles.
- Aditivos<sup>15</sup> pueden inferir modificar esta propiedad.



## VOLATILIDAD

- Depende de la curva de destilación de la base.
- Su impacto depende del diseño del motor, el consumo aparente y las condiciones de operación.
- Motores de alta performance requieren aceites a mayor temperatura, mayor volatilidad aumentan depósitos en los pistones y contaminación del aire.
- Algunas restricciones de volatilidad en los aceites puede requerir el uso de lubricantes sintéticos.

## FORMACIÓN DE ESPUMAS Y ESTABILIDAD

- Operación normal: considerable aireación por el movimiento de las partes de la máquina.
- Da lugar a bajo nivel en el cárter y daños en el sistema de bombeo o lubricación.
- Agregan aditivos detergentes y dispersantes.



## Número de neutralización TBN/TAN

- Determina el grado de acidez del lubricante causado por oxidación.
- Se determina por medio de álcalis o ácidos que neutralizan los ácidos presentes.
- Métodos: ASTM D4739.

## CENIZAS SULFATADAS

- Permite determinar el contenido de aditivos detergentes en un aceite de composición conocida.
- Control de calidad sobre el control de calidad de los aditivos.
- Se controla en el blending de aceites.
- En exceso pueden generar depósitos aros de pistón, dañar válvulas y generar material particulado en motores Diesel.



## Corrosión lámina de Cu

- Contacto entre el aceite lubricante y una lámina de cobre en condiciones estandarizadas de tiempo y temperatura.
- Determina el grado de corrosión en los metales blandos.
- No determina la capacidad de prevenir corrosión.

## Herrumbre

- Herrumbre: forma por acción del agua y el aire sobre el hierro.
- Permite determinar contaminación del aceite.

## Punto de anilina

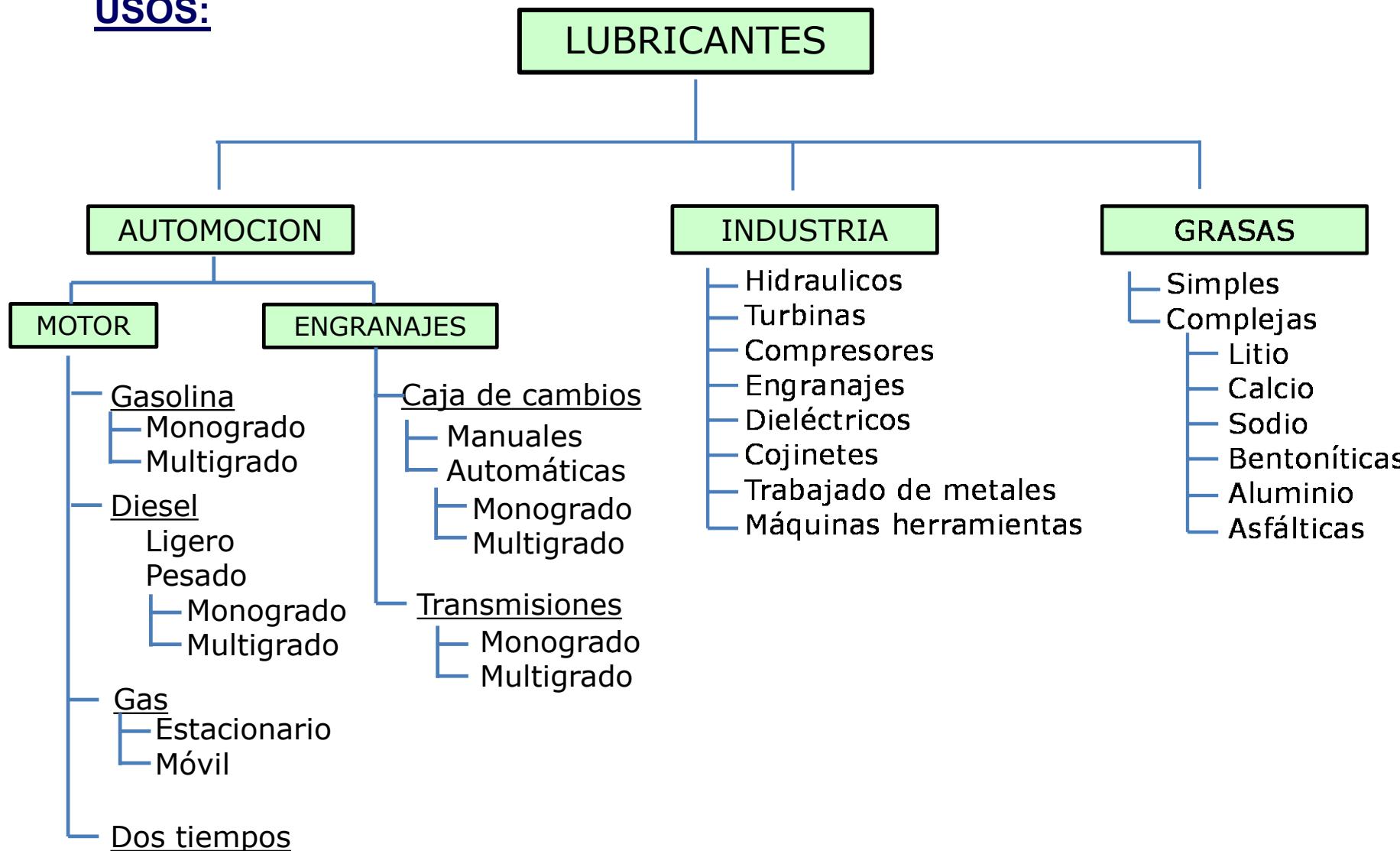
- Anilinas: solubles en hidrocarburos aromáticos y nafténicos.
- Indica grado de aromaticidad del lubricante en función de la solubilidad de la anilina.
- Permite evaluar el comportamiento del aceite en contacto con retenes o sellos.



## CLASIFICACION DE LOS LUBRICANTES

- Existen diversas formas de clasificar a los lubricantes.
- Desde el punto de vista industrial se pueden clasificar por:
- **ESTADO:**
  - Sólido: Sulfuro de Molibdeno, Grafito.
  - Semisólido: Grasas.
  - Líquido: Aceites minerales, vegetales y sintéticos.
  - Gaseoso: Aire, Nitrógeno.

## USOS:



## CLASIFICACION DE LOS LUBRICANTES

### VISCOSIDAD:

- SAE J300 para aceites de motor: contempla clasificación tanto a alta o baja temperatura.
- Capaz de vencer el “cranking” y ser fácilmente bombeable a baja temperatura.
- Al momento del arranque en frío se pone en evidencia la capacidad del aceite a generar baja resistencia al movimiento.
- Mantener el régimen de lubricación a alta temperatura.
- Define un grado viscosimétrico, pero no hace alusión a la calidad del lubricante.
  - **Con W**: propiedades a baja temperatura.
  - **Sin W**: propiedades a alta temperatura.
- **GRADOS SAE**: Monogrado o multigrado
- Aceites multigrado: un solo producto aúna propiedades de alta y baja temperatura

Indica que es un aceite para invierno

SAE **10W**

Número que indica la viscosidad del aceite. Cuanto más elevado sea el número, mayor será la viscosidad.

SAE **40**

Número que indica la viscosidad del aceite. Al no llevar "W" se entiende que es un aceite de verano.

Indica la viscosidad del aceite en caliente

SAE **10W40**

Indica la viscosidad del aceite en frío

---

**ACEITES MONOGRADO**

---

**ACEITE MULTIGRADO**



## SAE J300 - ENGINE OILS 2015

SAE GRADE	COLD CRANKING MAX VISCOSITY cP @TEMP, °C	PUMPABILITY MAX VISCOSITY cP @TEMP, °C	VISCOSITY @ 100°C		HT/HS @ 150 °C
			MIN cST	MAX cST	
0W	6200 @ -35	60,000 @ -40	3.8	NA	NA
5W	6600 @ -30	60,000 @ -35	3.8	NA	NA
10W	7000 @ -25	60,000 @ -30	4.1	NA	NA
15W	7000 @ -20	60,000 @ -25	5.6	NA	NA
20W	9500 @ -15	60,000 @ -20	5.6	NA	NA
25W	13000 @ -10	60,000 @ -15	9.3	NA	NA
8	NA	NA	4.0	<6.1	1.7
12	NA	NA	5.0	<7.1	2
16	NA	NA	6.1	<8.2	2.3
20	NA	NA	6.9	<9.3	2.6
30	NA	NA	9.3	<12.5	2.9
40	NA	NA	12.5	<16.3	SEE NOTE
50	NA	NA	16.3	<21.9	3.7
60	NA	NA	21.9	<26.1	3.7

NOTE: 3.5cP for 0W-40, 5W-40 & 10W-40 grades, 3.7cP for 15W-40, 20W-40, 25W-40 & 40 grades.

Penrite define "70" engine oils as above 26.1cST at 100°C and "30W" as less than 13,000cP at -5°C

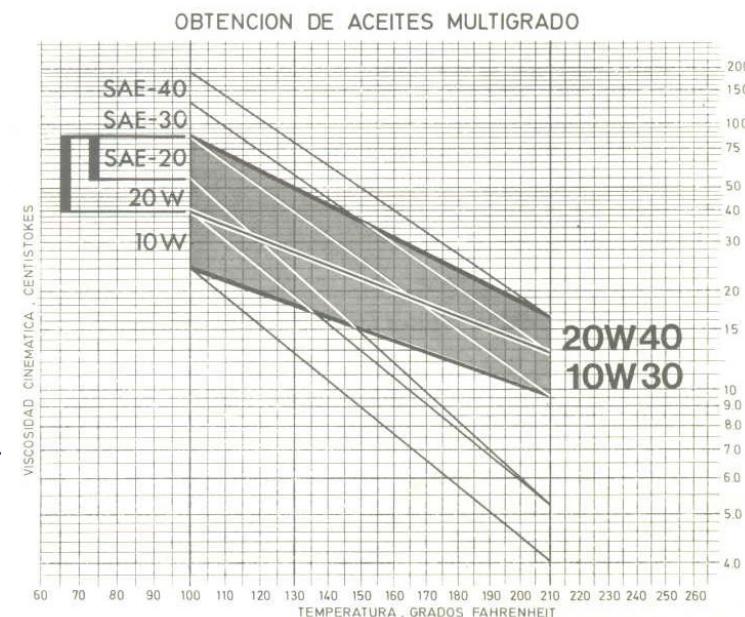
## PROPIEDADES

### ACEITE MULTIGRADO

Por Ej: el aceite SAE 20W-40 a bajas temperaturas tendrá baja viscosidad y fluirá como un aceite SAE 20 y podrá mantener una viscosidad similar al de un aceite SAE 40 a las temperaturas de operación del motor (alto IV).

A partir de su viscosidad 20W a baja temperatura de arranque disminuye la misma con una menor tasa, respecto del cambio de la temperatura, que un Aceite Monogrado (SAE 40) para permitir igualar la viscosidad de un aceite SAE 40 @ 100°C.

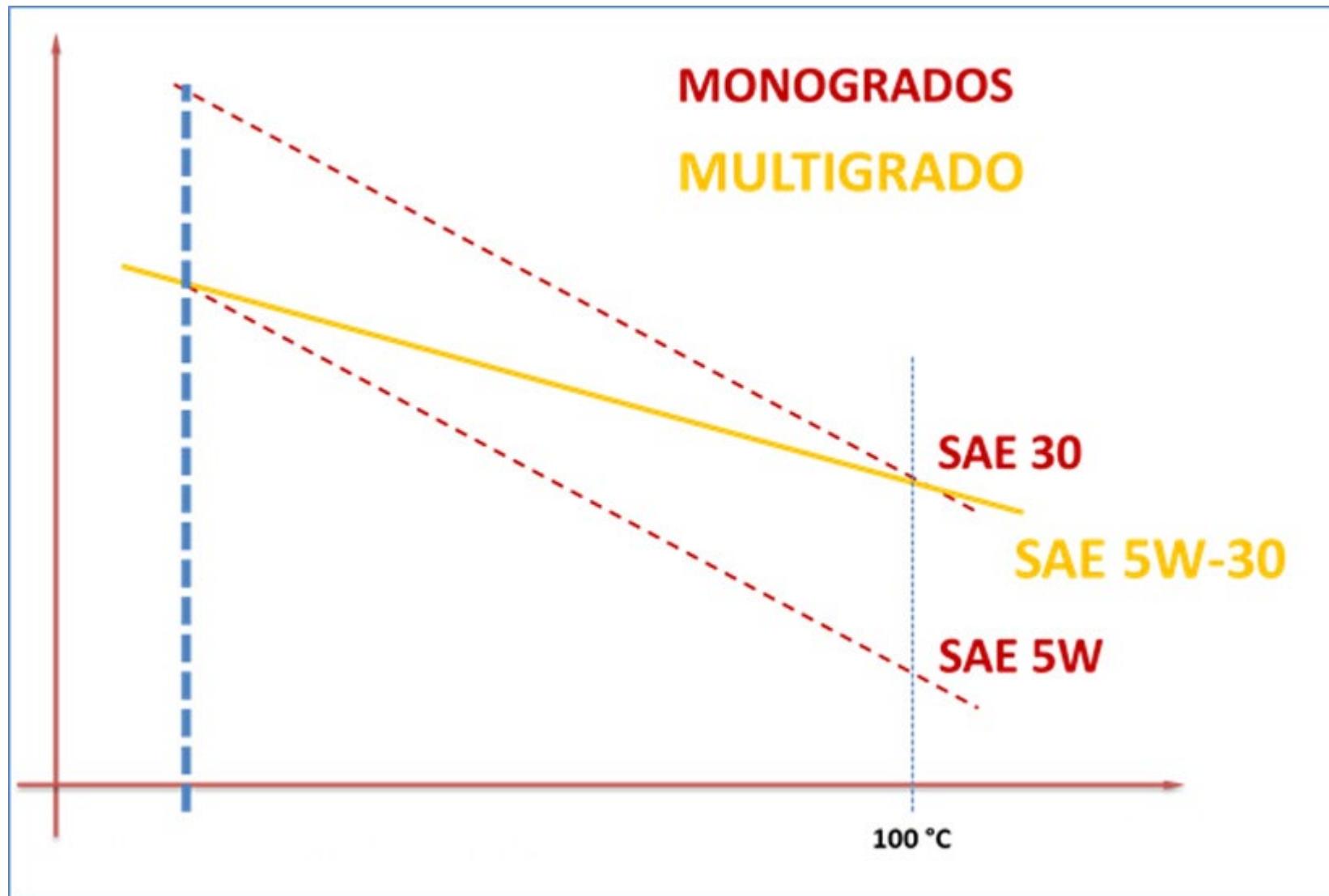
Un Aceite Multigrado puede ser hasta un 20% más viscoso que un Monogrado a la temperatura de anillos y camisa de 280°C – 350°C (540°F – 670°F).



### BENEFICIOS

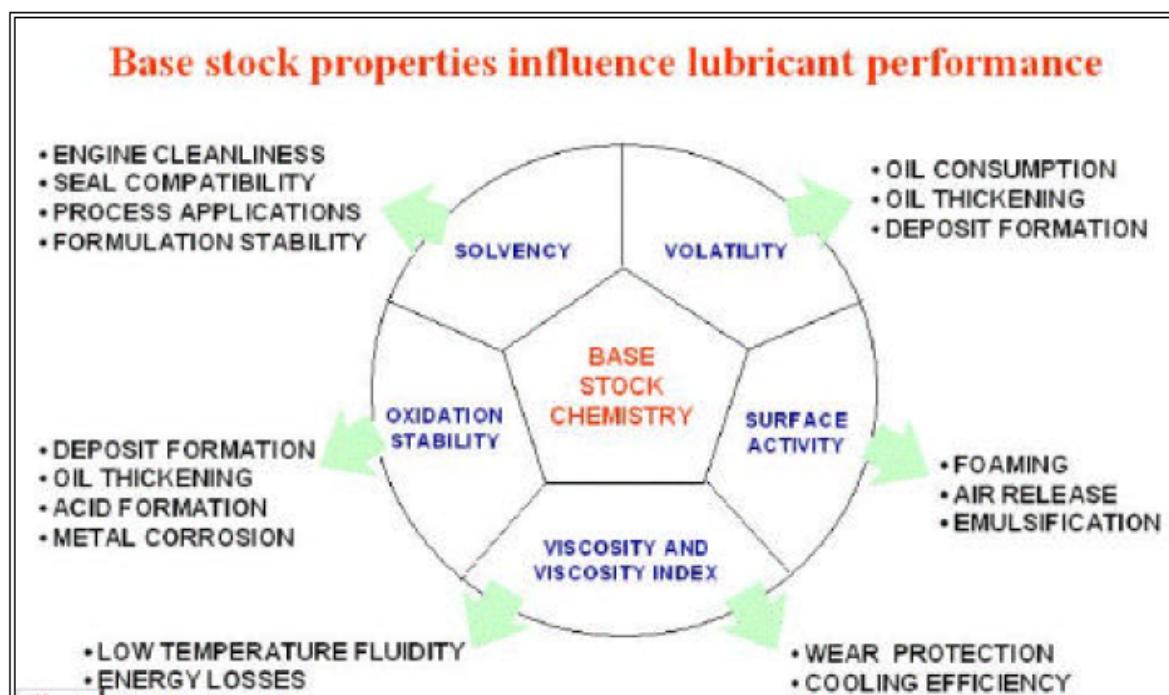
- Mayor protección
- Menor fricción en el arranque
- Mayor fluidez a baja temperatura
- Menor tiempo en iniciar la lubricación
- Menor consumo

## PROPIEDADES



## BASES LUBRICANTES:

- Constituyente principal de un lubricante (incluída las grasas).
- La proporción, sus propiedades y características impactan en la calidad del lubricante terminado.
- Constituyen del 80% al 99% del lubricante.



## CLASIFICACIÓN:

- Pueden ser:
  - **CONVENCIONALES**
  - **NO CONVENCIONALES**
  - **SINTETICAS**
- NEUTRAL OIL + número (viscosidad en segundos Saybolt a 40°C). Ej: 90N
- BRIGHT STOCKS: aceites obtenidos por desasfaltado, identificados con “Brt” y la viscosidad Saybolt a 100°C. Ej: 135Brt
- Clasificación API:
  - Contenido de azufre
  - Hidrocarburos saturados
  - Índice de viscosidad.

## Categorías de Aceite Básico API

	Categoría	Proceso	Azufre (%)		Moléculas Saturadas (%)	Índice de Viscosidad
Mineral	Grupo I	Refinado con Solventes	>0.03	y/o	<90	80 a 120
	Grupo II	Hidrotratado	<0.03	y	>90	80 a 120
	Grupo III	Hidrotratado	<0.03	y	>90	>120
Sintético	Grupo IV	PAO - Polialfaolefina				
	Grupo V	Todos los aceites básicos no incluidos en grupos I, II, III, o IV				

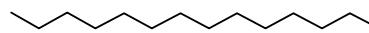
## Comparaciones de las propiedades de aceites básicos

Propiedad	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Oxidación y Estabilidad Térmico	Bueno	Mejorado	Mejor	Máximo
Volatilidad	Bueno	Bueno a muy Bueno	Mejor	Máximo
Solvencia	Muy bueno	Bueno a malo	Malo	Bueno
Uso en bajas temperaturas	Bueno	Bueno	Bueno a muy Bueno	Máximo
Eficiencia (lubricidad)	Bueno	Bueno	Mejor	Máximo
Rango de viscosidad posible (cSt)	10-1500	22-100	22-68	5-1000+

## BASES CONVENCIONALES

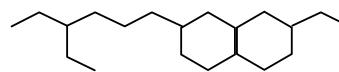
- Producto derivado del refino convencional.
- Mezcla de 3 tipos de hidrocarburos:

Parafínicos



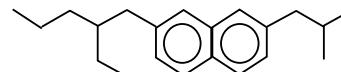
Alta resistencia a la oxidación  
Alto IV  
Muy Alto Punto de Escurrimiento

Nafténicos



Baja resistencia a la oxidación  
Medio IV  
Buen Punto de Escurrimiento

Aromáticos

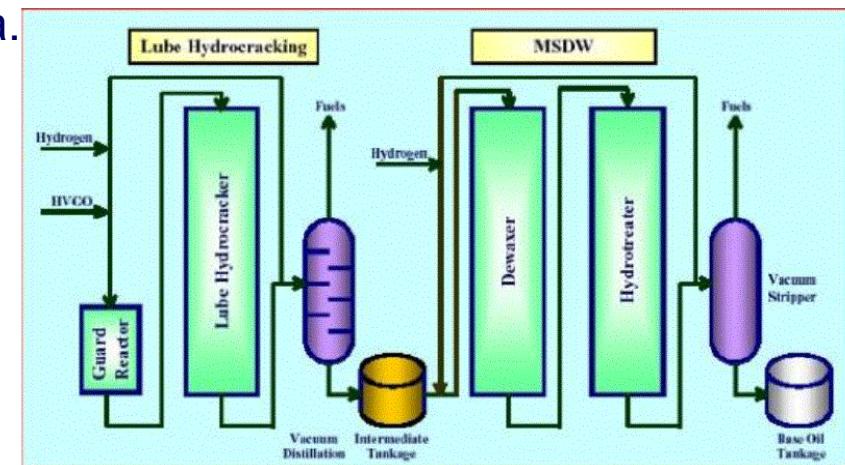


Mala resistencia a la oxidación  
Bajo IV  
Bajo Punto de Escurrimiento

- Cantidades variables de S, N2, O2 y trazas de metales en la forma de heterocompuestos.
  - Sulfuros: aportan inestabilidad a la base. Se deben extraer en un hidroproceso.
  - Tiofenos: Inhibidores naturales del proceso de oxidación del aceite.
- Compuestos de nitrógeno: debilidad a la degradación. Se deben remover.

## BASES NO CONVENCIONALES

- Se obtienen de forma “no convencional”, no son obtenidas por destilación directa.
- Estas bases se obtienen como subproducto de procesos de hidrogenación severa o hydrocracking.
- Se caracterizan por:
  - Alto índice de viscosidad (120-145).
  - Baja Volatilidad
  - Buena viscosidad a baja temperatura.
  - Alta estabilidad a la oxidación.
  - Bajo poder solvente



## ALGO DE HISTORIA

### BASES LUBRICANTES MINERALES

Desde tiempos prehistóricos se usó la grasa animal y ciertos aceites vegetales hasta mediados del siglo XIX (excepto la grasa de ballena, que actualmente sigue usándose).

En **1852** se obtuvieron las primeras bases a partir del petróleo (de menor calidad, que los aceites vegetales de esa época), llamadas: "Bases Lubricantes Minerales".

En **1923** la Society of Automotive Engineers (SAE) clasificó los aceites para motores por su viscosidad (light, medium and heavy). No contenían aditivos y se cambiaban cada 1.500 km.

**A partir de aquí se iniciaron procesos para mejorar su performance tales como:**

Tratamiento Ácido: Convierte en sludge productos indeseables (aromáticos) que son removidos. Alternativamente el Dióxido de Azufre (recicitable pero más tóxico).

Tratamiento de Contacto con Tierras: Adsorbe ciertos compuestos aromáticos y polares conteniendo Azufre y Nitrógeno.

En **1930** aparece la **refinación de bases lubricantes con solventes**, que perdura actualmente y da origen a las llamadas Bases Grupo I – Conventional Base Oil (COB) según la American Petroleum Institute (API).

## REFINACIÓN CON SOLVENTES

### ETAPA 1

#### *Remoción de aromáticos por extracción con solventes:*

*Los compuestos aromáticos otorgan buena solvencia para la disolución de los aditivos, pero son muy reactivos y su oxidación puede comenzar una cadena de reacción acortando la vida de lubricante.*

*Los compuestos aromáticos cambian fácilmente su viscosidad con el cambio de temperatura. “Tienen un bajo Índice de Viscosidad.”*

*Los solventes pueden ser: Furfural (Aldehído Fumárico), n-metilpirrolidina (NMP), fenol.*

*Se remueven entre un 50-80 % de impurezas (compuestos aromáticos, polares, azufre y nitrógeno). El producto obtenido se lo llama “refinado”.*

### ETAPA 2

#### *Remoción de Parafinas por enfriamiento y precipitación con solventes:*

*La desparafinación del “refinado” con mezcla bisolvente remueve parafinas del aceite para que pueda ser usado a bajas temperaturas.*

*Los solventes pueden ser mezclas de Metil Etil Cetona/Tolueno, Metil Etil Cetona/Metil Isobutil Cetona ó Propano.*

*La mezcla aceite/solvente se enfrián a temperaturas entre –10°C y –20°C y se remueven las parafinas por filtración.*

## REFINACIÓN CON SOLVENTES E HIDROGENACIÓN

### ETAPA 3

#### *Hidroterminado de aceites y parafinas*

*En 1960 fue introducido el proceso de HYDROTREATING (Hidrotratamiento) como culminación de las etapas del proceso convencional de producción de bases Grupo I para enaltecer sus propiedades.*

*Este proceso adiciona Hidrógeno a presión moderada y elevadas temperatura a la base lubricante en presencia de un catalizador.*

*Estabiliza los compuestos más reactivos de la bases lubricante, mejora el color y la estabilidad a la oxidación (prolonga su vida), remueve ciertas moléculas que contienen Azufre y Nitrógeno.*

*No es suficientemente severo como para remover gran cantidad de compuestos aromáticos.*

## TRATAMIENTO BASES LUBRICANTES

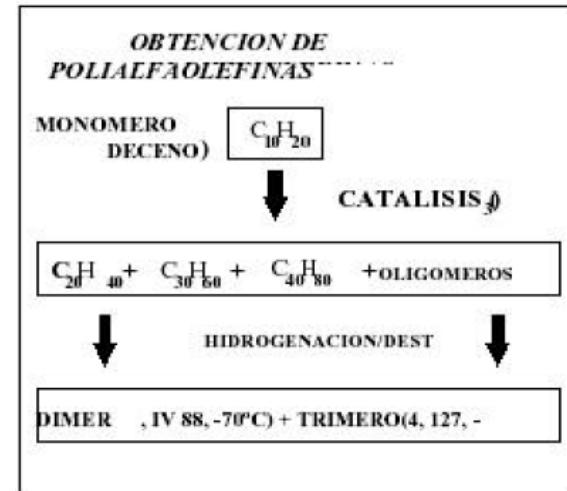
Tratamiento	Propiedad	Efecto
Desaromatizado	IV	Sube
Desparafinado	Pto. Escurrimiento	Baja
Hidrogenación	IV	Sube
	Color	Baja

## BASES SINTETICAS

Lubricantes “Taylor made”

Pueden clasificarse en 3 grupos:

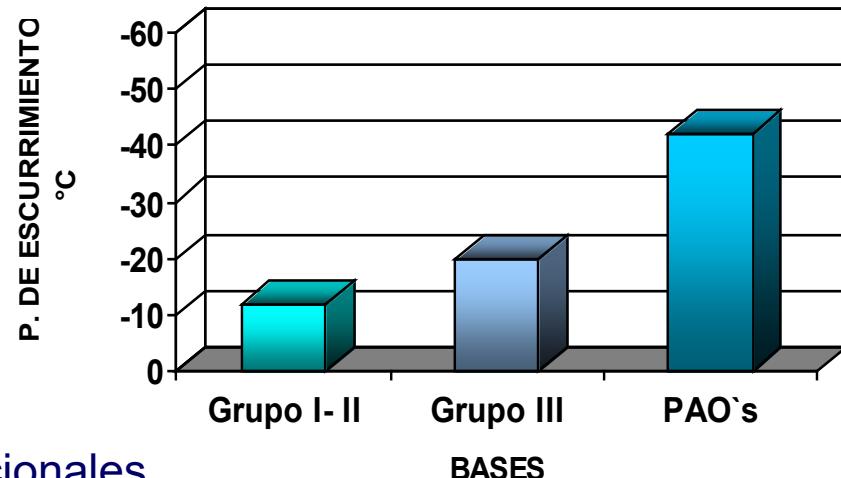
- **Hidrocarburos sintéticos:**
  - Aromaticos alkylados (alkil, dialkybenceno).
  - Oligómeros de olefinas (PAO, PIO): polímero de deceno derivado del etileno, C10H20.
  - Polibutenos (PIB).
  - Polialquilenglicos.
- **Ésteres orgánicos:** esteres diácidos, de poliol, de pentaeritritol, esteres poliméricos, esteres tribásicos.
- **Otros:** hidrocarburos halogenados, esteres fosfóricos, poliglicoles, siliconas



## BASES SINTETICAS

### Propiedades:

- Aplicación en un amplio rango de temperaturas de operación.
- Alto IV.
- Baja volatilidad.
- Alta estabilidad térmica.
- Alta estabilidad a la oxidación.
- Alta estabilidad hidrolítica.
- Baja corrosividad.
- Compatibilidad con las bases convencionales.
- Compatibilidad con materiales elastoméricos.
- Mantiene el motor más limpio.
- Reduce el desgaste.
- Reduce el consumo de aceite y de combustible.
- Extiende los períodos de cambio.



## Cual es el Tipo de Aceite

**El aceite mineral** se obtiene directamente desde un proceso de destilación y refinación del petróleo, al que se le añaden aditivos. **El sintético** está desarrollado a partir de procesos químicos en laboratorios (Formulación) y el semisintético es una mezcla entre ambos. No necesariamente significa un 50-50, ya que su proporción puede variar.

**Aceite Mineral** basado en un proceso de refinado más antiguo: la refinación del petróleo. Fue muy útil hace algunas décadas, pero los motores modernos de hoy requieren mayor fluidez y rendimiento. Es más denso, tiene un grado de fluidez mucho más alto (es más "espeso"). Las viscosidades de estos aceites son mucho más altas (20W-50 ejemplo) y tienen un rendimiento no mayor que 12,000 Km. Su mayor ventaja: el costo. Son mucho más económicos, sin embargo, usarlo en un motor moderno podría traer mayores gastos a largo plazo.

**SEMI SINTETICO** Mucho mejor que un mineral en cuanto a protección y lubricación y a un costo casi equivalente a éste. Estos aceites mezclan aceite mineral con aceite sintético, predominando el mineral, pero con los beneficios y cualidades que ofrece el sintético en un porcentaje un poco más alto. Aunque es una mejor opción que un mineral, no llega a desplegar todas las propiedades de un 100% sintético y por ello es ya poco usado en el mercado.

**SINTETICO** basado en el hidrocraqueo, y su elevado contenido de aditivos le otorgan propiedades de lubricación, estabilidad térmica y limpieza que otros no alcanzan. Hoy en día son aceites que incluso llegan a ser los únicos que cumplen con las especificaciones de algunos fabricantes. No tiene desventajas ya que todas sus propiedades benefician nuestro motor. Quizá podríamos considerar simplemente el costo, que está sólo un poco por encima de los aceites semisintéticos y los minerales.

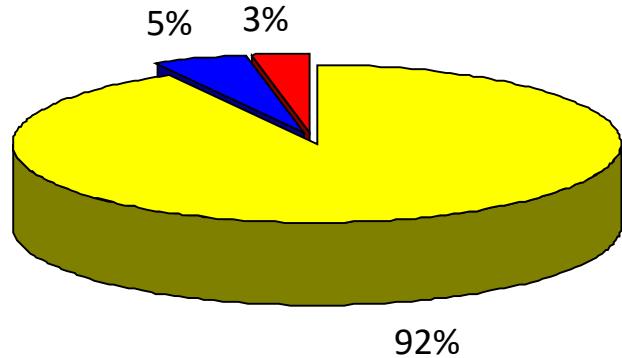
## Cual es el Tipo de Aceite

### ***Características del Sintético:***

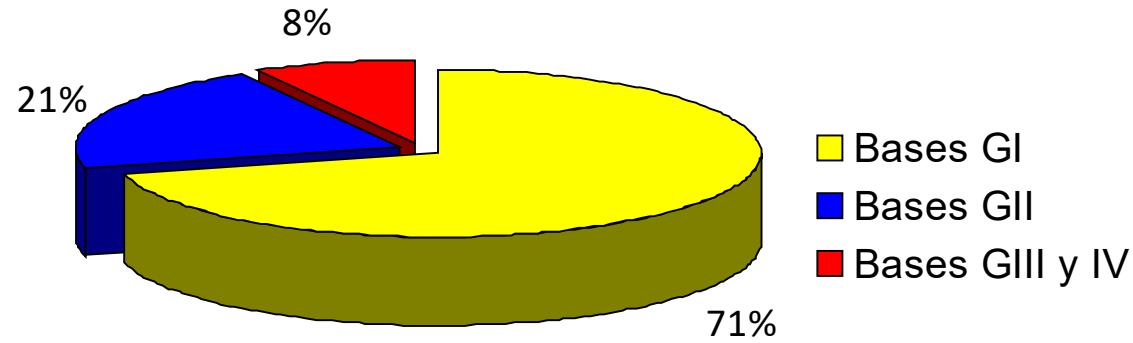
- Resistencia a la temperatura.*** Funciona mejor en climas extremos y alcanza más rápido la temperatura óptima de funcionamiento.
- Limpieza.*** Dejan menos sedimentos dentro del motor. Cumple una función detergente al arrastrar partículas de la combustión y del desgaste para evitar que se acumulen en algunas zonas del motor.
- Fluidez.*** Es mejor que en los semisintéticos especialmente durante el arranque en frío. Esto minimiza el desgaste al momento de la puesta en marcha.
- Protección.*** Mantiene intacta la película de lubricación entre las piezas con alta presión de contacto. Las preserva del desgaste incluso en condiciones severas.
- Resistencia a los fenómenos de oxidación.*** Son los que pueden alterar las propiedades del aceite, disminuyendo su efectividad. También tiene capacidad de neutralizar los ácidos generados por la combustión, evitando así la corrosión del motor.

## MERCADO MUNDIAL DE BASES

Año 2000



Año 2015

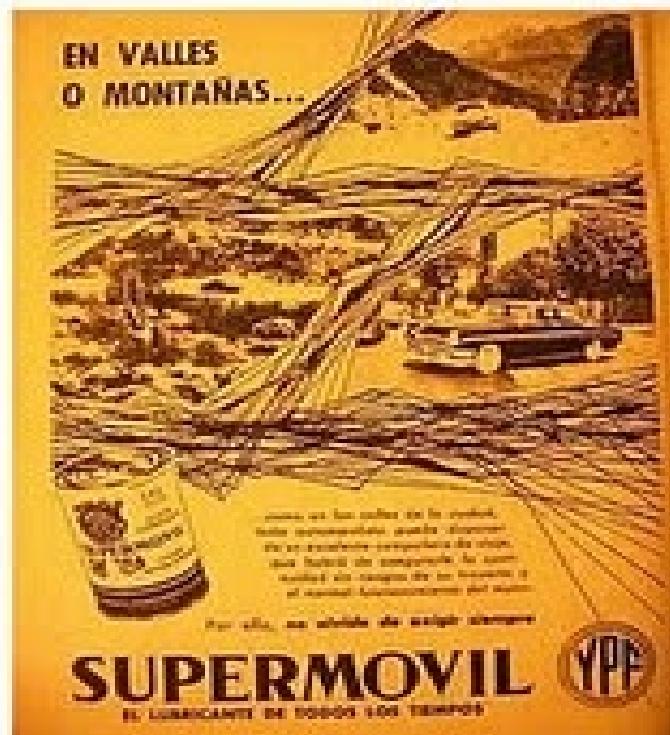
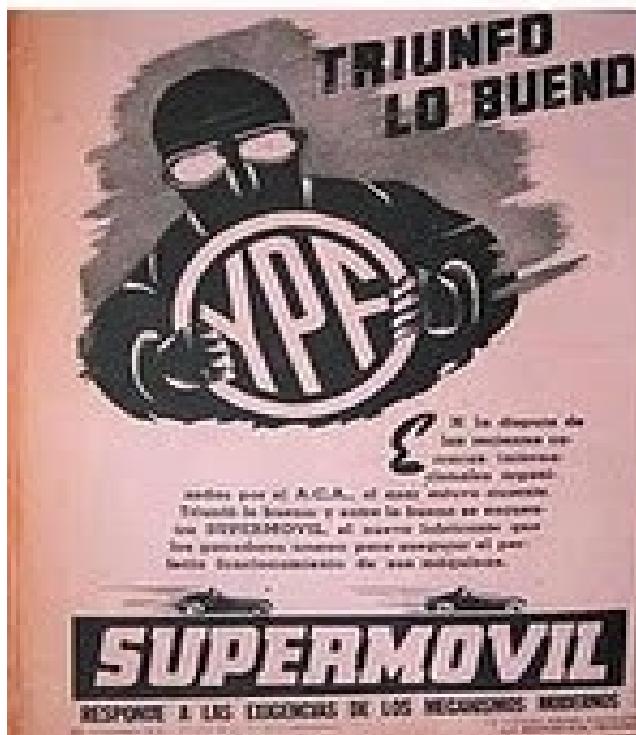


- Bases GI
- Bases GII
- Bases GIII y IV

YPF produce bases lubricantes Grupo I

Desde 2004 produce una pequeña cantidad de Grupo II (0,3% aprox)

## ALGO DE HISTORIA



## MERCADO DE LUBRICANTES

### ACEITE BASE + ADITIVO

#### Automotriz

3 a 25% de aditivos



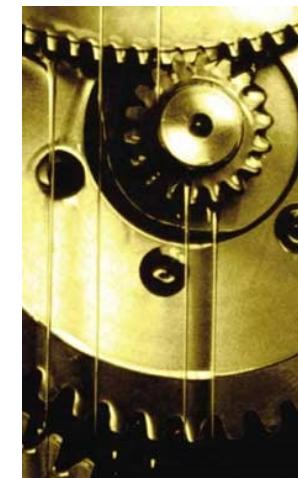
#### Industrial

0,3 a 5% de aditivos

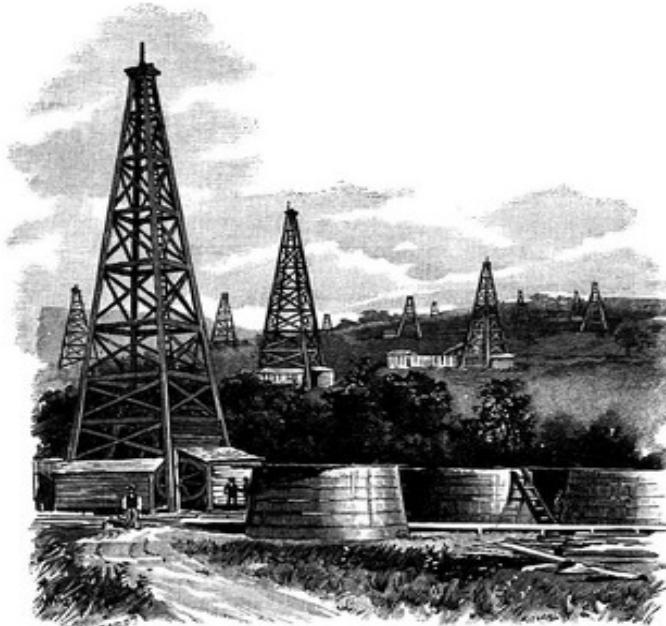


- MOTORES 4 TIEMPOS  
MONOGRADO  
MULTIGRADO
- MOTORES 2 TIEMPOS  
MINERAL  
BIODEGRADABLE

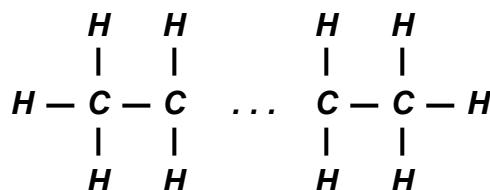
- HIDRÁULICO
- TURBINA
- ENGRANAJES
- MAQUINADOS
- TRANSFORMADOR
- TÉRMICOS



## CRUDOS PARA LUBRICANTES



**EL CRUDO DEBE SER DE  
CARÁCTER PARAFÍNICO**



**Para la producción de lubricantes  
en Argentina se utiliza sólo:**

**CRUDO NRN (Neuquén – Río Negro)**

**Densidad = 0,84 a 0,855 gr/cm<sup>3</sup>**

**Grado API = 34 a 37**

**Azufre = < 0,5 %**

**Agua = < 2 %**

**Factor K<sub>UOP</sub> = 13 (parafínico)**



## UNIDADES DEL COMPLEJO LUBRICANTES

LAS BASES LUBRICANTES PRODUCIDAS EN LA UNIDAD DE VACÍO POSEEN COMPUESTOS INDESEABLES PARA LA PRODUCCIÓN DE ACEITES



NAFTÉNICOS

ASFALTENOS

AROMÁTICOS

NITROGENADOS

PARAFÍNICOS

AZUFRADOS

## UNIDADES DEL COMPLEJO LUBRICANTES

ASFALTENOS

NAFTÉNICOS

AROMÁTICOS

PARAFÍNICOS

NITROGENADOS

AZUFRADOS

*Se remueven por extracción líquido-líquido en la unidad de **PDA** en contacto con Propano como solvente*

*Se remueven por extracción líquido-líquido en la unidad de **FURFURAL** en contacto con Furfural como solvente*

*Se retienen por filtración con solventes MEK y Tolueno en la unidad de **MEK***

*Se eliminan por tratamiento con  $H_2$  a alta presión y temperatura en un lecho catalítico de composición Níquel-Molibdeno en las unidades de **HTA** y **HTP***

## UNIDADES DEL COMPLEJO LUBRICANTES

### ¿POR QUÉ ELIMINARLOS?

ASFALTENOS

*Poseen muy alta viscosidad y color. Coquizan y obstruyen conductos de lubricación de los motores*

NAFTÉNICOS

*Forman ácidos que atacan los metales de los motores. Disminuyen el IV del aceite por alta variación con la T°*

AROMÁTICOS

*Son compuestos que afectan sobre el punto de escorrimiento de los aceites*

PARAFÍNICOS

*Afectan al color de los productos*

NITROGENADOS

*Al combinarse con temperatura forman gomas y/o lacas que se depositan en los conductos de lubricación*

AZUFRADOS

## FUTURO DE LOS LUBRICANTES

### TENDENCIAS

**Más Alta Pureza = Homogeneidad Molecular**

**Mayor Exigencia de Flujo en Frío (Automoción – Industriales)**

**Más Altos IV** → **Nuevos Diseños y Materiales (Cerámicos Aleaciones, etc)**

**Menor Volatilidad = Menor Consumo**

**Menos Emisiones** → **Mayor Biodegradabilidad** → **Menor Impacto Ambiental**

**Disminución del Período de Cambio** → **ÚNICO LLENADO (Automoción)**

**Mayor Estabilidad a la Oxidación** → **Más Larga Vida**

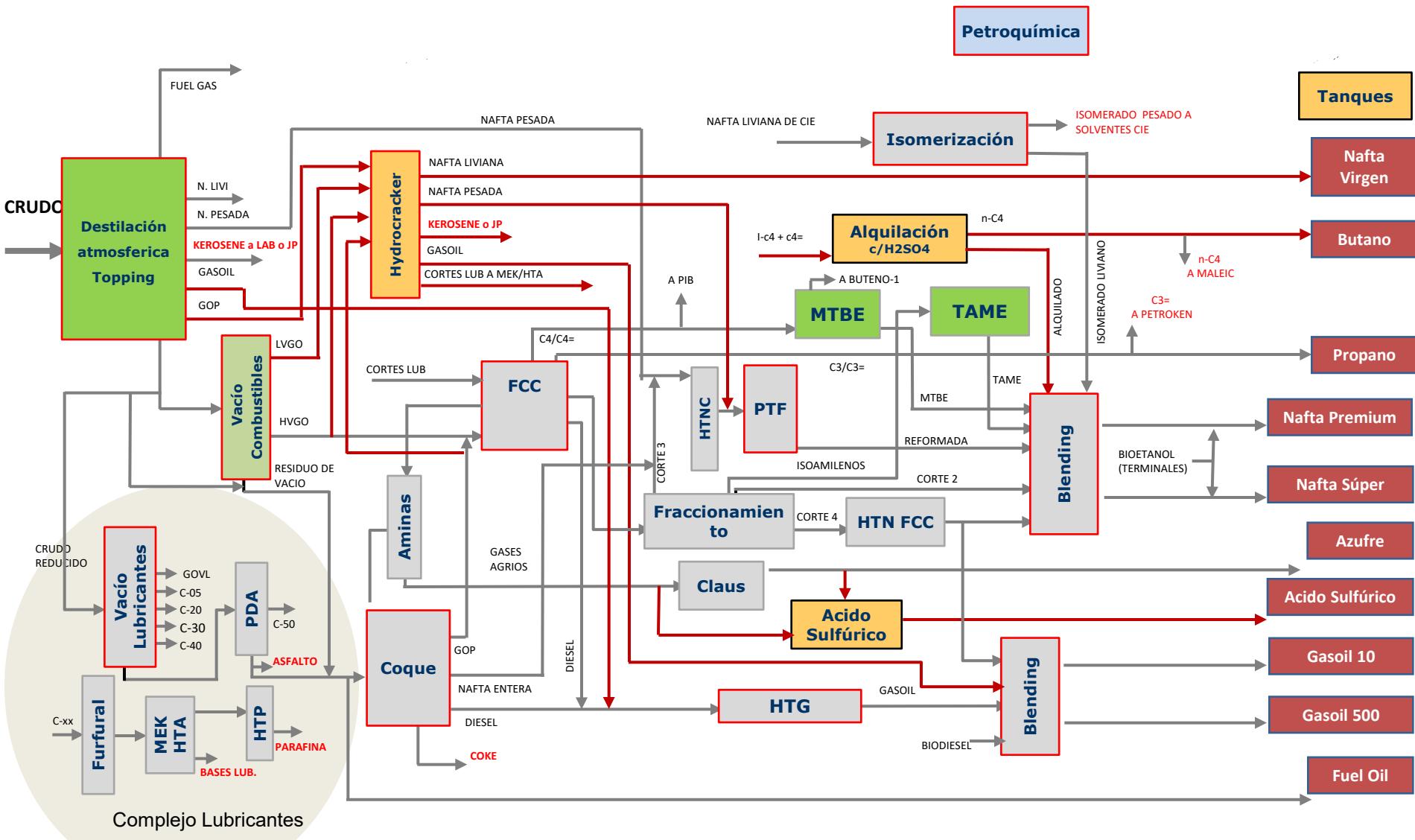
**Superior Performance en la Lubricación** → **Nuevos Diseños**

**Menor Coste** → **Competitividad Vs PAO's y Sintéticos**

## COMPLEJO LUBRICANTES



## Industrialización de Hidrocarburos - LUBRICANTES



## COMPLEJO LUBRICANTES



**Unidad de Topping**

**Unidad de Vacío**

**Unidad de  
Desasfaltado**

## COMPLEJO LUBRICANTES



**Unidad de Topping**

**Unidad de Vacío**

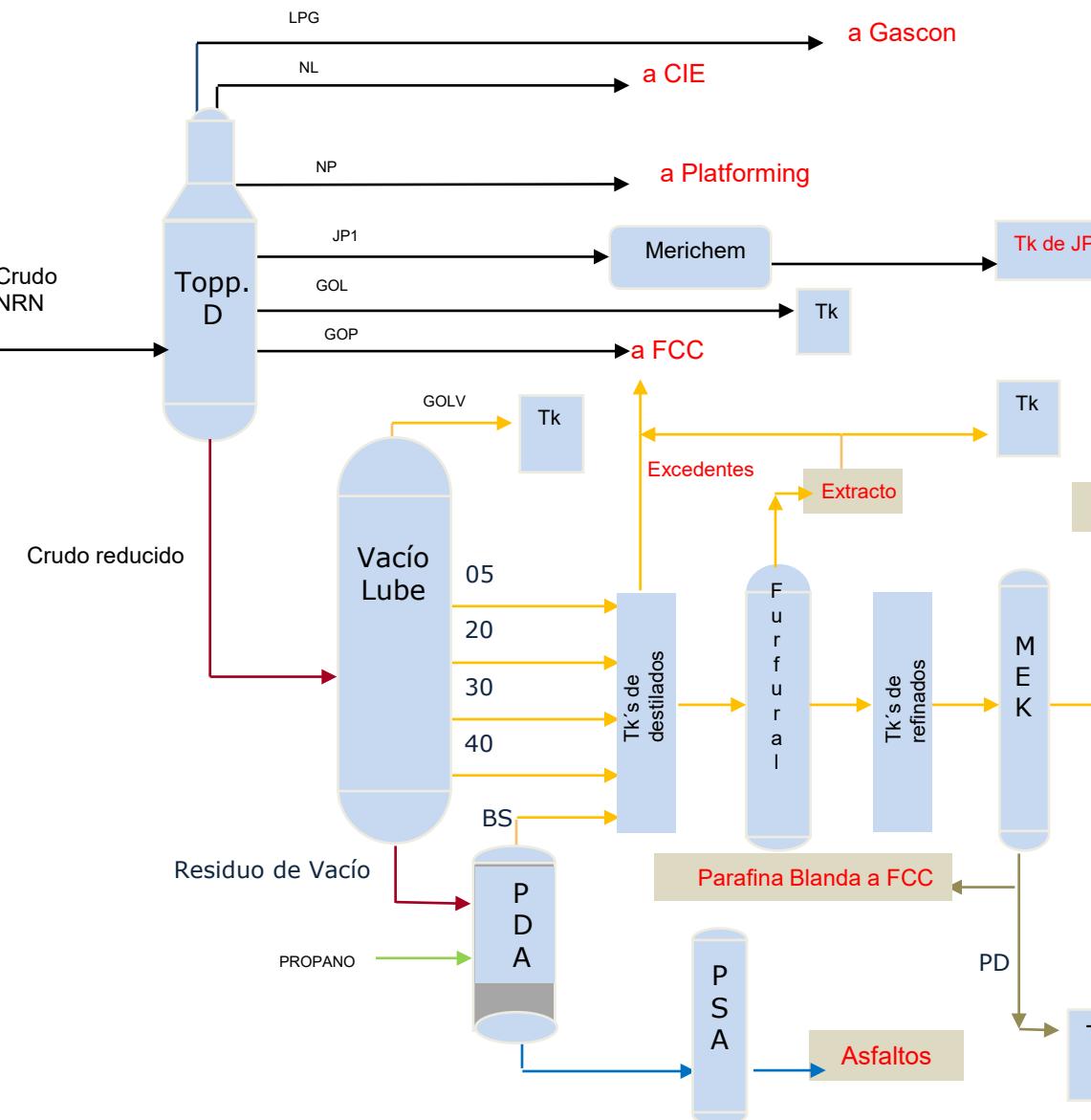
**Unidad de Desasfaltado**

## COMPLEJO LUBRICANTES



**Despacho de aceites y parafinas**

# Complejo Lubricantes



## Desasfaltado P.D.A.

Separación de resinas asfálticas y otros componentes perjudiciales que afectan las propiedades de los aceites. Para lograr la separación se mezcla el producto de fondo de la torre de vacío con propano líquido, el cual provoca la separación del asfalto. Posteriormente se separa el propano del aceite y del asfalto, calentando cada mezcla separadamente y destilándolas en los sistemas recuperadores correspondientes.

## Extracción con Furfural

Elimina compuestos aromáticos indeseables de los diferentes destilados base, los que darían origen a resinas y lacas cuando el lubricante es sometido a condiciones severas de trabajo en los motores.

Al mismo tiempo este tratamiento sirve para obtener lubricantes de mayor índice de viscosidad.

## Desparafinado con M.E.K.

Elimina las parafinas de los cortes bases refinados de la Unidad de Furfural por medio de solventes especiales y bajas temperaturas. Las parafinas deben eliminarse de los aceites con el objeto de que éstos se mantengan fluidos cuando trabajan a muy bajas temperaturas.

## Hidrotratamiento de aceites: HTA

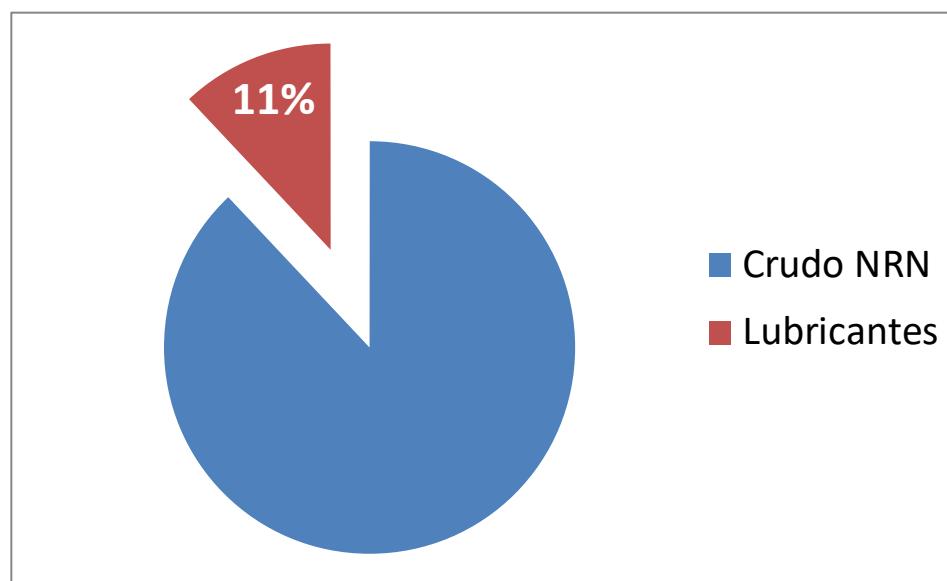
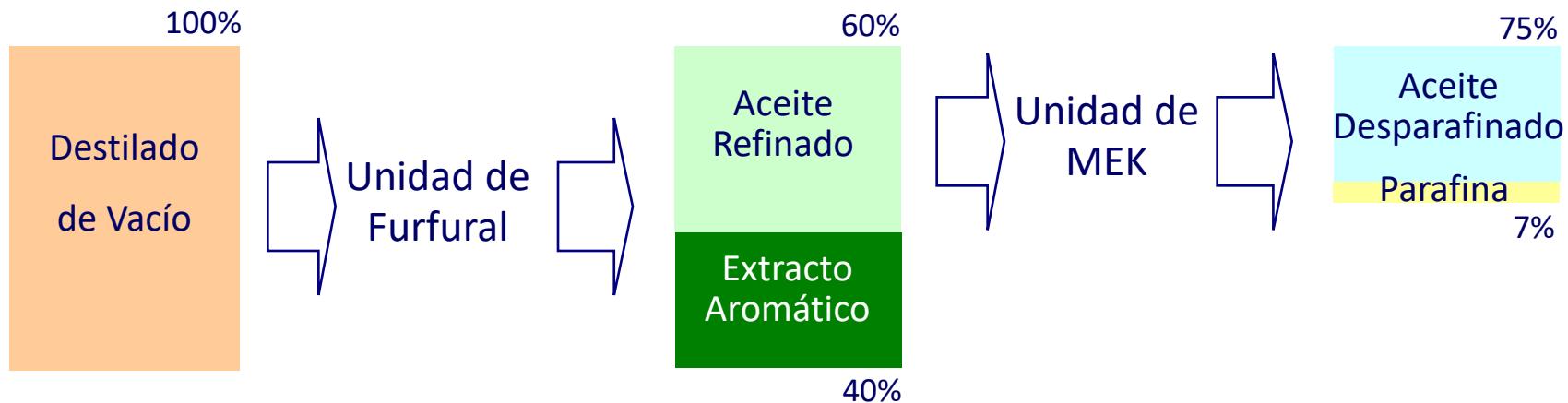
Este es el último proceso de la refinación de los aceites bases, por lo que también se lo llama "Hidroterminado".

Dado que los aceites ya han sido parcialmente purificados mediante la extracción con solventes, el principal objeto de esta unidad es la eliminación del azufre y el mejoramiento de la estabilidad y la resistencia a la oxidación.

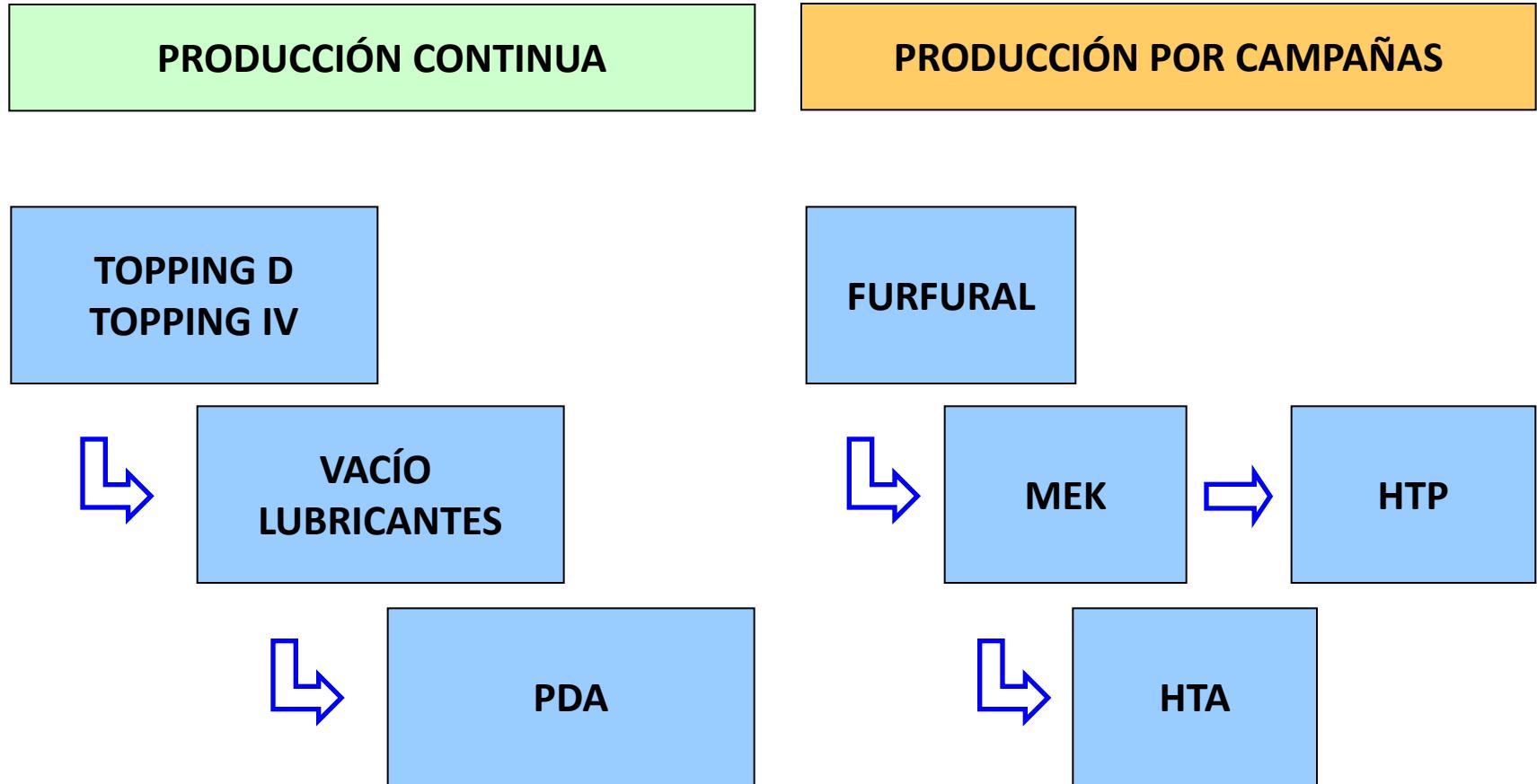
PRODUCTO	USOS
Bases Lubricantes	Industria automotriz – Máquinas industriales
Parafinas Duras	Industria alimenticia – Industria cosmética
Parafinas Duras micro cristalinas	Envoltorios industria alimenticia
Parafina Blanda de Corte 40	Emulsiones para industria maderera, cuero, pinturas, construcción, etc.
Neutral Oíl 500 Grupo II (Corte 40)	Grandes motores – Compresores de gas
Neutral Oíl 700 (Corte 45)	Lubricación de Turbocompresores.
Aceites blancos	Lubricación maquinaria industrias alimenticia y farmacéutica.
Extracto aromático 1AA	Industria del caucho para neumáticos

## UNIDADES DEL COMPLEJO LUBRICANTES

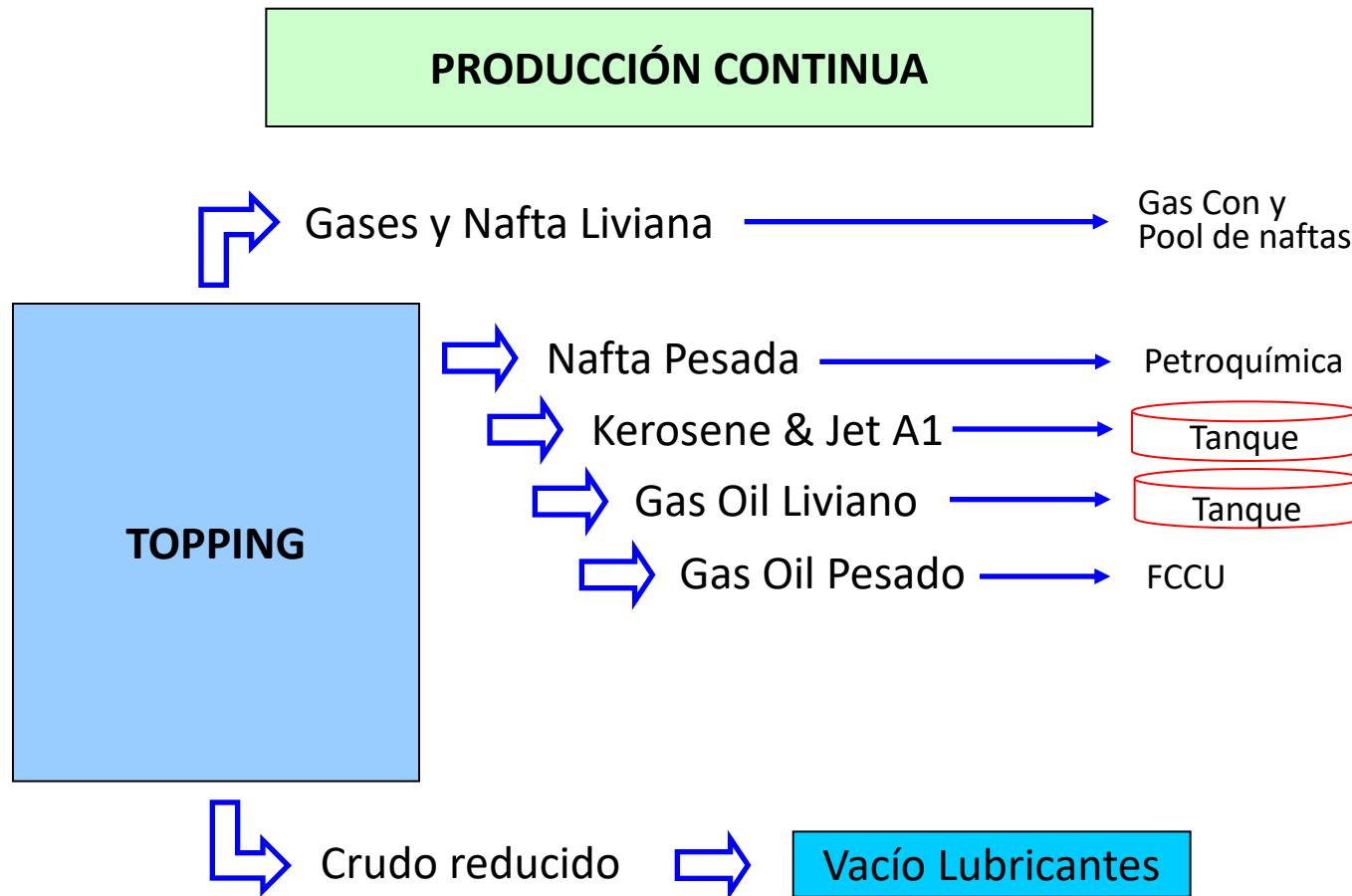
## RENDIMIENTOS



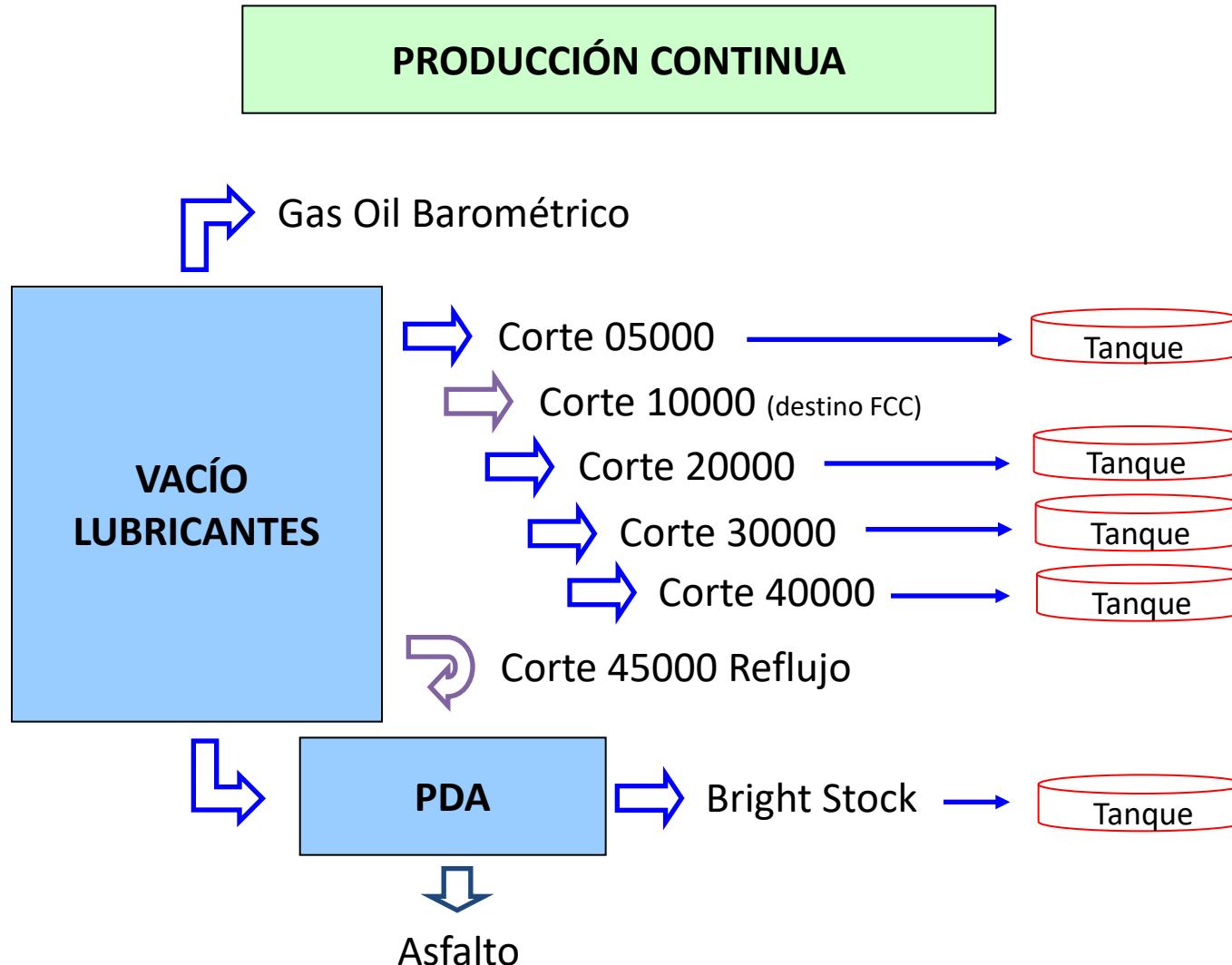
## UNIDADES DEL COMPLEJO LUBRICANTES



## UNIDADES DEL COMPLEJO LUBRICANTES



## UNIDADES DEL COMPLEJO LUBRICANTES



## UNIDADES DEL COMPLEJO LUBRICANTES

### VACÍO LUBRICANTES

#### OBJETIVO:

Destilación del residuo atmosférico a presión de vacío para la obtención de bases lubricantes de distinto rango de viscosidad

## VISCOSIDAD + Pto INFLAMACIÓN

---

Son las propiedades más importantes que manipula el Vacío Lubricantes

## UNIDADES DEL COMPLEJO LUBRICANTES

### VACÍO LUBRICANTES

OBJETIVO:

Comparar Vacio Lubricantes y Vacio B:

## UNIDADES DEL COMPLEJO LUBRICANTES

### PDA

#### OBJETIVO:

Desasfaltado del residuo de Vacío Lubricantes para la obtención de bases parafínicas de alto peso molecular

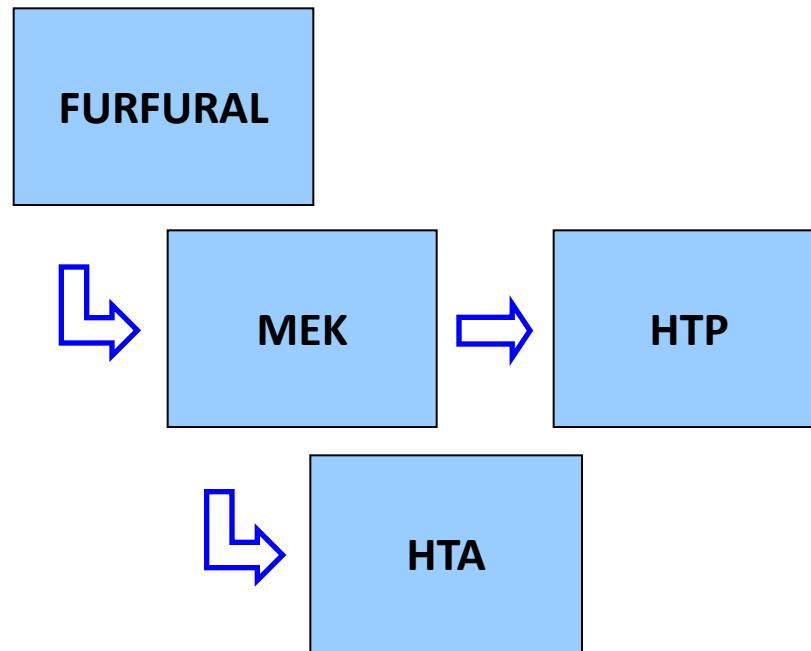
## VISCOSIDAD y CONTENIDO DE ASFALTENOS

---

**Son las propiedades que se buscan en la unidad de PDA**

## UNIDADES DEL COMPLEJO LUBRICANTES

### PRODUCCIÓN POR CAMPAÑAS



## UNIDADES DEL COMPLEJO LUBRICANTES

### FURFURAL

#### OBJETIVO:

Separar los compuestos nafténicos y aromáticos de los aceites destilados de Vacío Lubricantes

## ÍNDICE DE VISCOSIDAD

---

Es la propiedad fundamental que se mejora en la unidad de FURFURAL

## UNIDADES DEL COMPLEJO LUBRICANTES

MEK

### OBJETIVO:

Separar los compuestos parafínicos de cierto punto de escurrimiento, obteniendo como subproducto **parafinas de bajo contenido de aceite**

## PUNTO DE ESCURRIMIENTO

---

Es la propiedad fundamental que se mejora en la unidad de MEK

## UNIDADES DEL COMPLEJO LUBRICANTES

### HIDROTRATAMIENTOS

#### OBJETIVO:

Mejorar las propiedades del aceite, saturando impurezas y mejorando color y estabilidad a la oxidación fundamentalmente

## AZUFRE, NITRÓGENO y OXÍGENO

---

Son los compuestos que se remueven principalmente en la Unidad de HTA

Se genera la ruptura de los enlaces C-S, C-N y C-O

Obteniendo SH<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> y H<sub>2</sub>O

## Unidades de Refinación: operatoria compleja

### **PDA:**

Procesa una única carga (Fondo Vacío) produciendo Bright Stock, y muy eventualmente, Cilindro Stock.

El resto de las Unidades procesa entre 5 y 8 tipos diferentes de modalidades:

### **FURFURAL:**

Corte 05 – 20 – 30 – 40 – 50

### **MEK-HTA:**

Refinados de Furfural: Corte 05(Prod.Transf. ó Agro) – 20 – 30 – 40 – 50 – 60 (No pasa por HTA).

### **HTP:**

Parafinas de MEK: Corte 05 – 20 – 30 – 40 – 50 – SW – PB – Aceite Grupo II

Se puede mencionar por ejemplo que mientras una Unidad procesa un corte, otra puede estar procesando otro.

## Unidades de Refinación: operatoria compleja

Distribución típica de procesamiento mensual en **Furfural**:

Corte 05: 3 días (en 2 veces)  
Corte 20: 8 a 9 días (en 4 a 5 veces)  
Corte 30: 4 días (en 2 veces)  
Corte 40: 10 a 11 días (en 4 veces)  
Corte 50: 5 días (en 2 veces)

Es decir que la Unidad cambia sus condiciones operativas: 14 veces por mes

Distribución típica de procesamiento mensual en **MEK-HTA**:

Corte 05: 3 días (en 2 veces una de las cuales es para Transformador)  
Corte 20: 8 a 9 días (en 4 a 5 veces)  
Corte 30: 2 a 3 días (en 2 veces)  
Corte 40: 10 a 11 días (en 4 a 5 veces)  
Corte 50: 7 días (en 2 veces)

Es decir que la Unidad cambia sus condiciones operativas: 14 veces por mes

## UNIDAD DE PDA



## Unidad de PDA

### Objetivo:

Eliminar resinas y asfaltenos del Fondo de Vacío, por medio de extracción en fase líquida con Propano, obteniendo Bright Stock ó Cilindro Stock, según las Torres extractoras operen en paralelo ó en serie respectivamente.

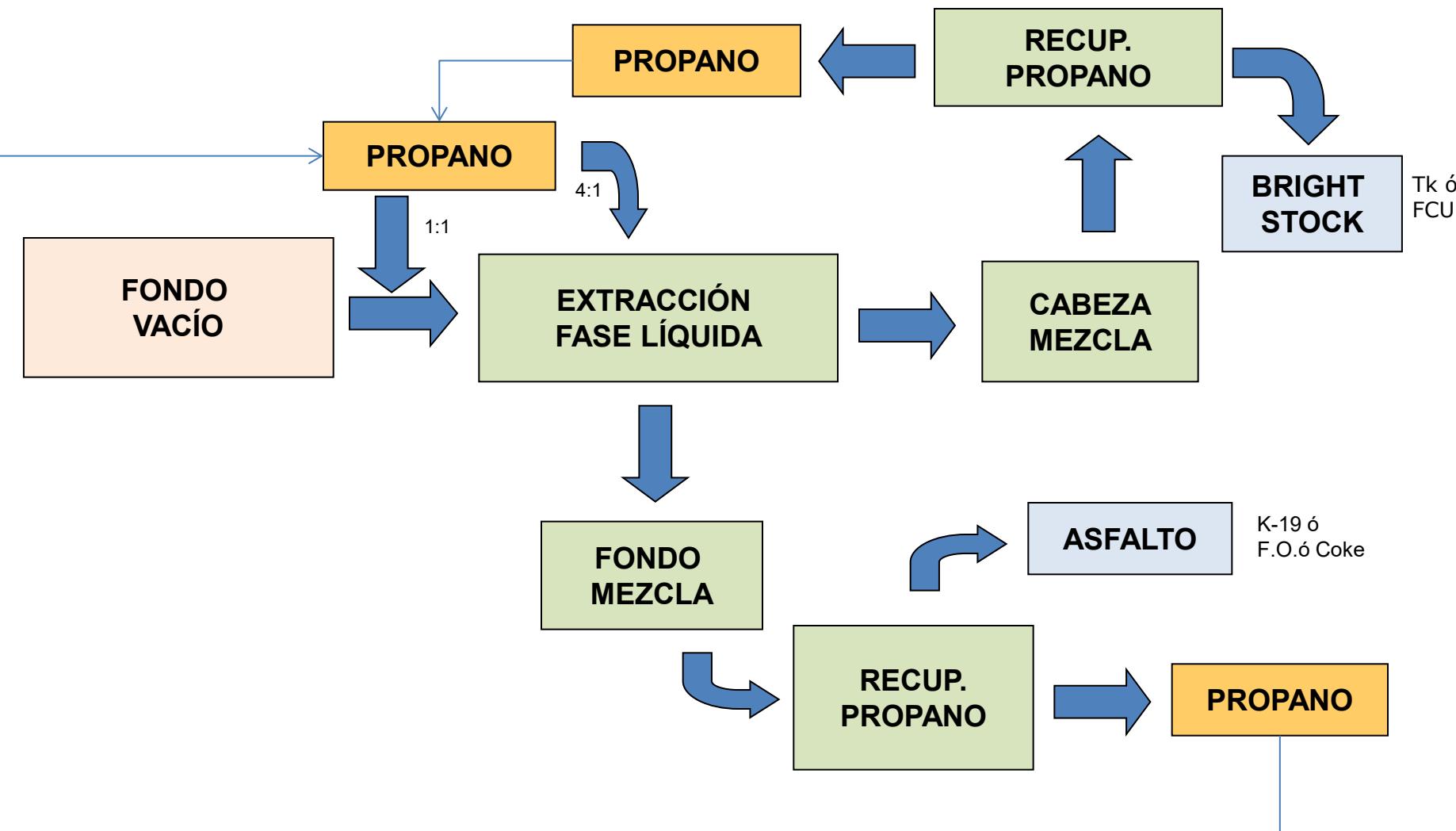
### Descripción General:

Para llevar a cabo la eliminación de los asfaltenos y resinas, es necesario efectuar una dilución con propano y luego efectuar la extracción.

Para ello la Unidad cuenta con 2 Extractoras y dos sistemas de recuperación de propano, uno para la corriente de Bright Stock y otro para recuperarlo del asfalto, el que cuenta con un Horno (BA-201).

En este caso, el Extracto (que se extrae por cabeza) es el DAO (Deasphaltered oil) y por el fondo se extrae el Refinado que es el Asfalto

Para algunas fases del calentamiento, se emplea un circuito de Gasoil calentado con un Horno (BA-202)

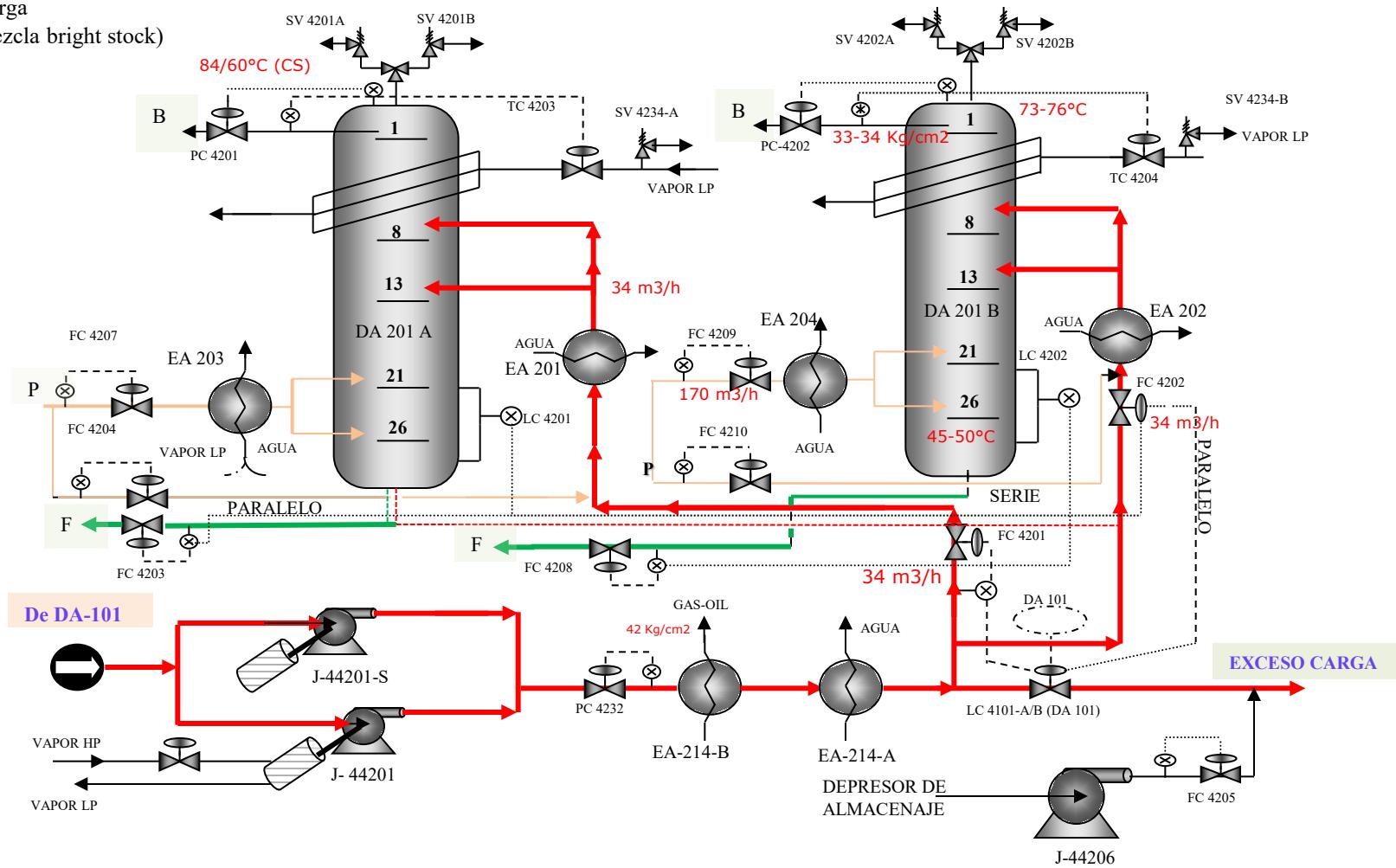


# Carga a Extractoras

F: Fondo (mezcla asfalto)

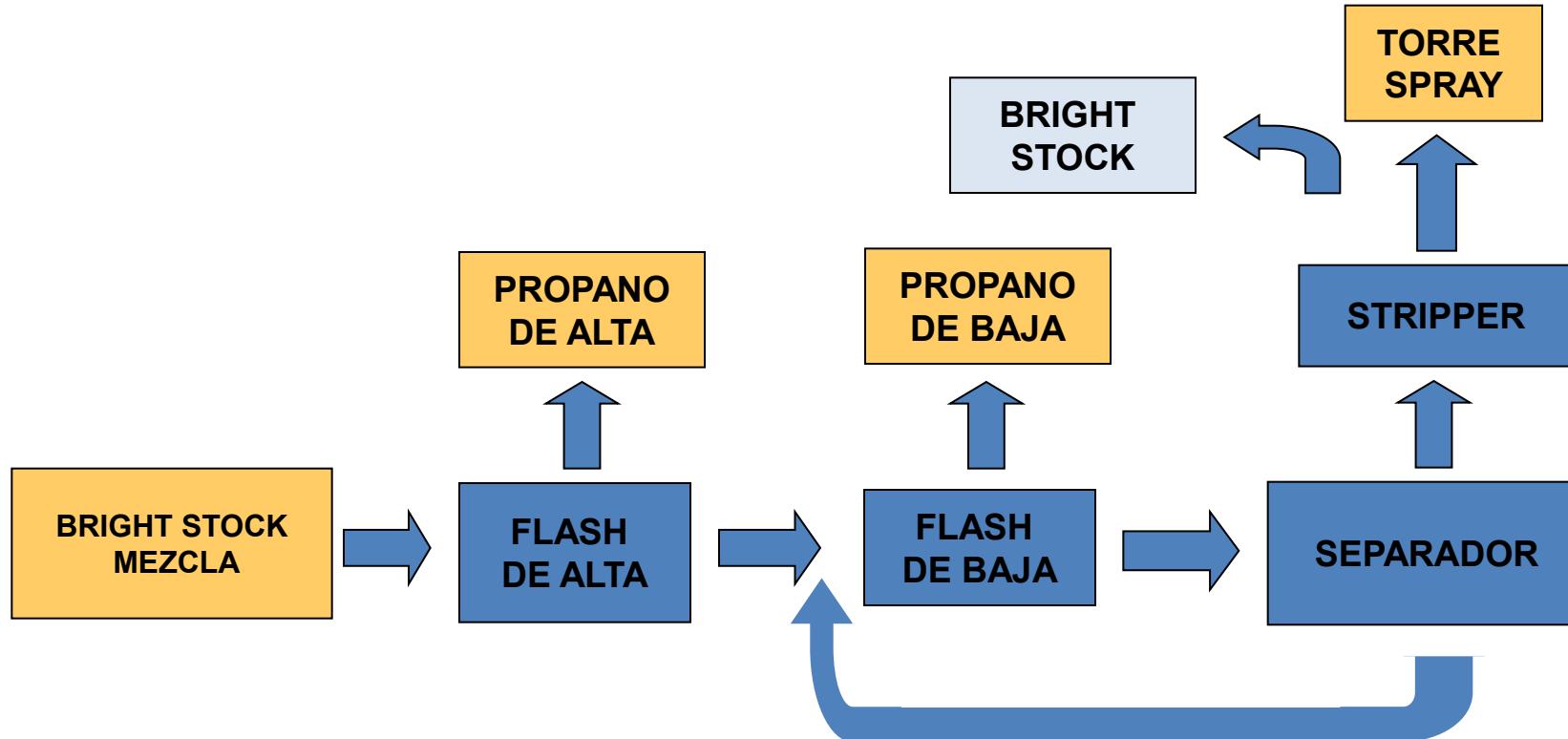
P: propano carga

### B: Cabeza (mezcla bright stock)

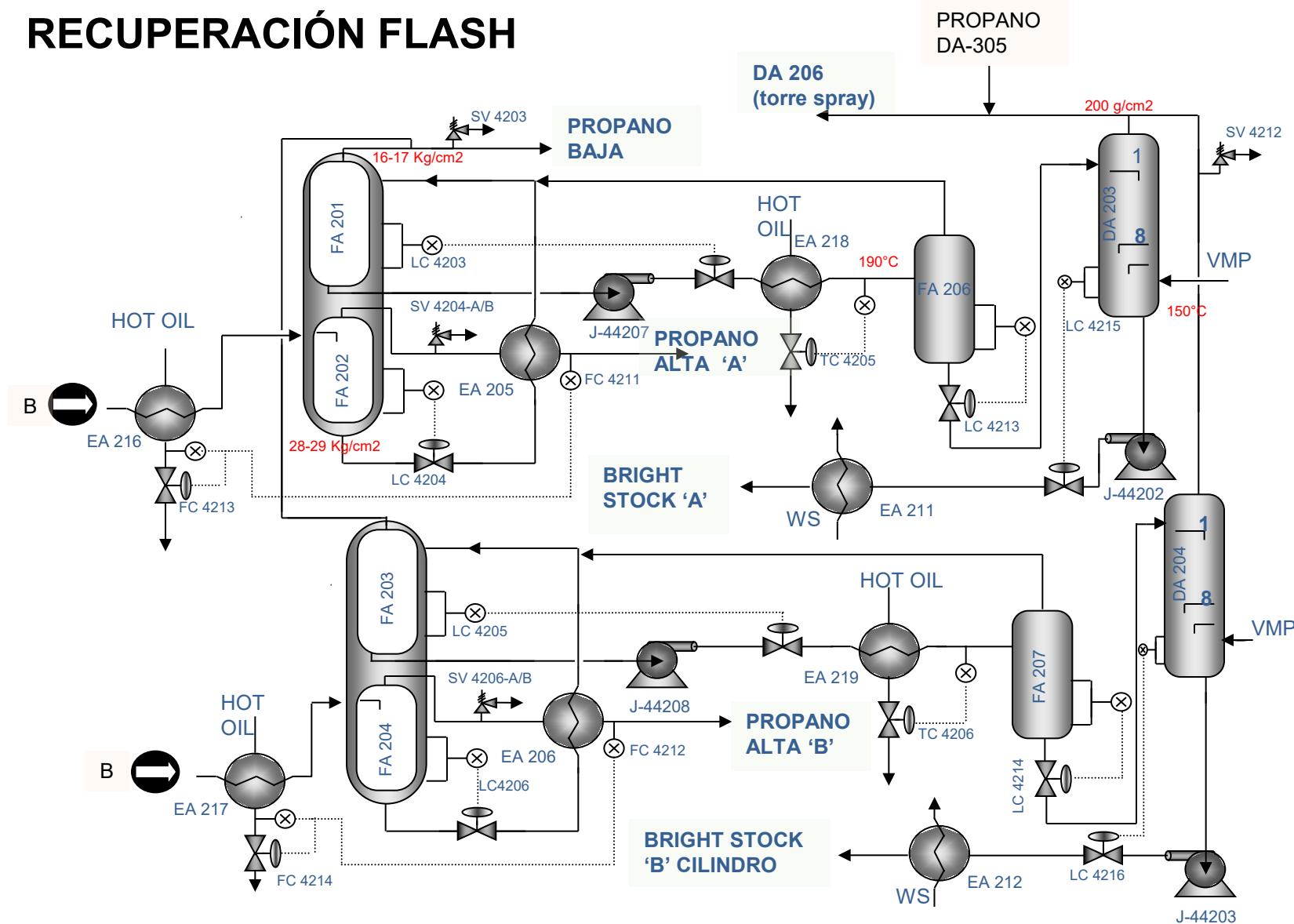


# RECUP. FLASH – BRIGHT STOCK

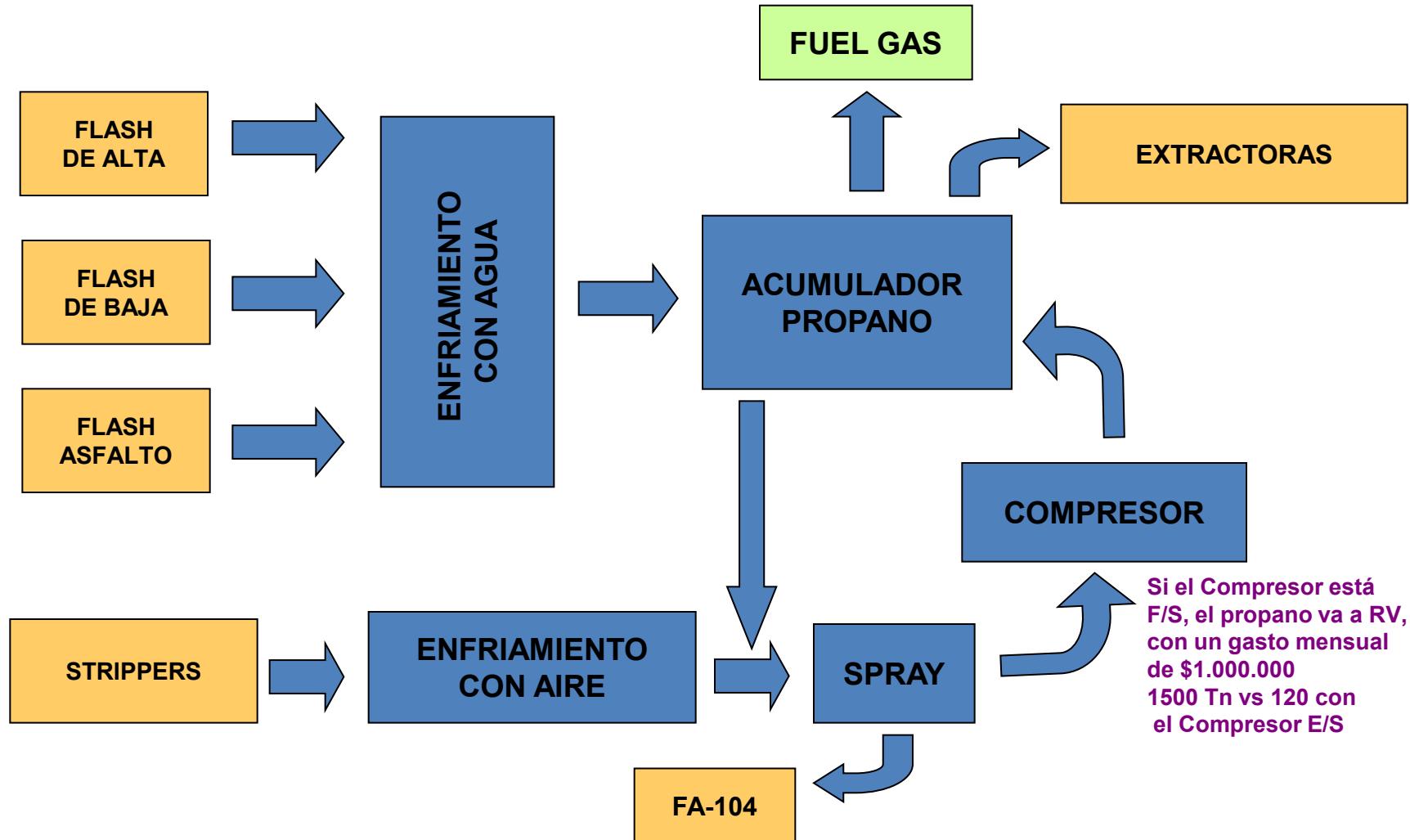
## 2 CIRCUITOS. B.S."A" Y B.S."B"



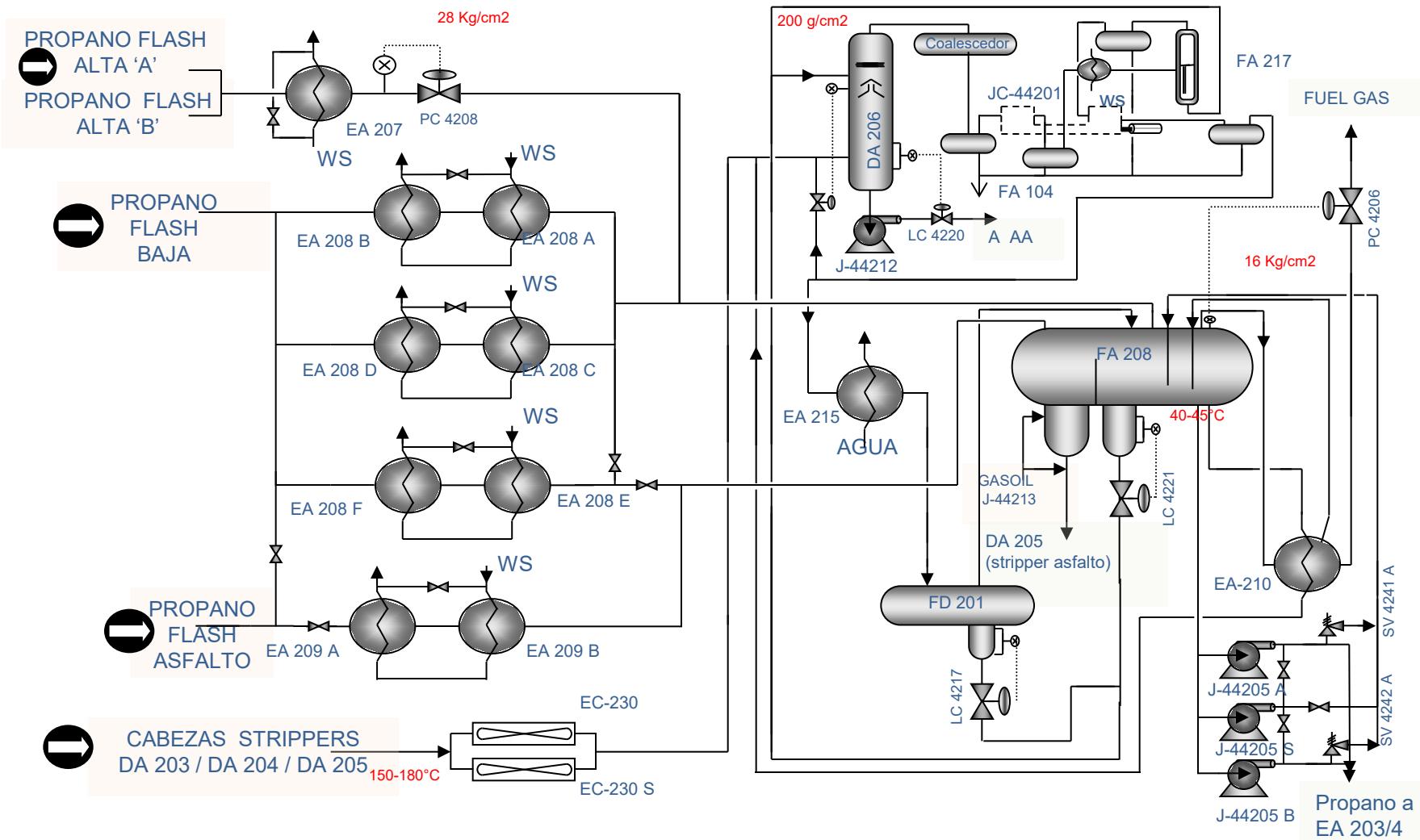
## RECUPERACIÓN FLASH



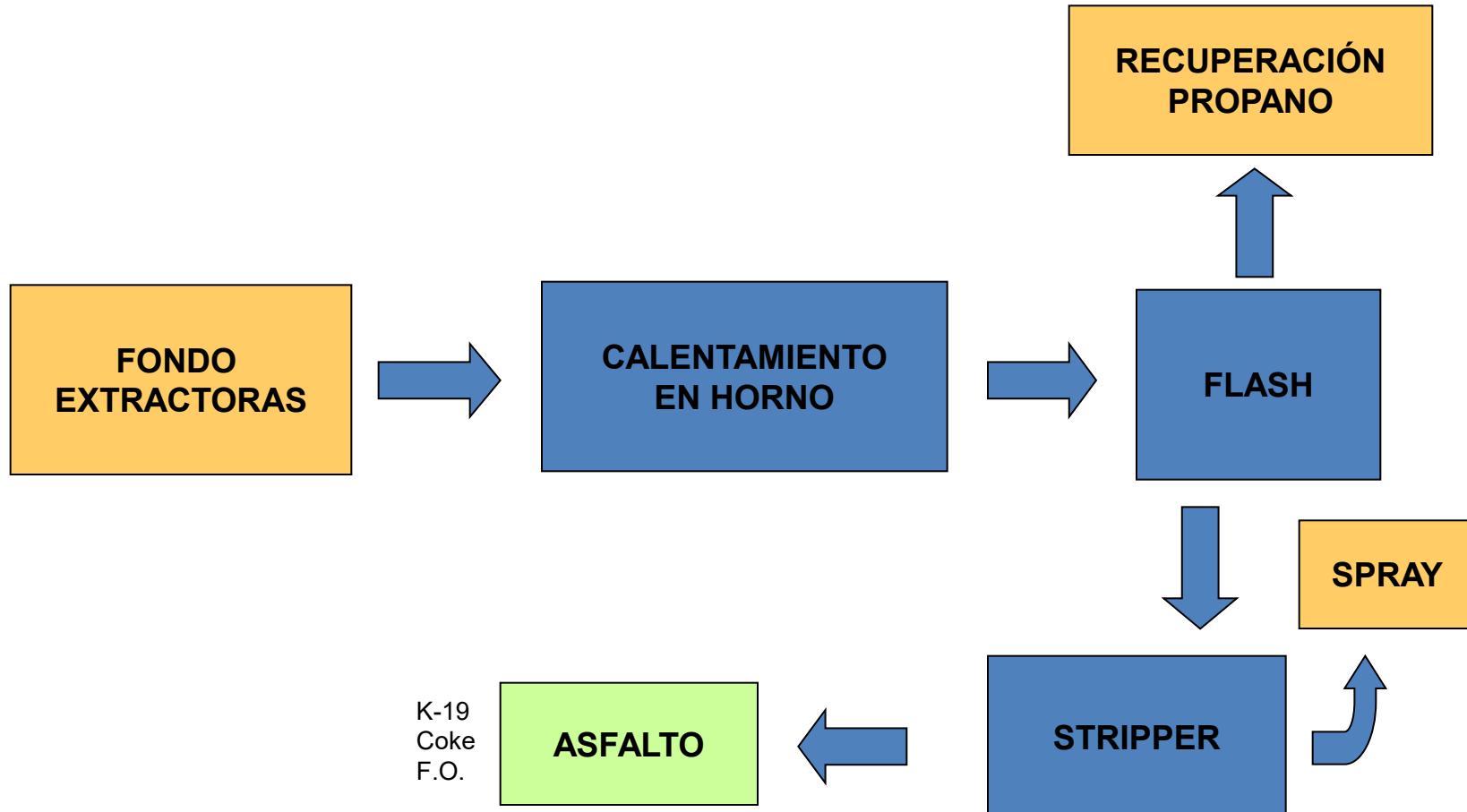
## RECUPERACIÓN PROPANO



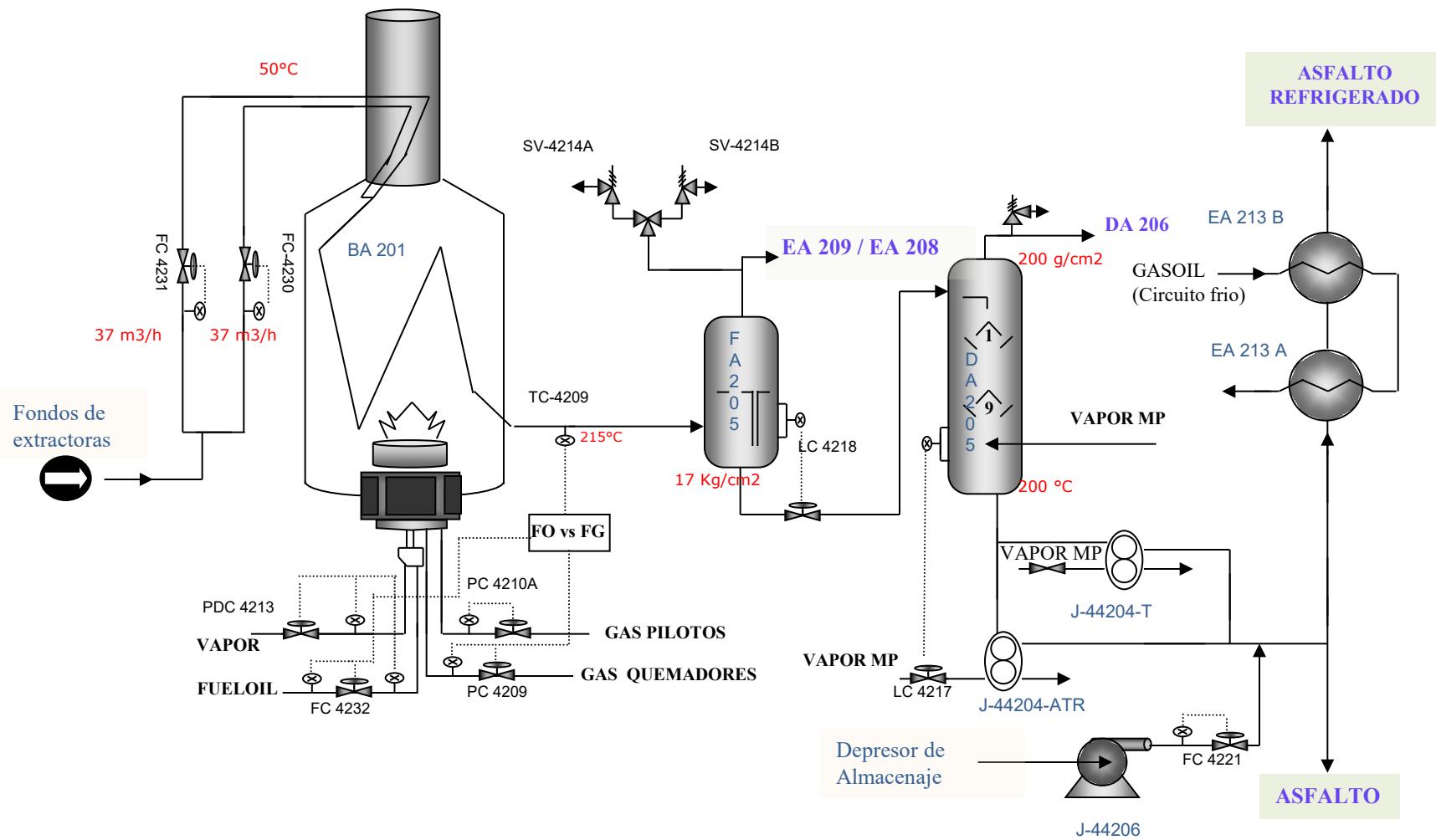
## RECUPERACIÓN PROPANO



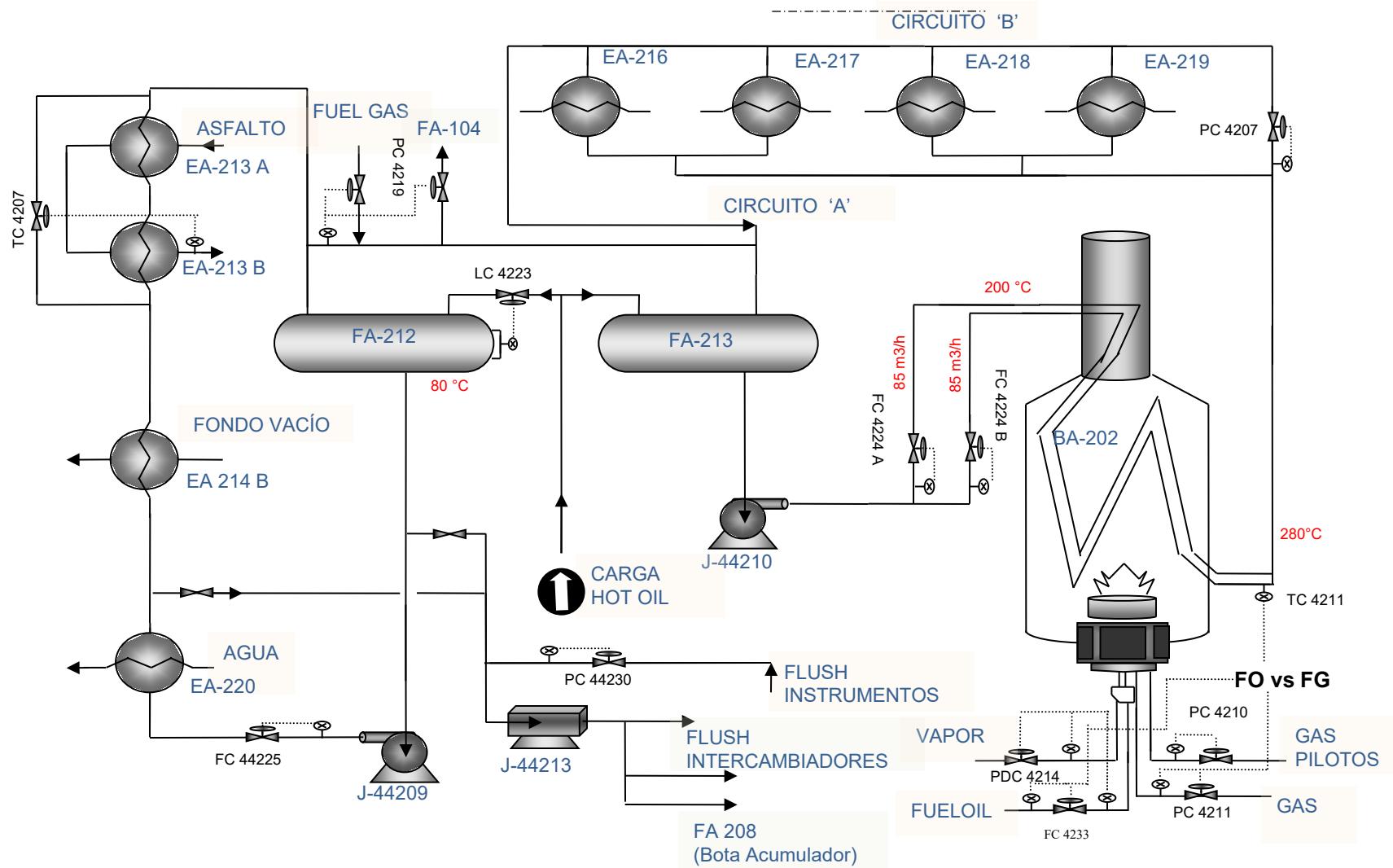
## RECUP.PROPANO DE ASFALTO



## CIRCUITO ASFALTO



## CIRCUITO HOT OIL



## ANÁLISIS LABORATORIO

MUESTRA	ENSAYO
<b>Carga</b>	Viscosidad
<b>Bright Stock 'A'/DAO</b>	Viscosidad
	Color
	Índice de Refracción
	Punto de Inflamación (°C)
	Carbón Conradson (%p)
	Densidad
<b>Bright Stock 'B'/Cilindro</b>	Viscosidad
	Color
	Índice de Refracción
	Punto de Inflamación (°C)
	Carbón Conradson (%p)
	Densidad
<b>Asfalto</b>	Penetración
<b>Propano</b>	$C_2(\%v) - C_3(\%v) - C-3(\%v) -$ $iC_4(\%v) - NC_4(\%v)$
	S Total (ppm)
<b>Gas Oil</b>	Carbón Conradson (%p)
	Punto de inflamación (°C)

## UNIDAD DE FURFURAL



## Unidad de FURFURAL

### OBJETIVOS:

- En el Refinado: Eliminar compuestos Nafténicos y Aromáticos
- En el Extracto: Obtener Extracto apto para ciertos usos en la industria del caucho (solo Corte 40).

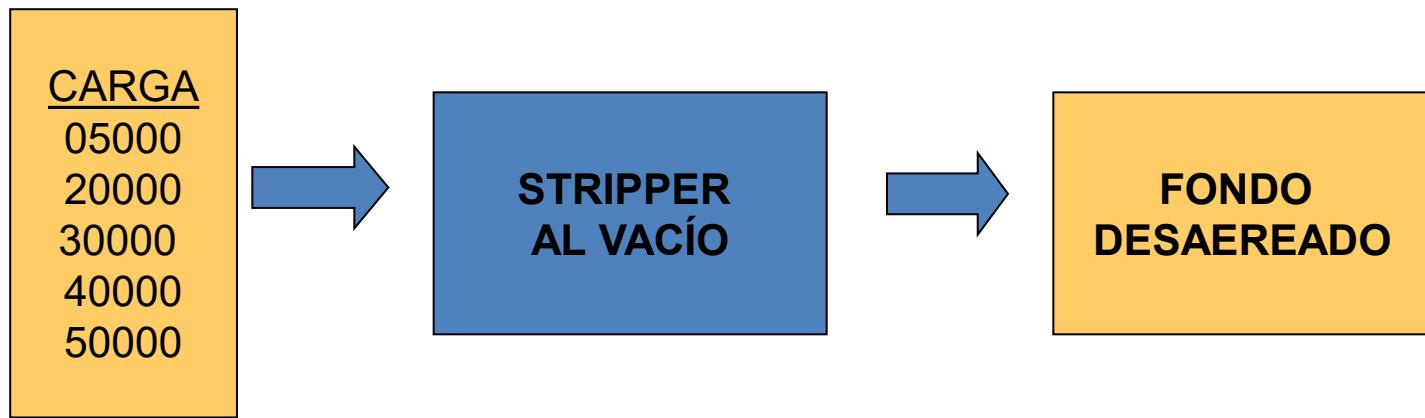
### DESCRIPCIÓN GENERAL:

Para llevar a cabo la eliminación de los compuestos nafténicos y aromáticos, es necesario efectuar sucesivas extracciones (etapas) con Furfural para obtener un Refinado básicamente parafínico, que proveerá aceites de IV adecuados.

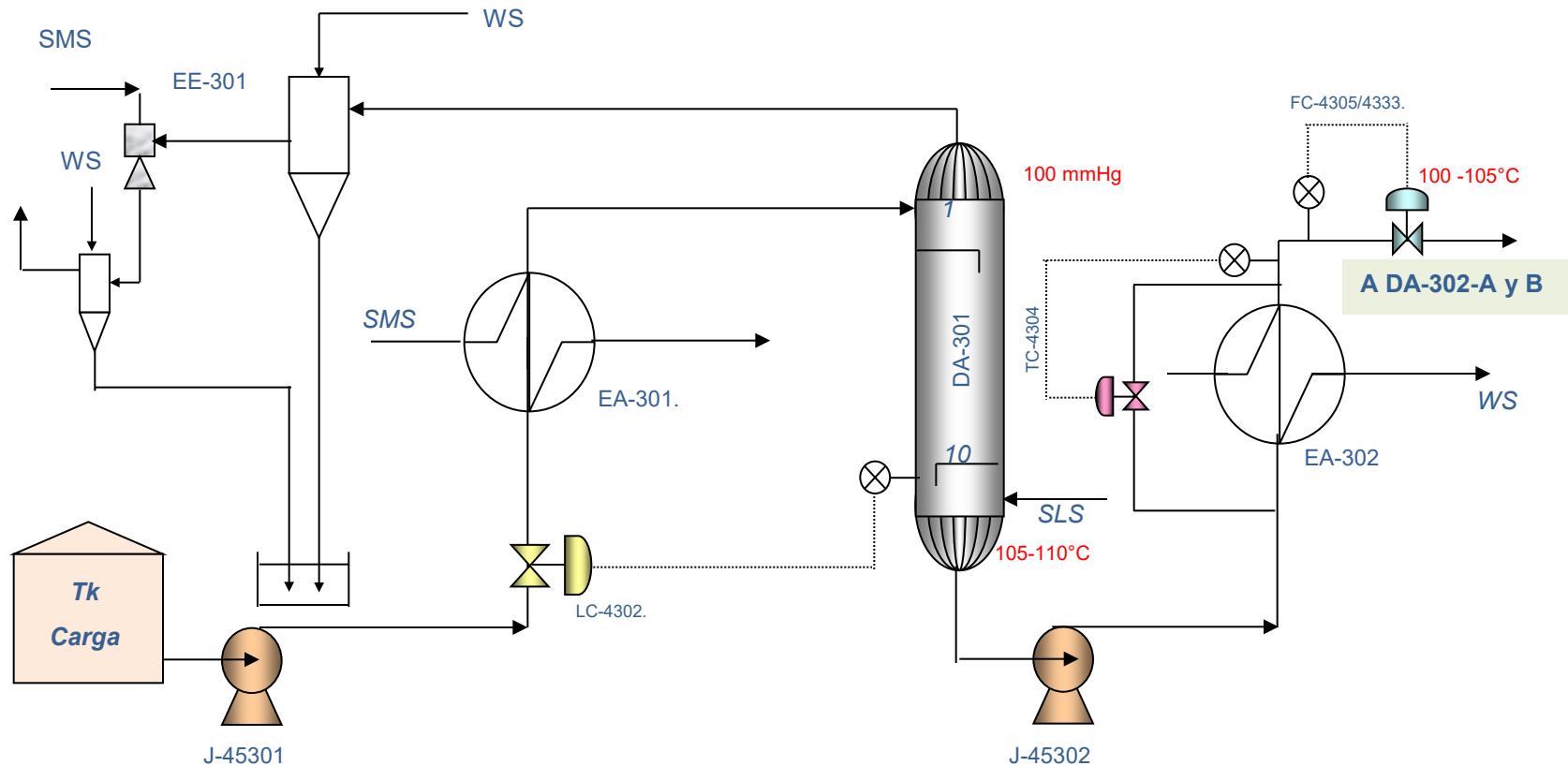
Para ello la Unidad cuenta con dos extractoras en paralelo que están dotadas de discos rotativos que proveen las mencionadas etapas de extracción. El Refinado se extrae por cabeza y el Extracto por el fondo, llevándose los compuestos indeseables arriba citados.

Por otro lado se necesita recuperar el solvente tanto del Extracto como del Refinado, para lo cual la Unidad posee dos circuitos de recuperación de Furfural en uno de los cuales (el de Extracto) posee una Torre de destilación como fuente de recuperación del solvente seco.

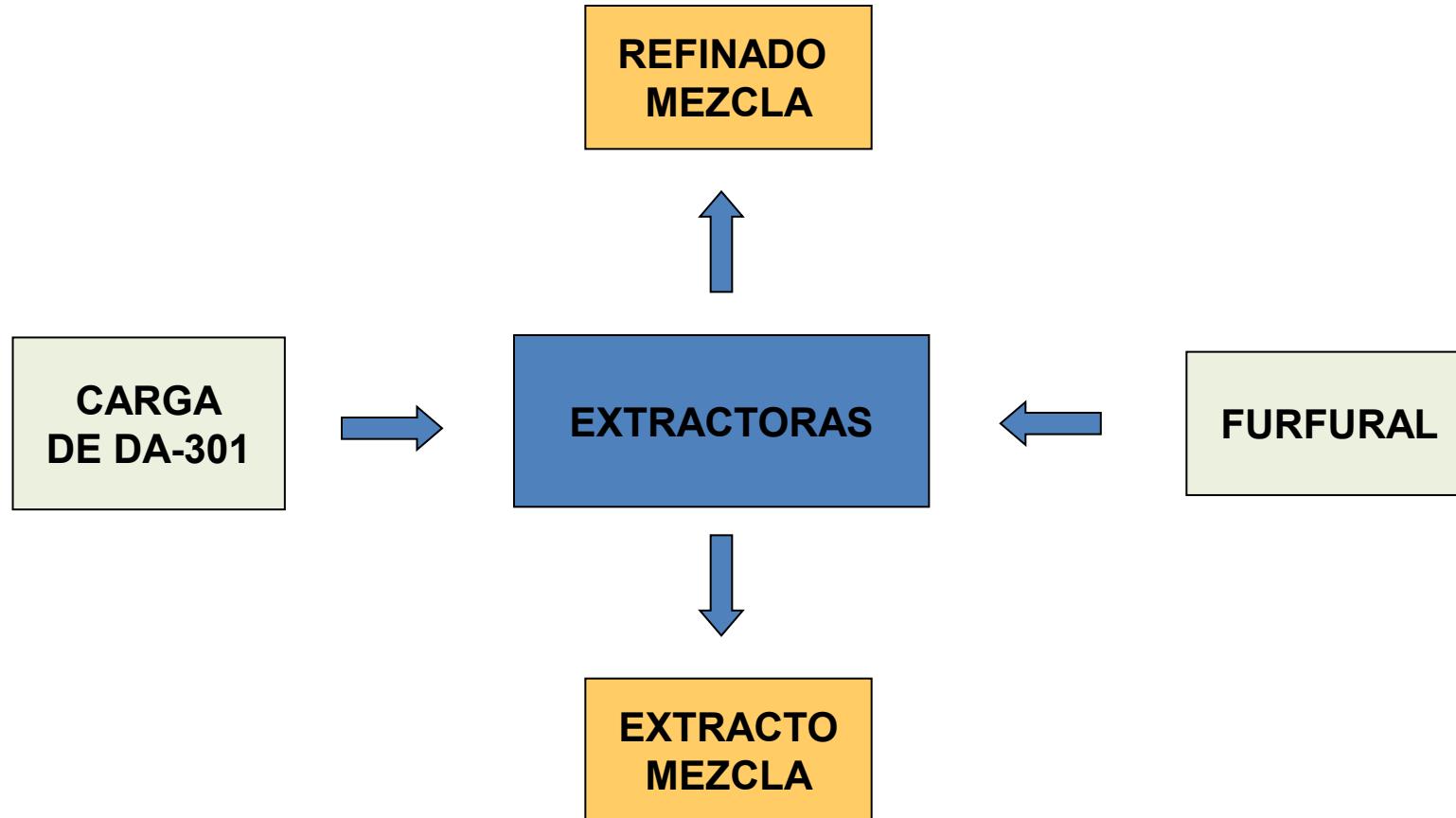
## Círculo de Carga



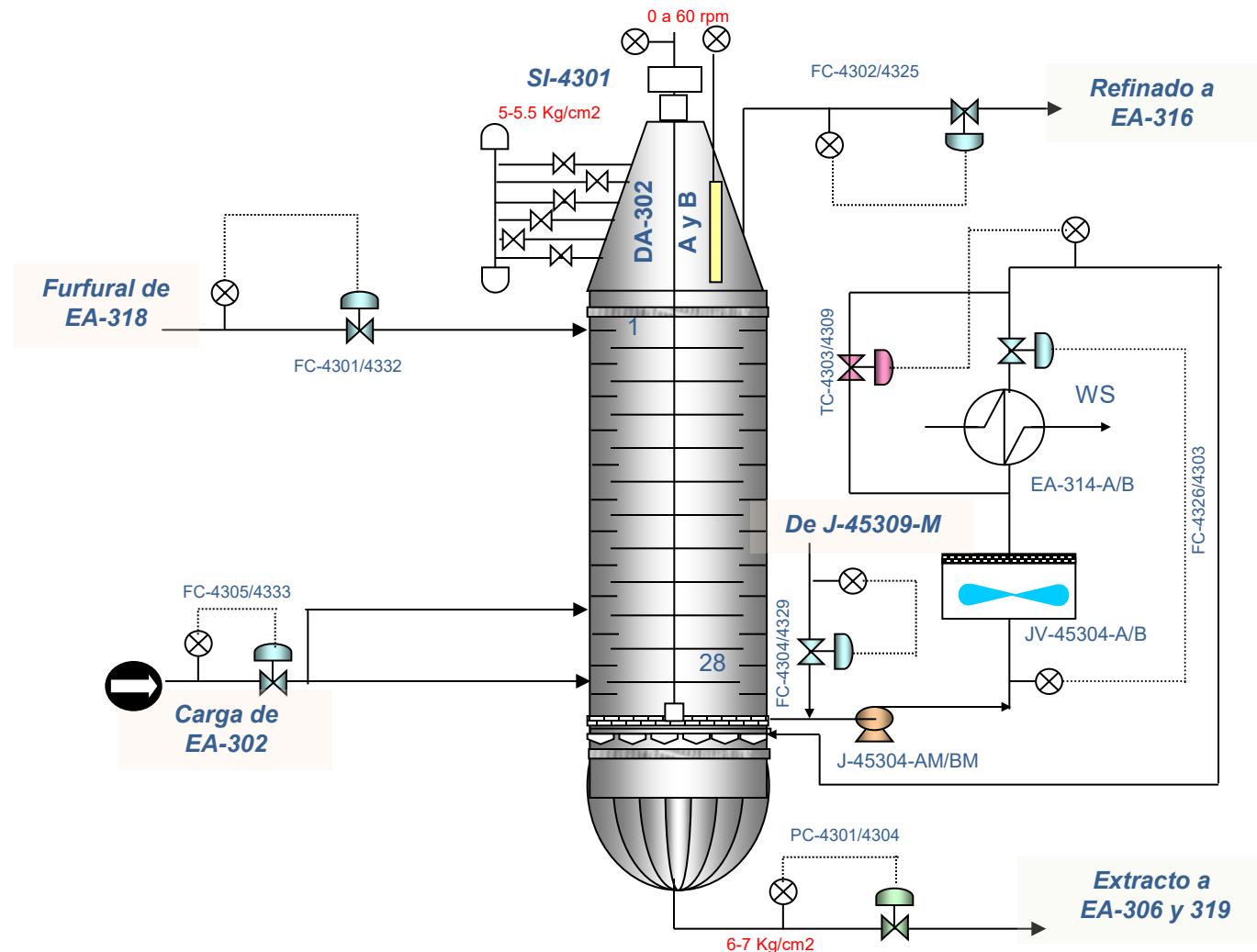
## Tratamiento de la carga

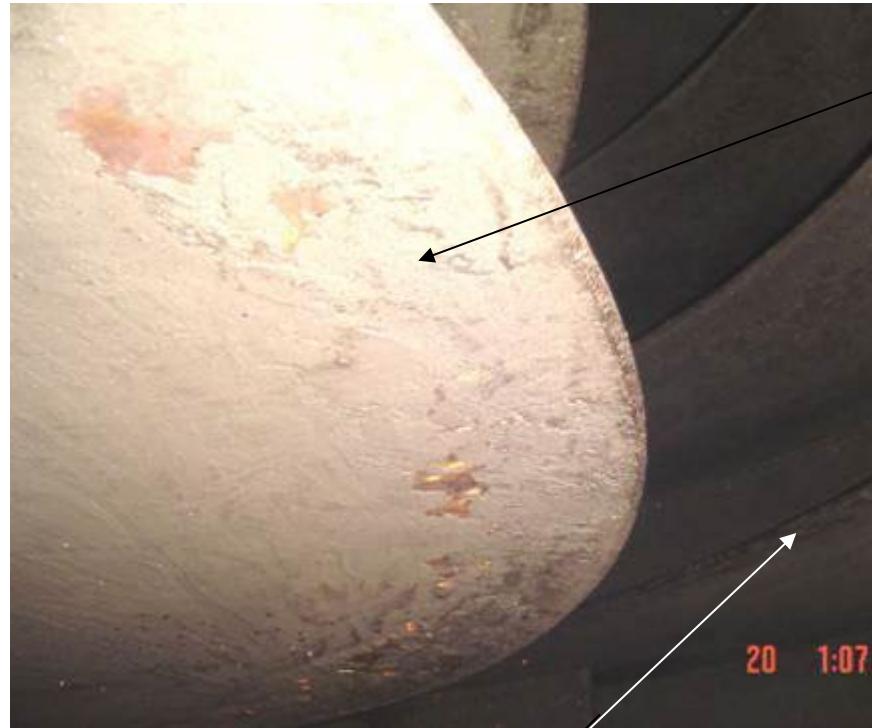


## Carga a Extractoras

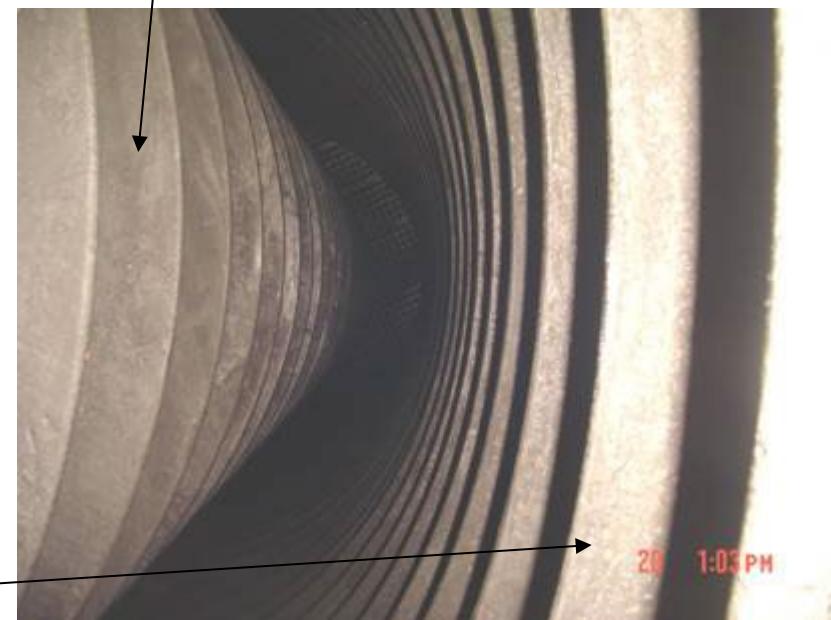


## Carga a las Extractoras



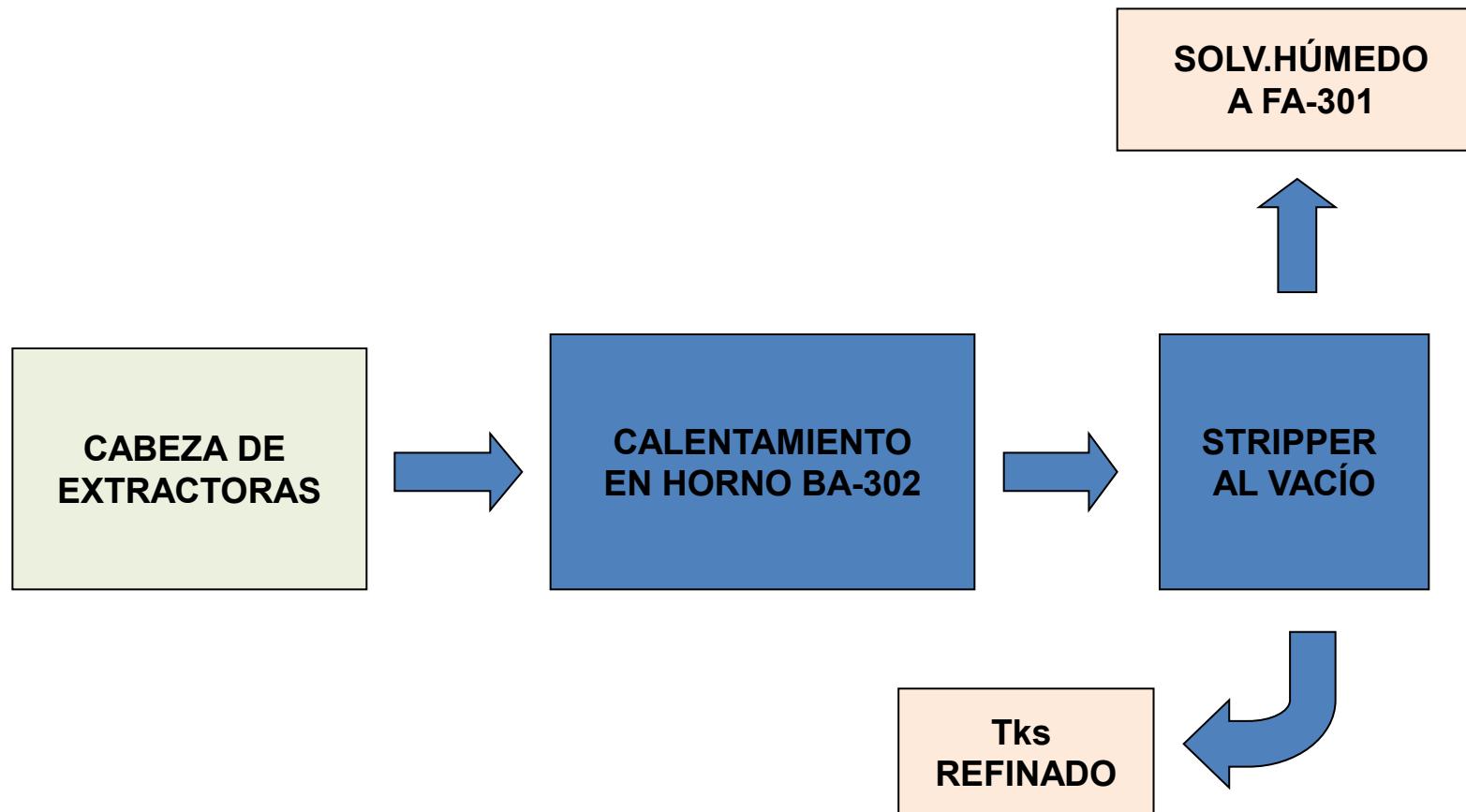


**Discos giratorios**

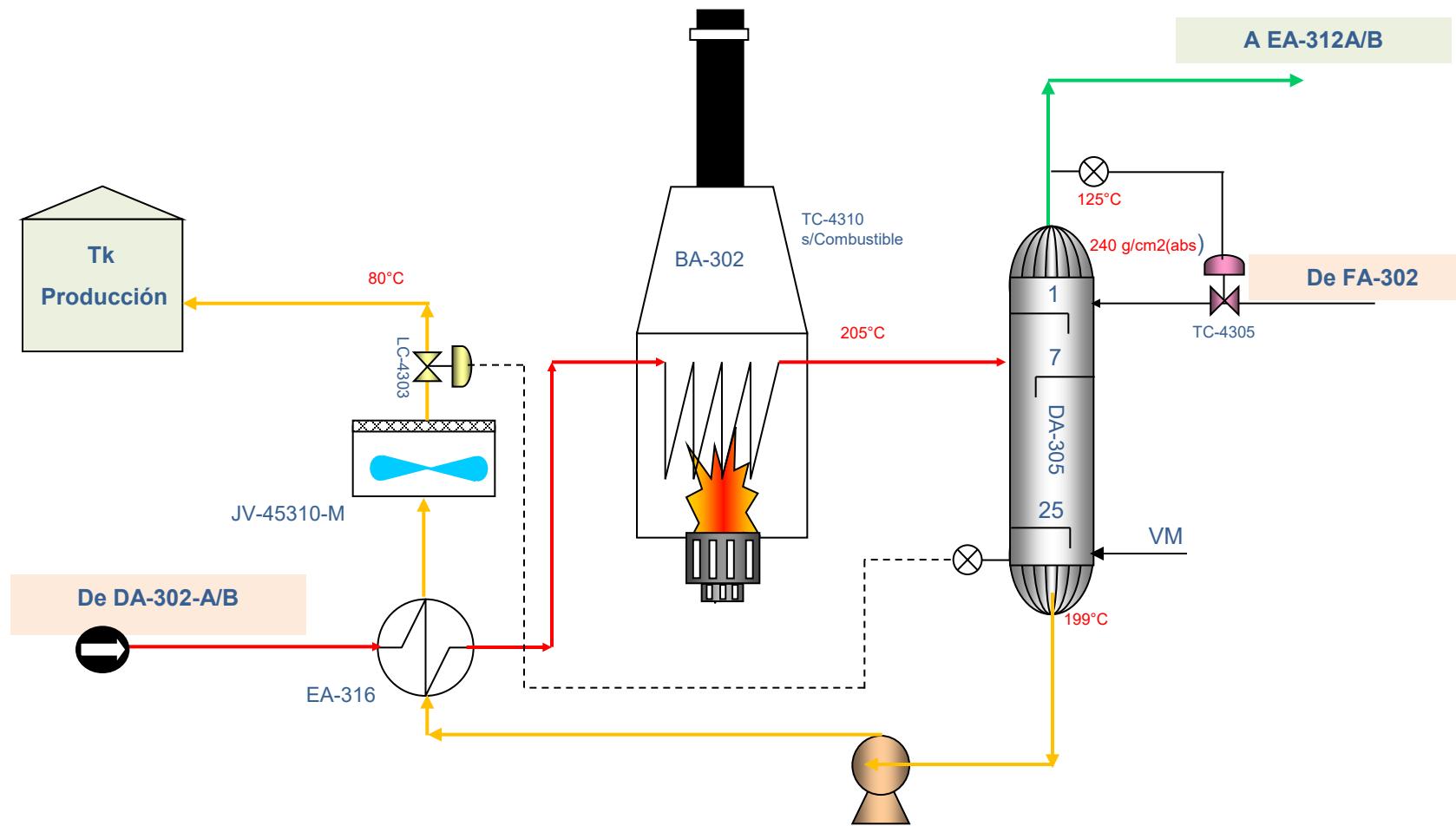


**Anillos fijos**

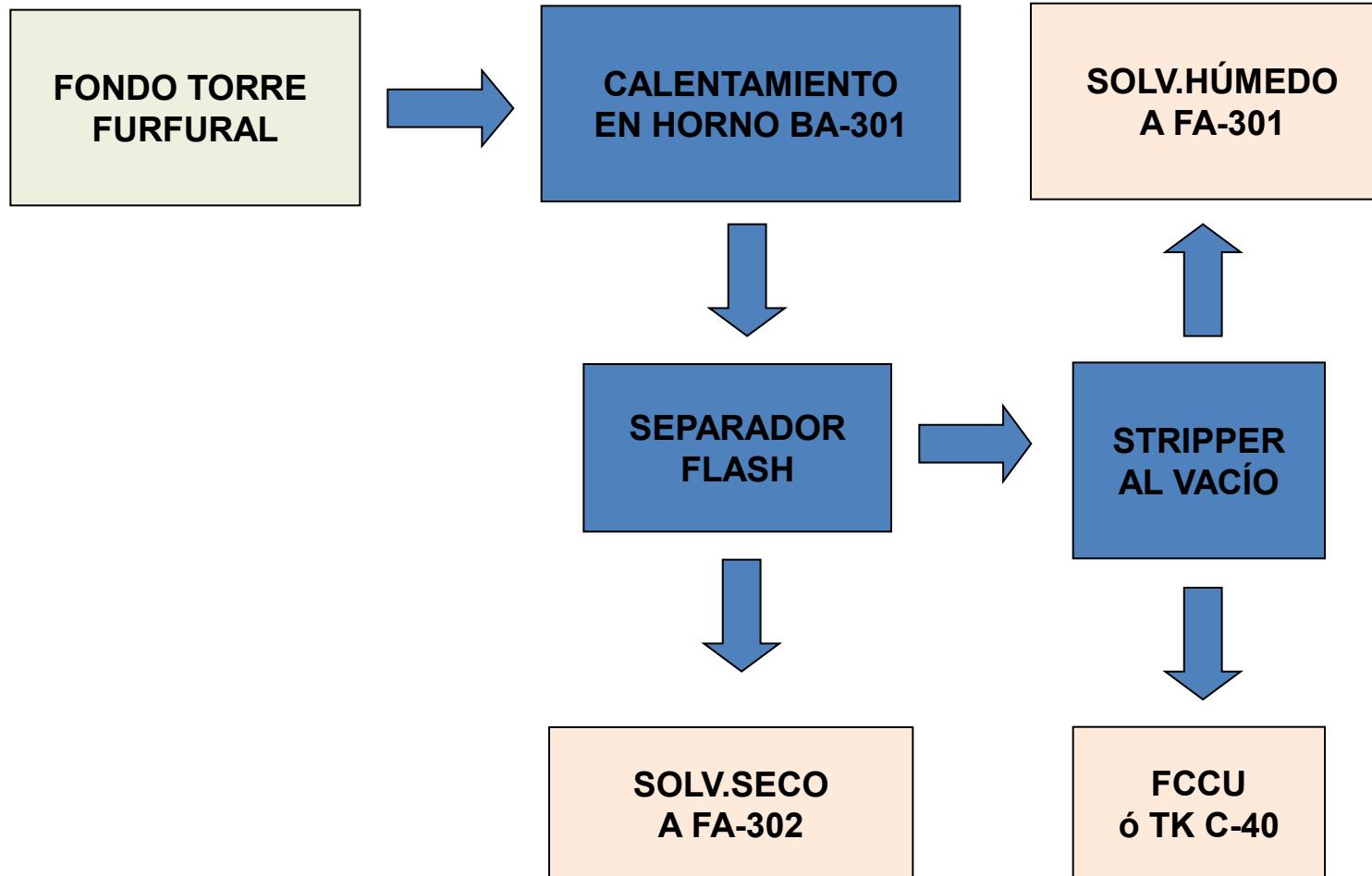
## Círculo de Refinado



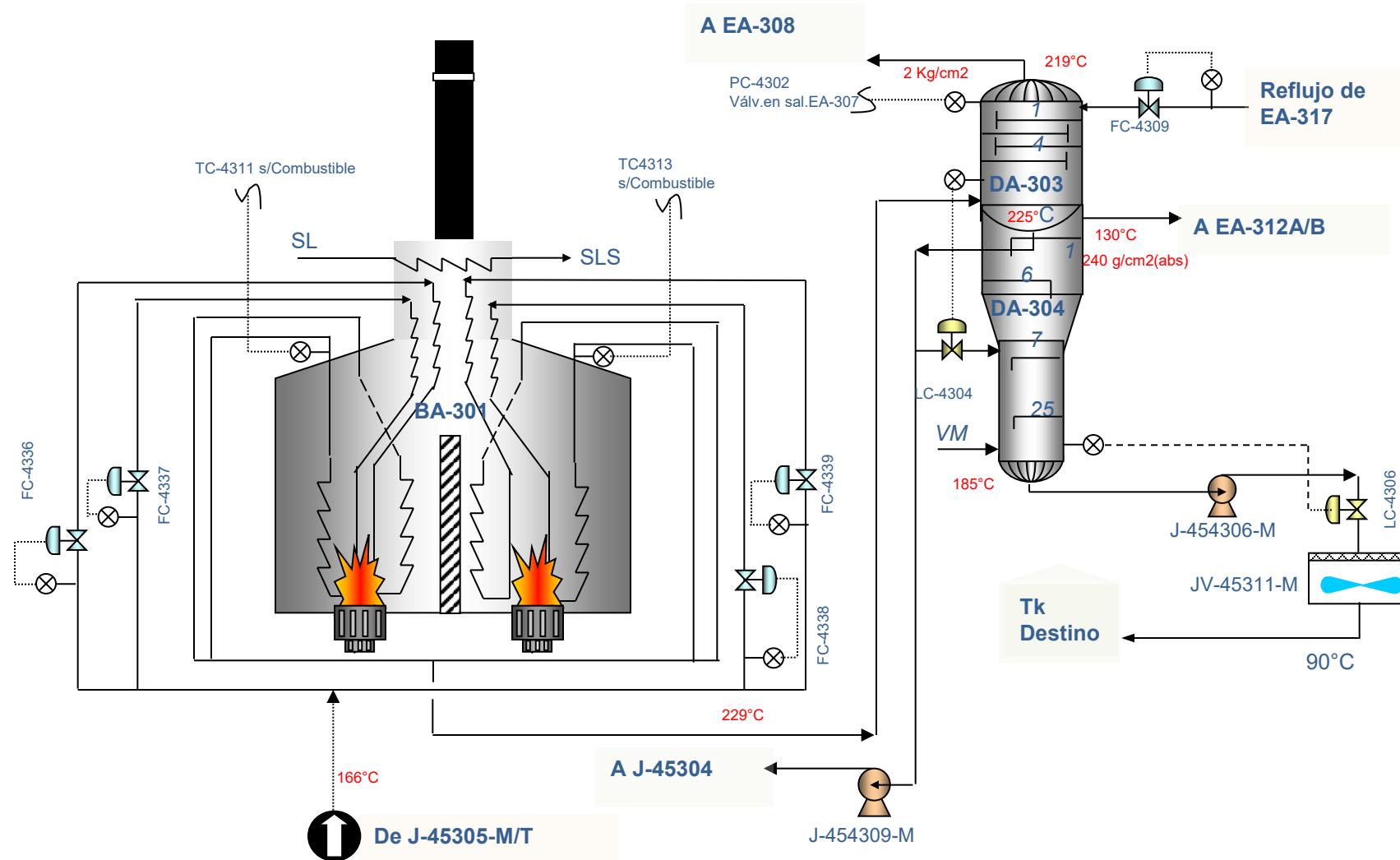
## Círculo de Refinado



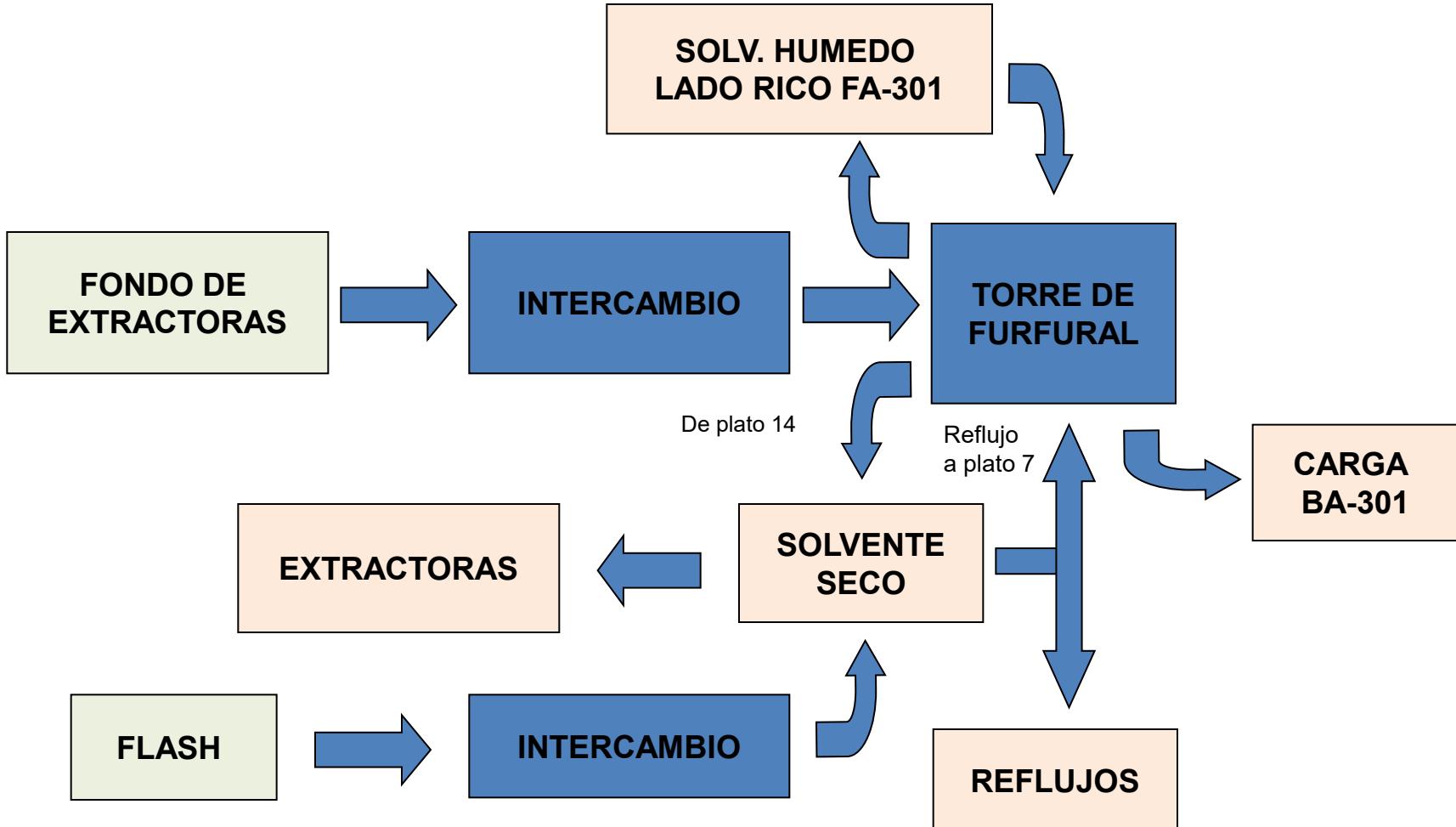
## Recup. de Solvente del Extracto



# Círculo Extracto



## Torre Destilación Furfural



## Círculo de Solvente: Características

FURFURAL : Furfuraldehido.

Es un aldehído del tipo cílico

Estructura química

Fórmula reducida

Viscosidad a 40°C

Viscosidad a 100°C

Tensión de vapor a 55 °C

Tensión de vapor a 100°C

Índice de Refracción (n 20/D)

Punto de Inflamación (Vaso abierto)

Punto de Inflamación (Vaso cerrado)

Punto de ebullición a 760 mm de Hg

Densidad vapor

Peso específico a 20°C

Solubilidad en agua (% en peso a 20°C)

Calor latente de vaporización

Calor específico (20-100°C de rango)

Peso Molecular

Punto de congelamiento

Auto ignición

Aspecto: Líquido amarillento con olor a almendras amargas.

Proveedor: Indunor (Camiones)

Ver  
C4H3O OH  
2.48 Cp  
0.68 Cp

13 mm de Hg  
96 mm de Hg

1.5261  
66-71°C  
60°C

161.7°C  
3.31

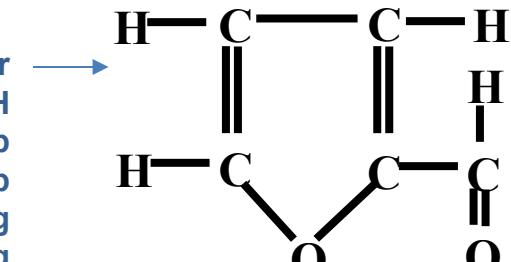
1.1598  
8.3

10.22 Kcal/mol  
0.416

96

-36.5°C

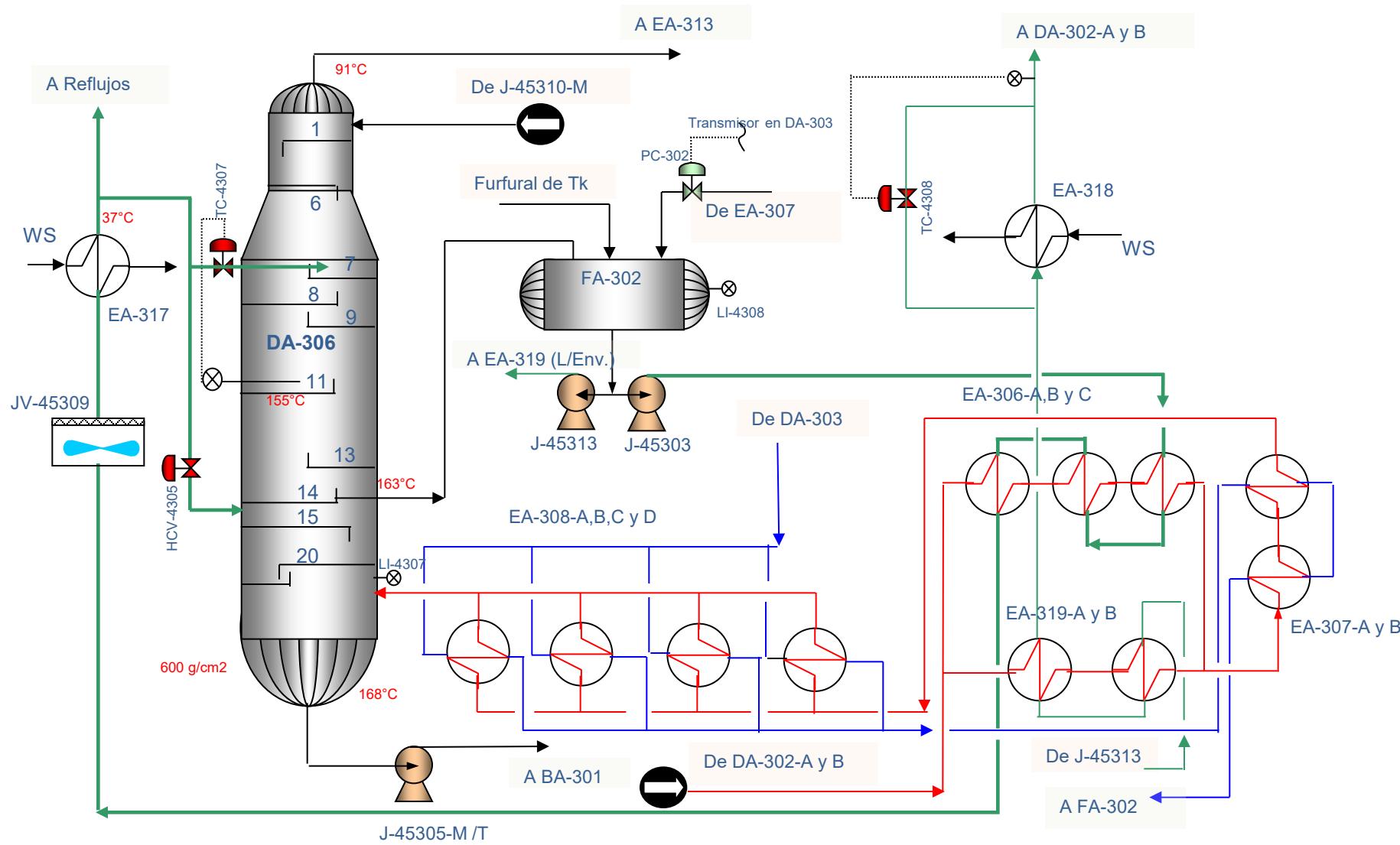
395 °C



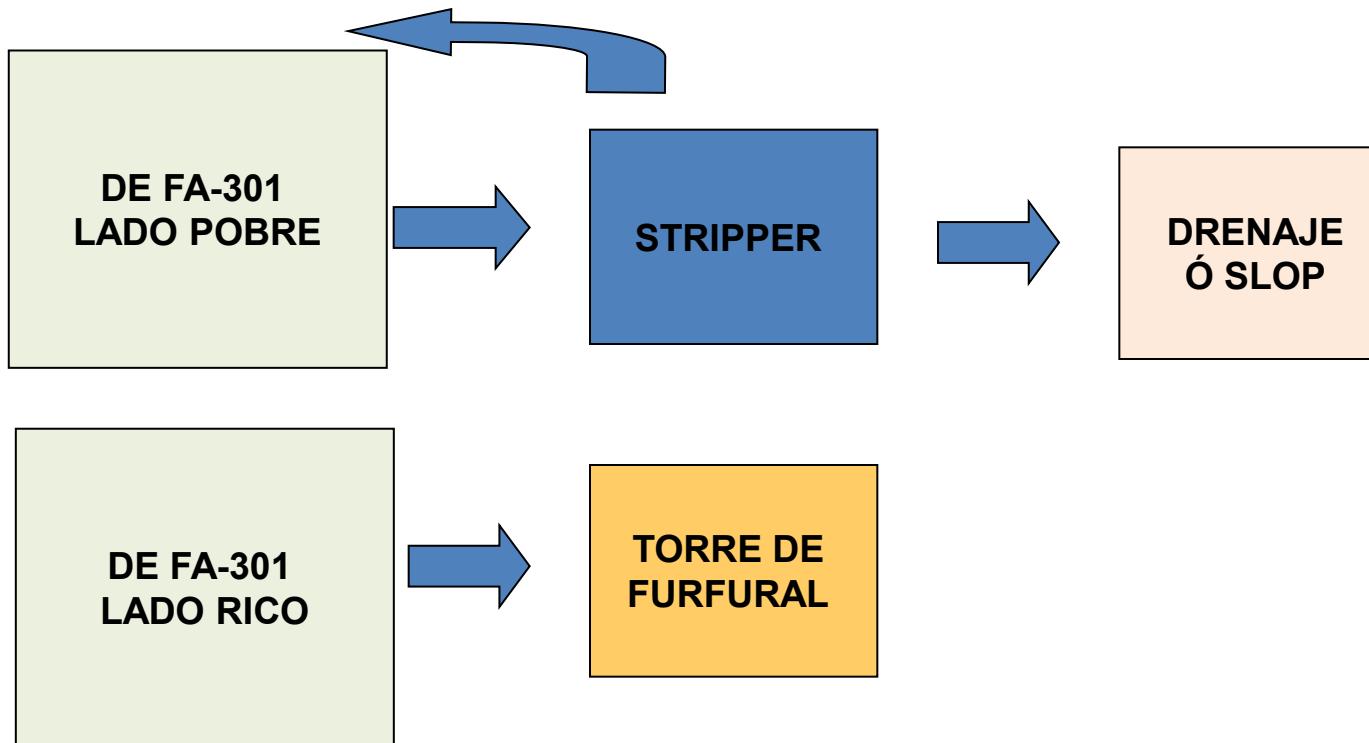
Furfuraldehido  
ó Furfural

Es un excelente solvente para los Hidrocarburos de origen nafténico y aromático

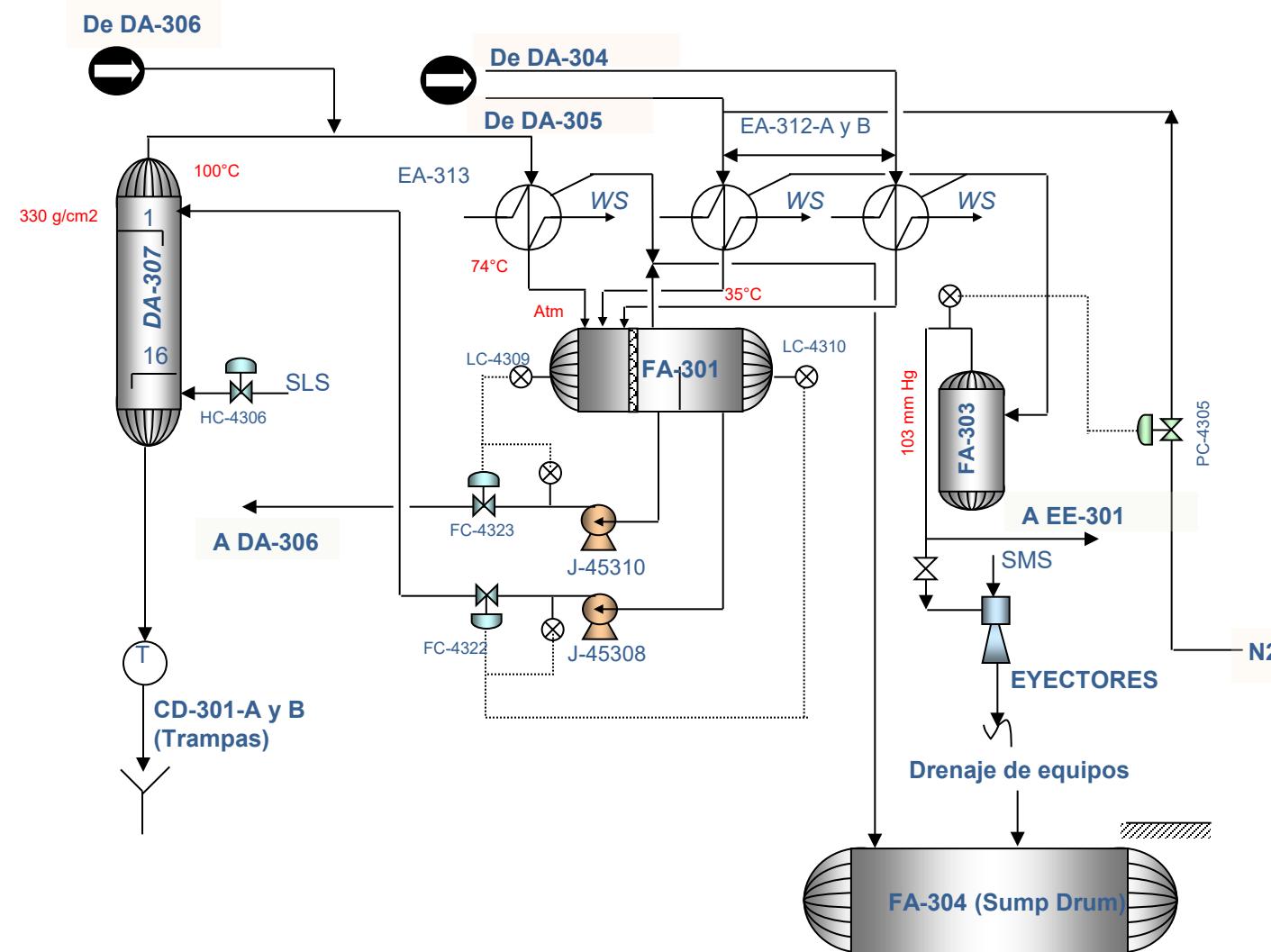
## Torre Destilación Furfural



## Solvente húmedo



## Solvente húmedo



## Factores de Proceso

### ✓ Variación de la velocidad de los discos (Rpm).

También llamada velocidad de extracción, es uno de los parámetros más importantes. Una buena velocidad provoca una mejor extracción, y como consecuencia un mejor rendimiento en el Refinado; el límite es cuando se forma una emulsión excesiva. La velocidad del rotor se puede ajustar entre 0 y 60 r.p.m., siendo las velocidades más usuales 15-20 r.p.m. Si aumentamos las rpm, aumenta el IV, pues baja el IR cayendo el Rendimiento.

Se debería operar a mínima r.p.m., compatible con IR.

### ✓ Relación Solvente/Carga.

Una relación más alta, significa aumentar el Furfural, a carga constante, siendo el resultado una mejora en la calidad del refinado a expensas de su rendimiento.

Lógicamente se obtendrá mejor IV. Mínima relación Solvente/Carga, compatible con IR.

### ✓ Temperatura de cabeza de las Extractoras.

Está relacionada con la Selectividad y el Poder solvente; la Selectividad del Furfural, decrece con el aumento de temperatura, mientras que aumenta el poder solvente; ambas propiedades tienen un límite, luego del cual se saturan. Se puede asociar la Selectividad al rendimiento y el Poder solvente a la calidad.

Por lo tanto, si aumentamos la temperatura de cabeza, cae el IR, con lo que baja el rendimiento.

Mínima temperatura de cabeza, compatible con IR

### ✓ Temperatura de fondo de las Extractoras.

Aumentando la temperatura de fondo, cae el IR, con lo cual baja el rendimiento. Aquí se produce un aumento de la solubilidad, por lo que la calidad va a aumentar. Una excesivo aumento de la temperatura de fondo, producirá una reducción muy grande en el rendimiento de Refinado, sin un gran cambio en el IR.

Para determinar si es aconsejable aumentar aún más la temperatura de fondo, calcular el rendimiento por IR, si el IR del Refinado no disminuye, pero el rendimiento decrece notoriamente, se deberá bajar la temperatura de fondo. Usar la mínima temperatura de fondo, compatible con IR.

$$\text{Rend.(%)} = (\text{IR Extracto} - \text{IR Carga}) / (\text{IR Extracto} - \text{IR Refinado}) * 100$$

## UNIDAD DE MEK



## Unidad de MEK

### Objetivos:

- En el aceite: Eliminar compuestos parafínicos de determinado P.de escurrimiento.
- En la parafina: Disminuir el contenido de aceite compatible con los requerimientos comerciales.

### Descripción General:

Para llevar a cabo la eliminación de las parafinas de alto Punto de Escurrimiento, es decir aquellas superiores a -12°C, es necesario básicamente enfriar y luego filtrar.

Para ello la Unidad cuenta con 22 Chillers y 15 Filtros rotativos al vacío, un circuito cerrado de refrigeración y un circuito de Gas Inerte.

Como la carga es parafinosa, para su transporte por los circuitos, es necesario efectuar una dilución, para lo cual se emplea un bi-solvente, compuesto en proporciones aproximadamente iguales de MEK (metil etil cetona) y Tolueno.

Por otro lado , se necesita “desaceitar” las parafinas, lo cual contribuye a los dos objetivos: aumentar el rendimiento en aceite y aumentar la calidad de las parafinas.

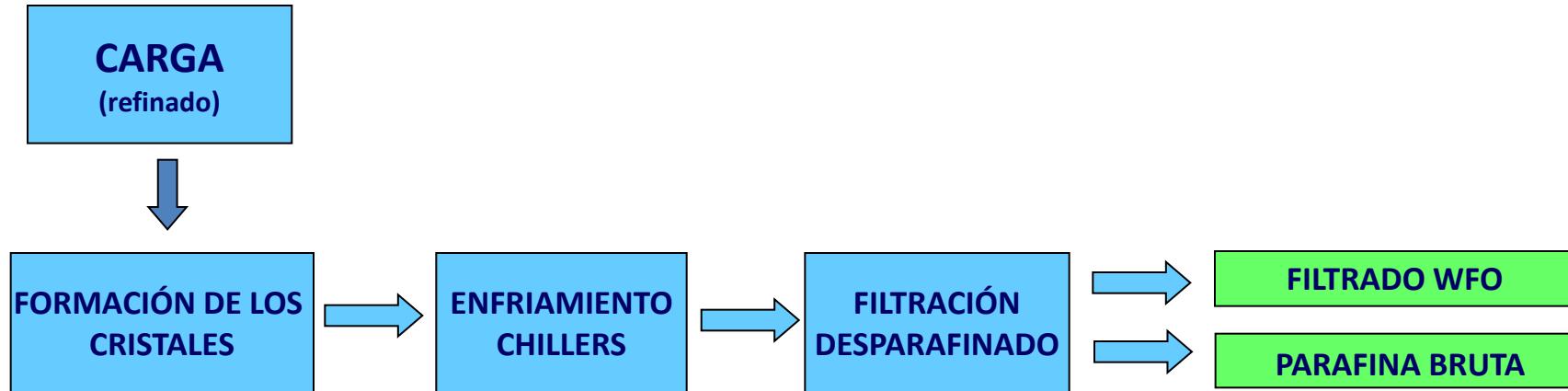
## UNIDAD DE MEK

### ENFRIAMIENTO Y FILTRACIÓN

- Para eliminar las parafinas de alto punto de escurrimiento (superior a -12°C), es necesario **enfriar** y luego **filtrar**.
- Para ello la Unidad cuenta con **22 Chillers** y **15 Filtros** rotativos al vacío.
- El agente refrigerante es **propano líquido** en un circuito cerrado de compresión y expansión.
- El vacío necesario para la filtración se genera en un circuito de gas inerte.
- Para favorecer a la cristalización y separación de las parafinas se emplea un bisolvante selectivo, compuesto por **MEK y Tolueno**.
  - MEK: Precipita la parafina.
  - TOLUENO: Diluye del aceite
- Para desaceitar las parafinas se cuenta con 2 etapas adicionales de filtración denominadas **recristalización y repulping**.

**UNIDAD DE MEK****ESQUEMAS DE PROCESO****POR SECCIONES**

## DESPARAFINACIÓN



### Filtraciones

- DESPARAFINADO
  - WFO(Filtrado)
  - Parafina Bruta
- RECRYSTALIZACIÓN
  - Parafina Blanda(Filtrado)
  - Parafina primaria
- REPULPING
  - Filtrado de Repulping
  - Parafina Dura

## ENFRIADORES RASCADORES



## ENFRIADORES RASCADORES



## ENFRIADORES RASCADORES



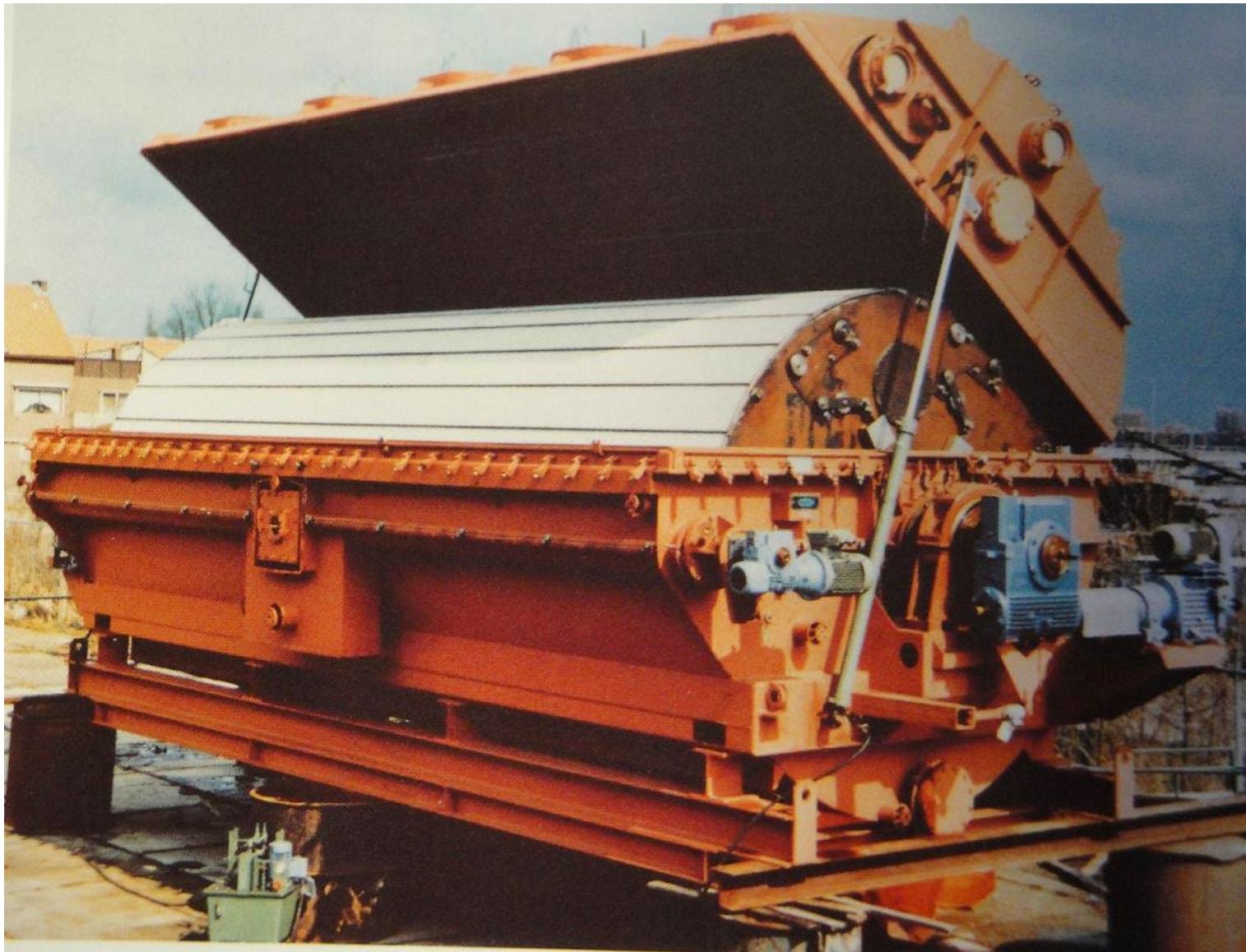
## ENFRIADORES RASCADORES



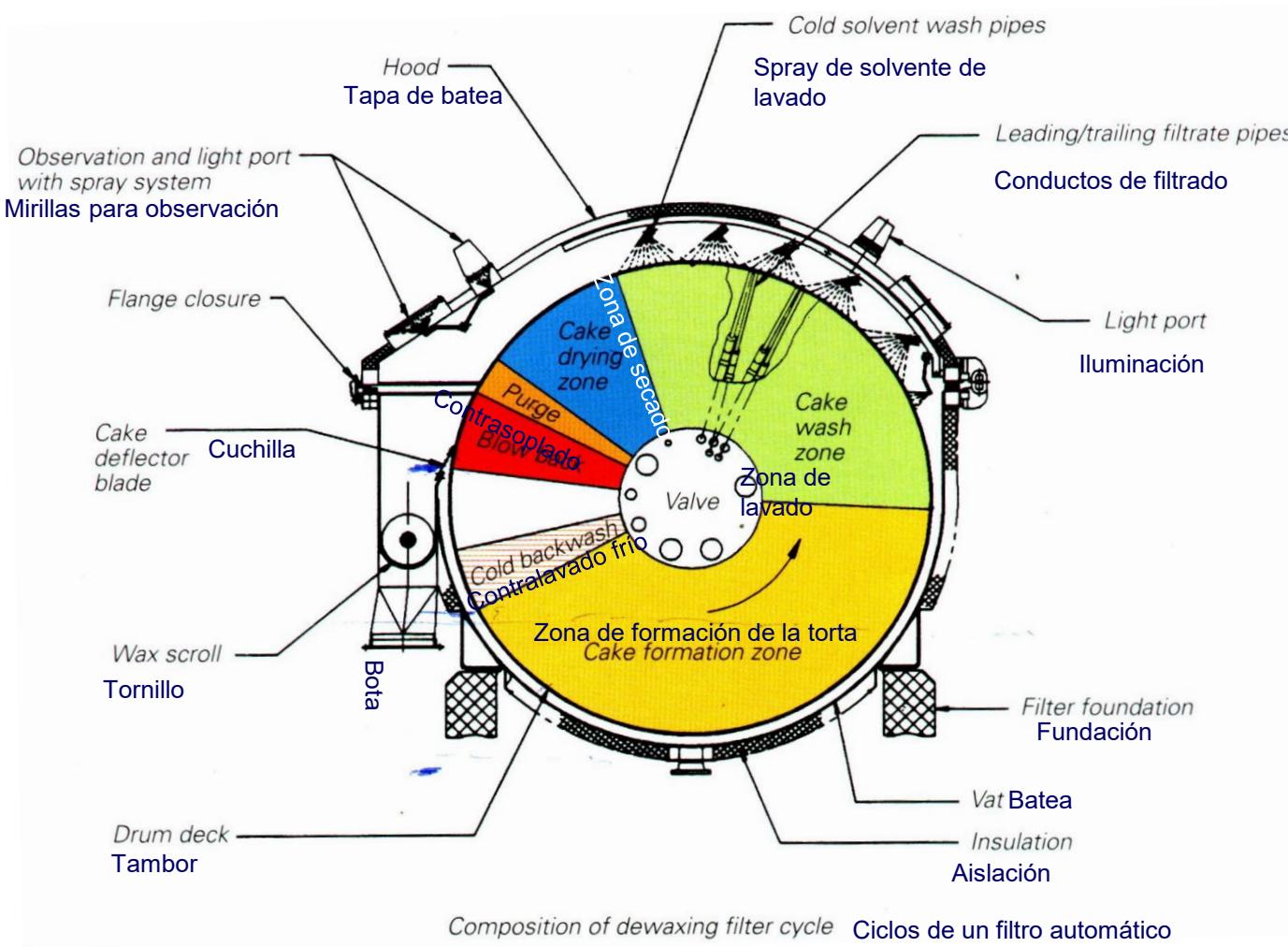
## ENFRIADORES RASCADORES



## FILTRO ROTATIVO AL VACÍO



## FILTRACIÓN DESPARAFINADO



## INTERIOR TAMBOR DE FILTRO ROTATIVO



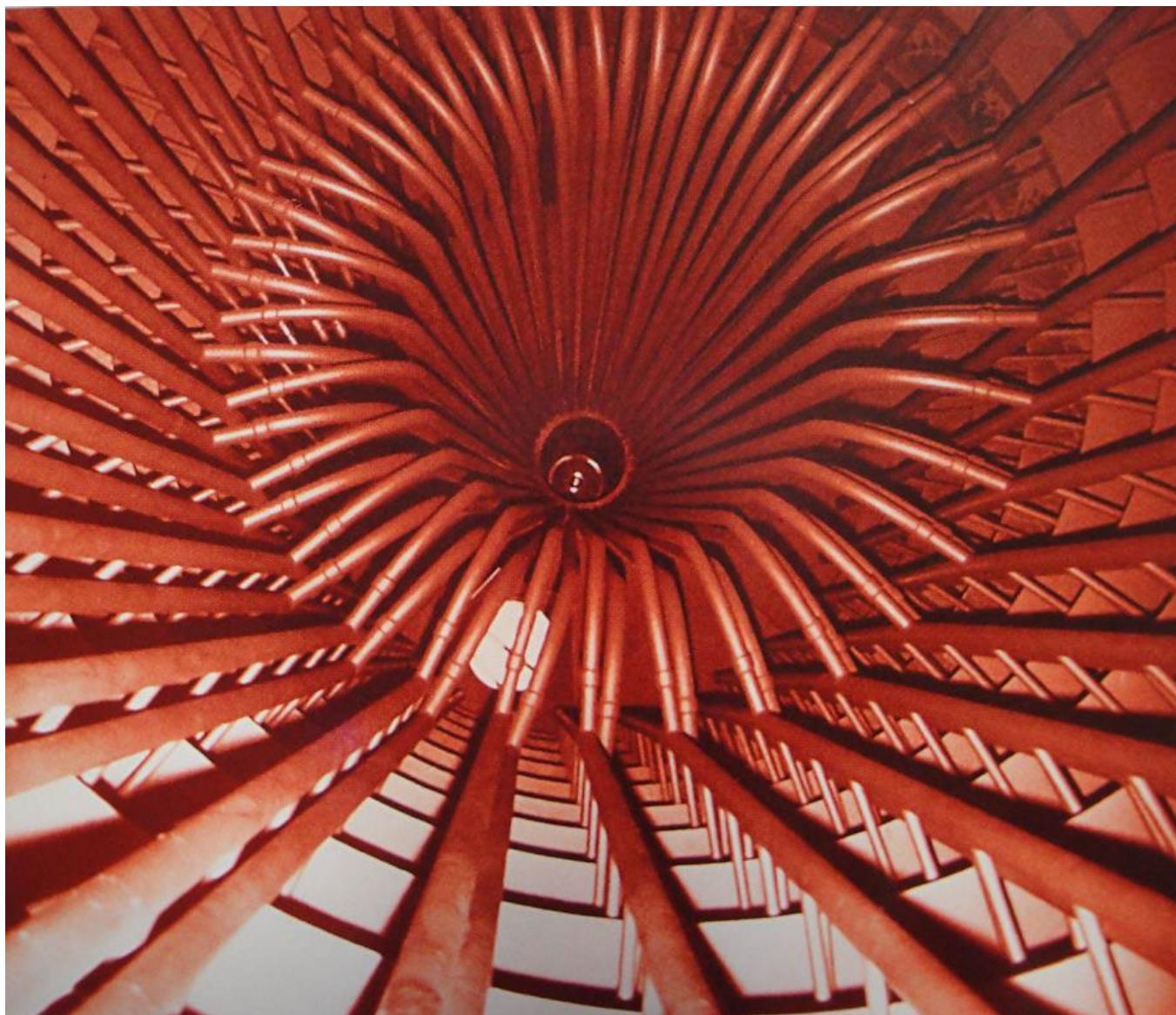
## FILTRO ROTATIVO AL VACÍO



## FILTRO ROTATIVO AL VACÍO



## INTERIOR TAMBOR DE FILTRO ROTATIVO



## **TORNILLO SIN FIN, COLECTOR DE PARAFINA**



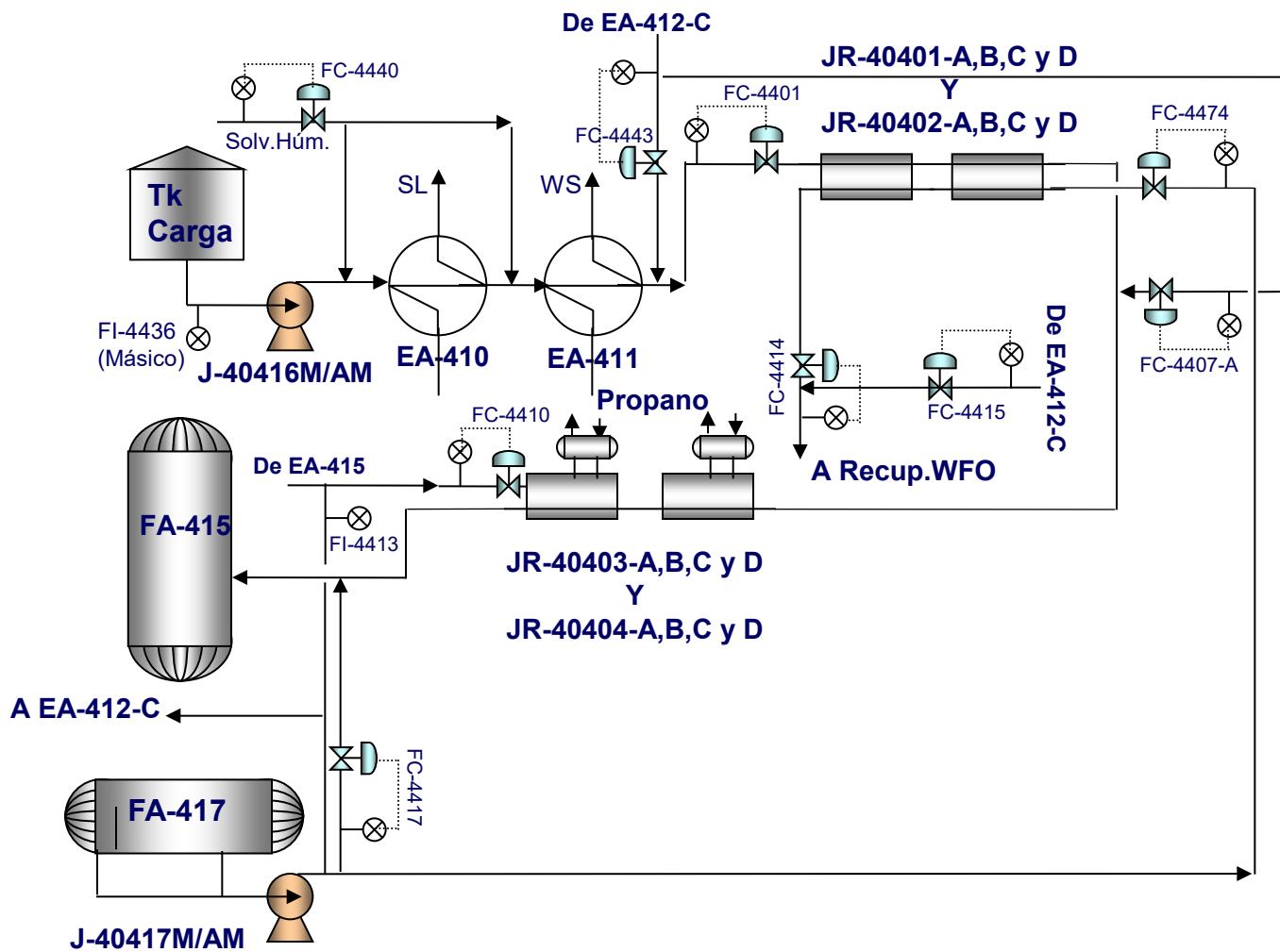
## FILTRACIÓN DE PARAFINA



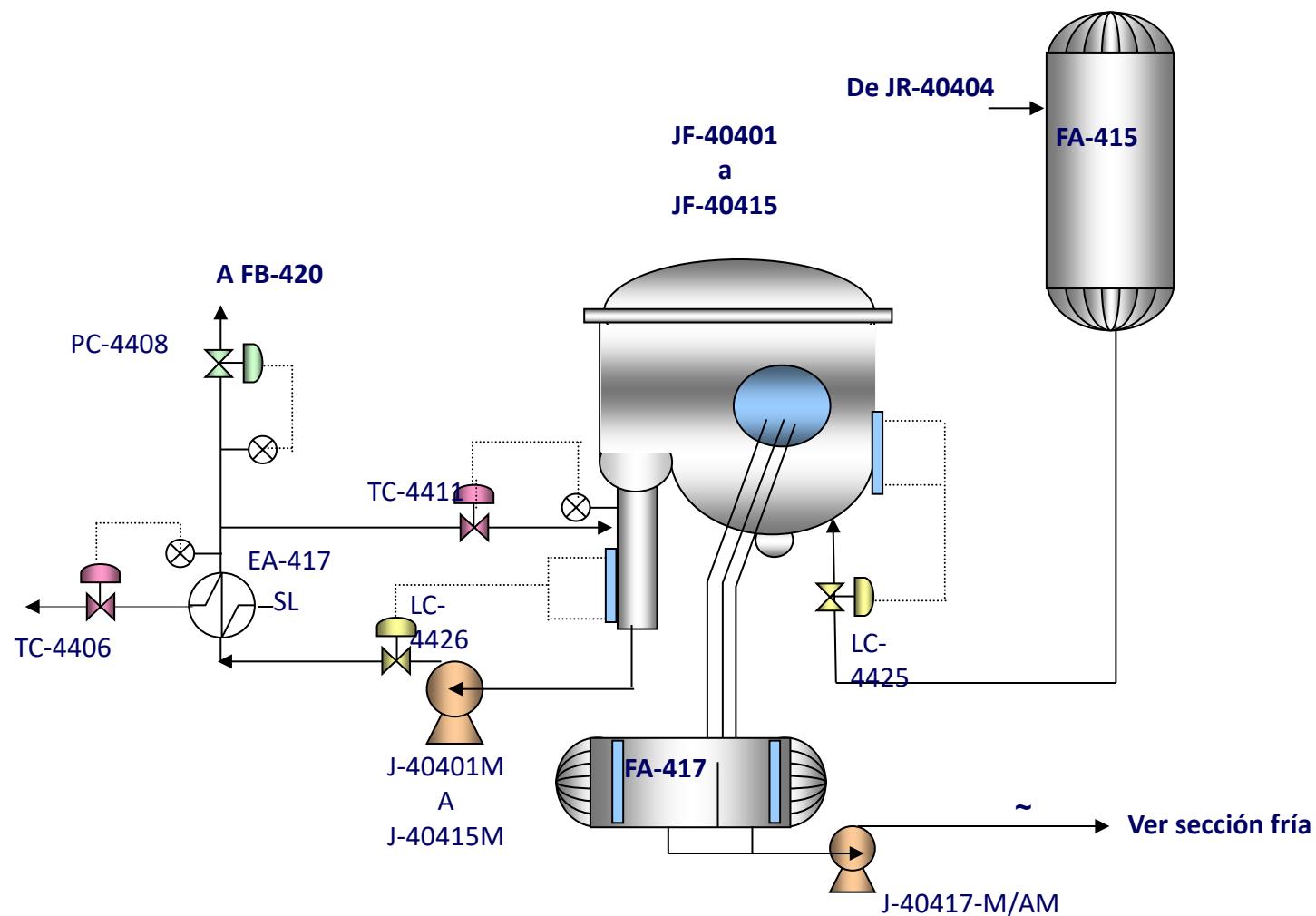
## FILTRACIÓN DE PARAFINA

# Video de Filtros

## SECCIÓN FRÍA – CARGA



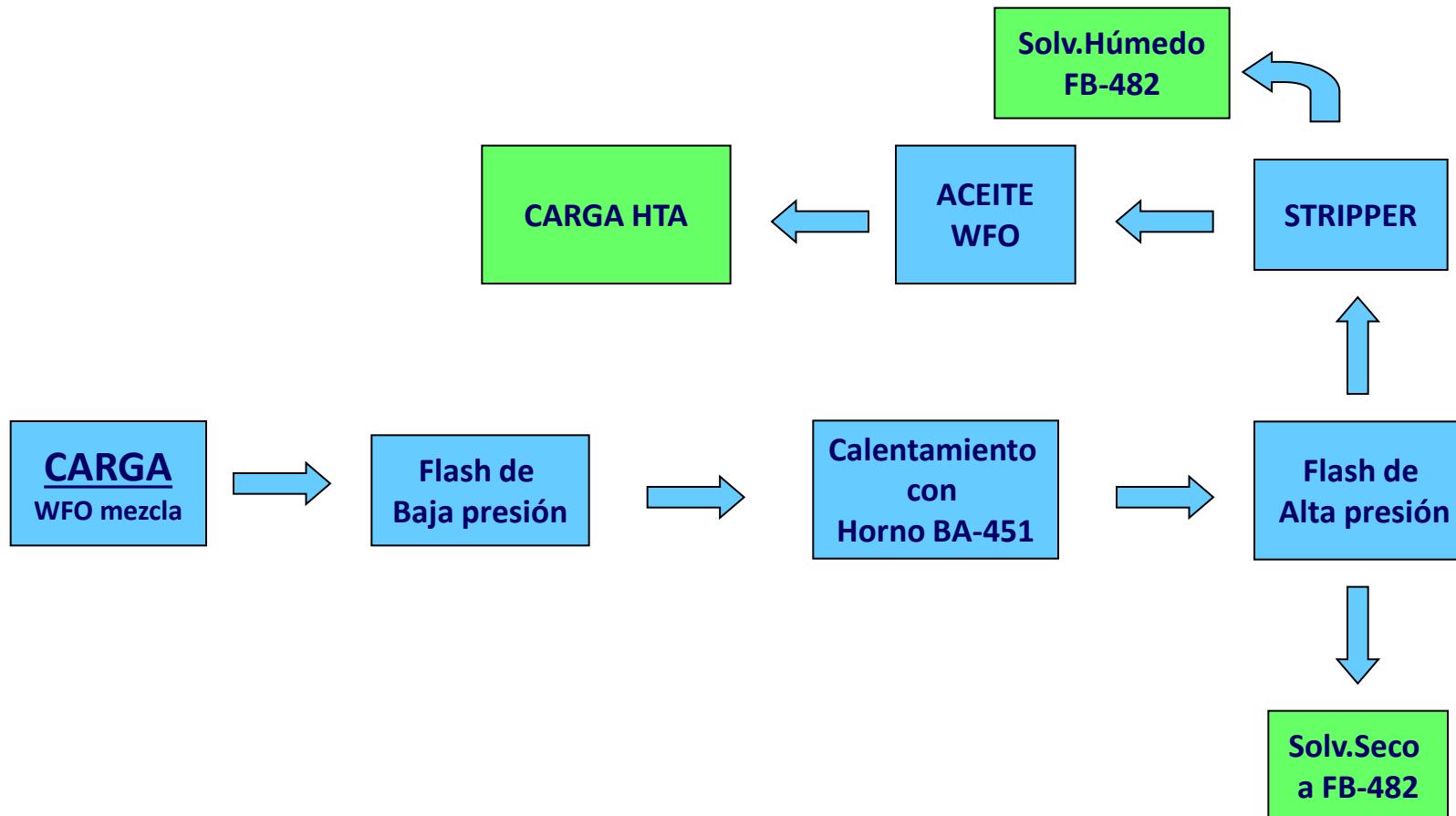
## SECCIÓN FRÍA – FILTRACIÓN DESPARAFINADO



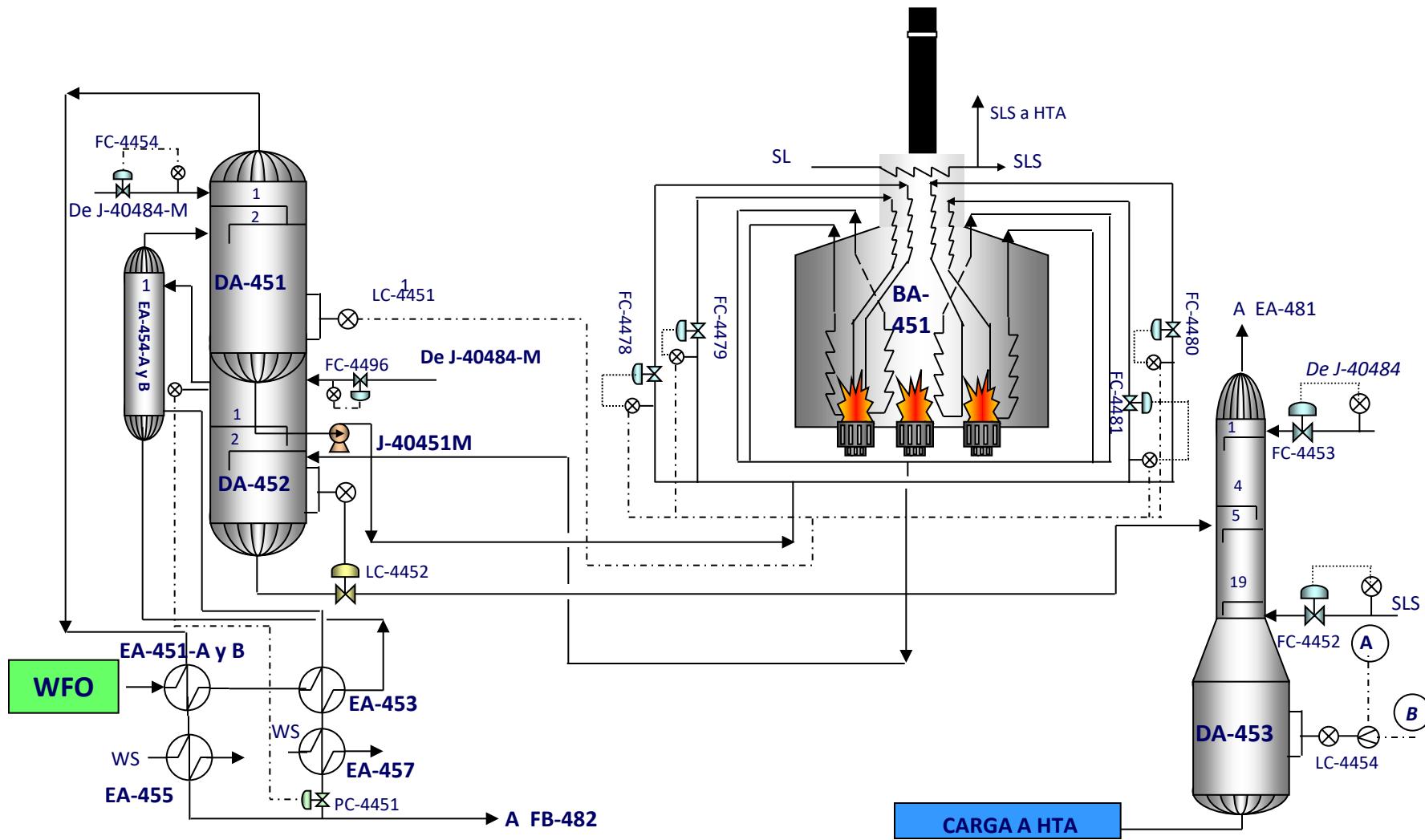
# RECUPERACIÓN DE SOLVENTE DEL WFO

(wax free oil)

## RECUPERACIÓN DE SOLVENTE



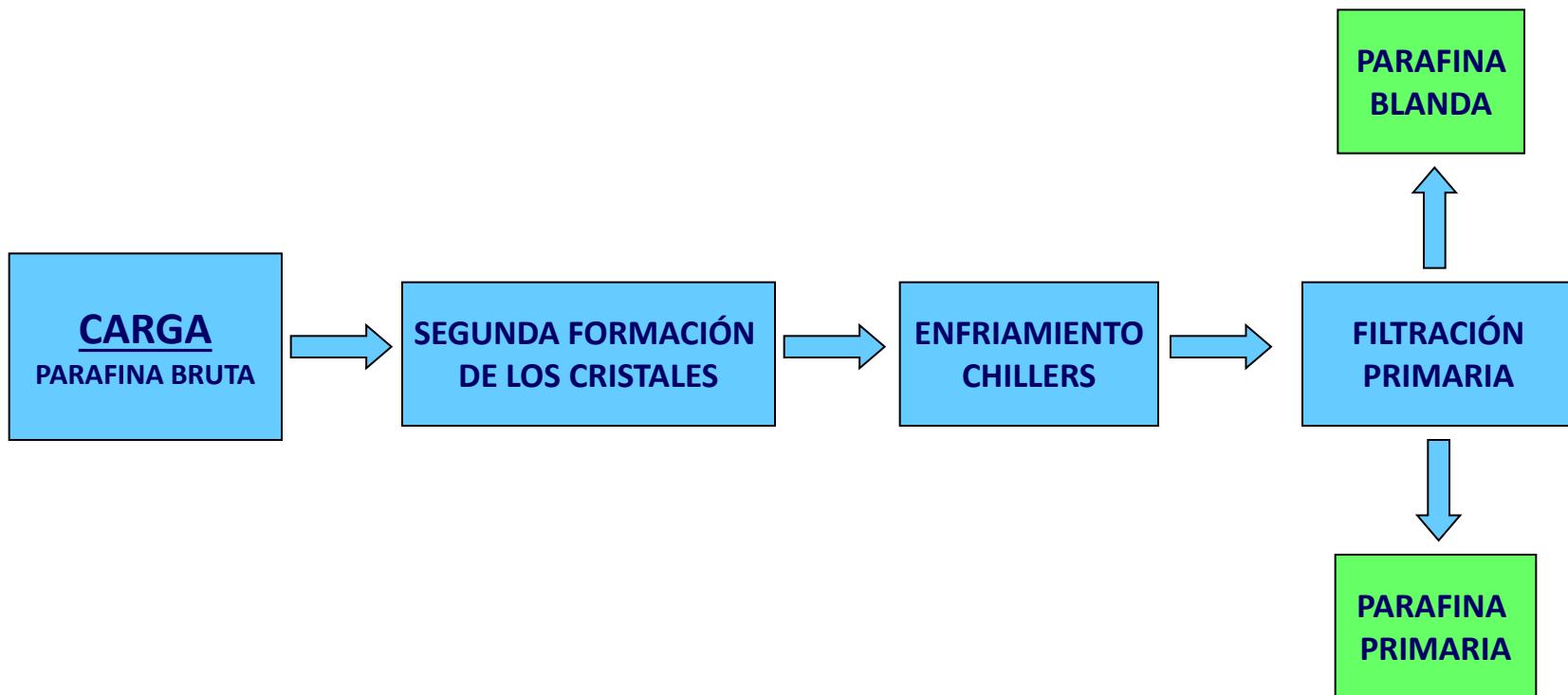
## RECUPERACIÓN SOLVENTE - WFO



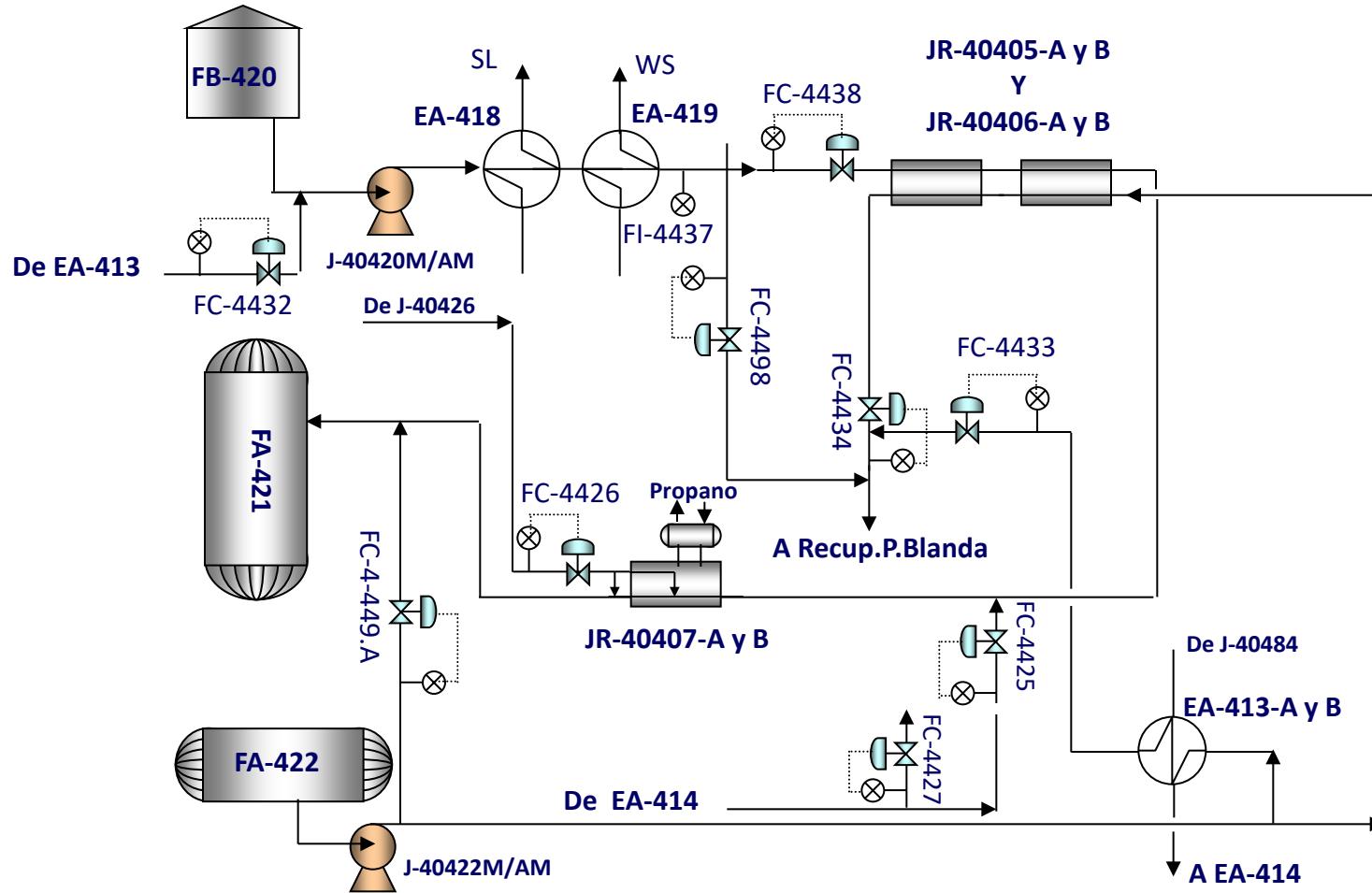
**A: A FC-4601 de HTA sobre envío J-41601-M/T**

# RECRYSTALIZACIÓN DE LA PARAFINA

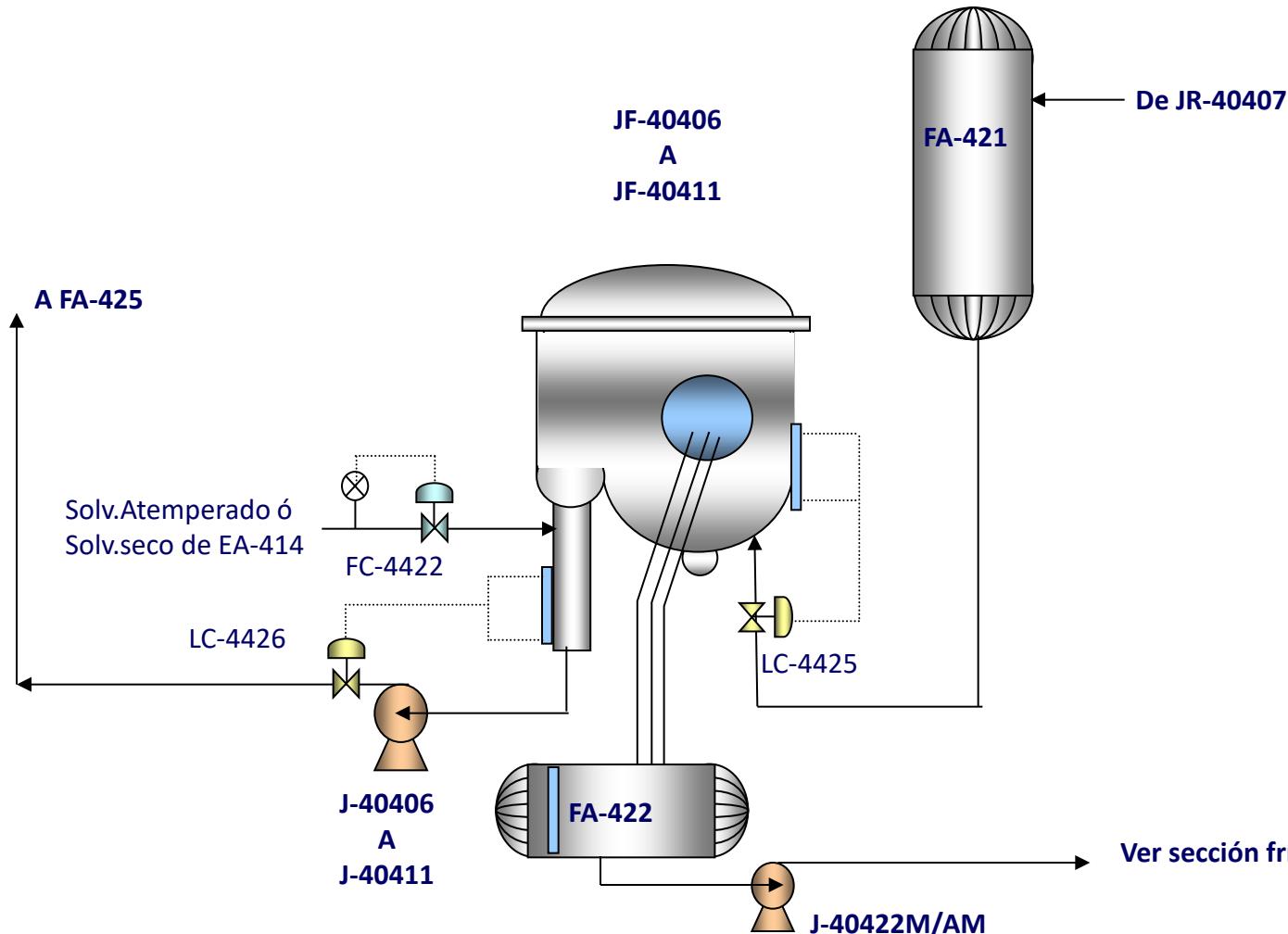
## RECRYSTALIZACIÓN



## SECCIÓN FRÍA – CARGA



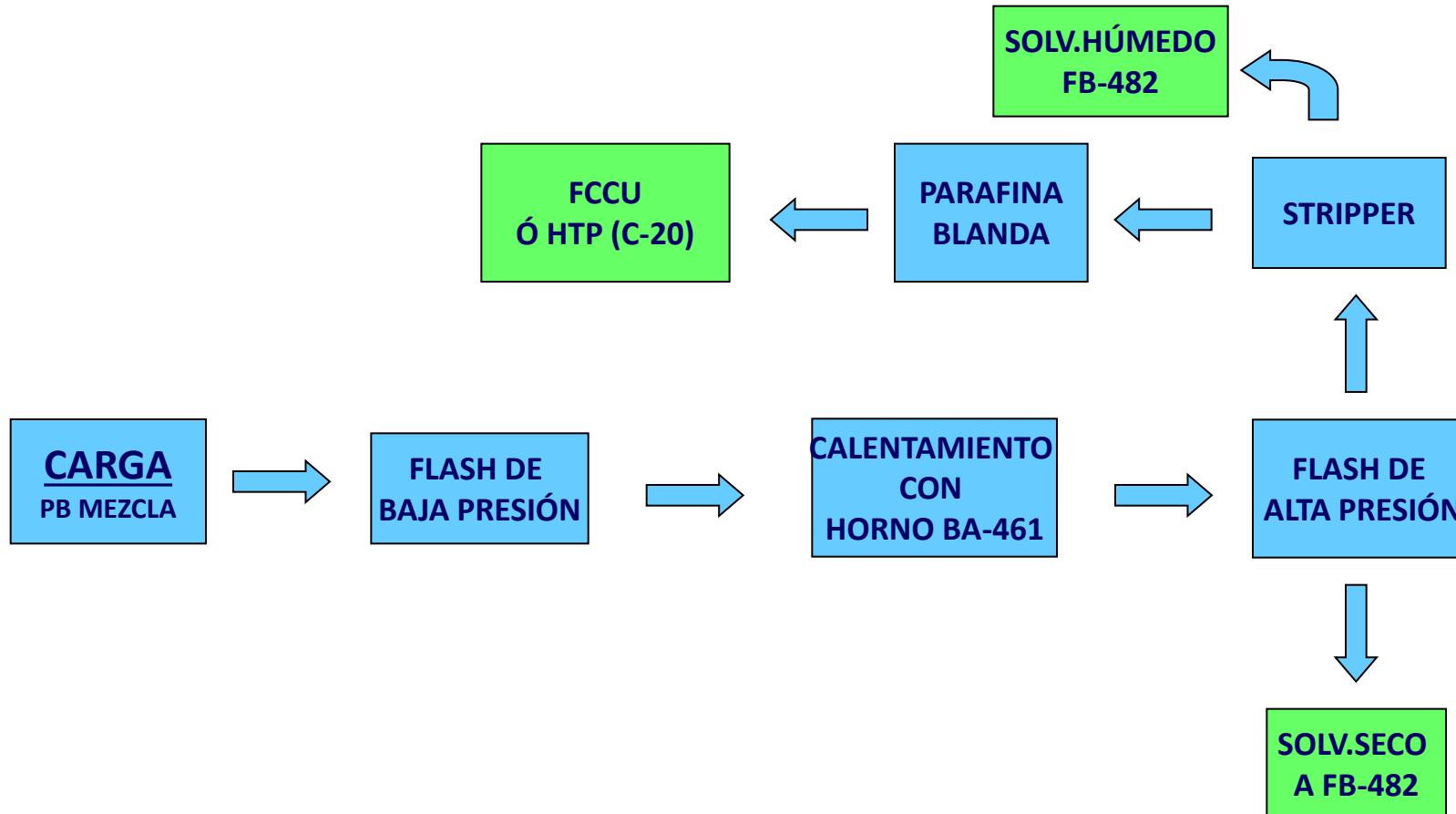
## SECCIÓN FRÍA – FILTRACIÓN RECRYSTALIZACIÓN



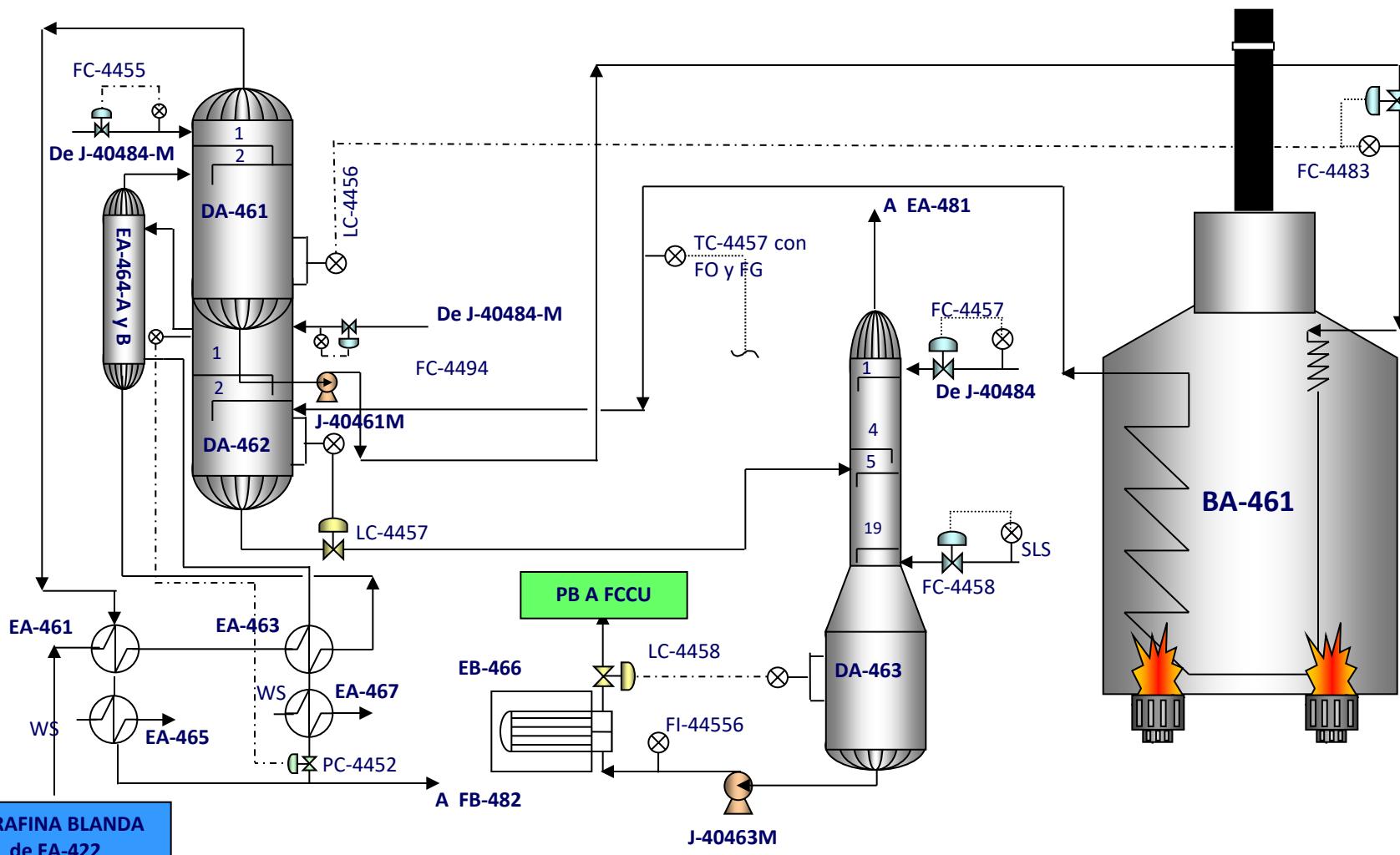
## RECUPERACIÓN DE SOLVENTE

# RECUPERACIÓN DE SOLVENTE DE LA PARAFINA BLANDA

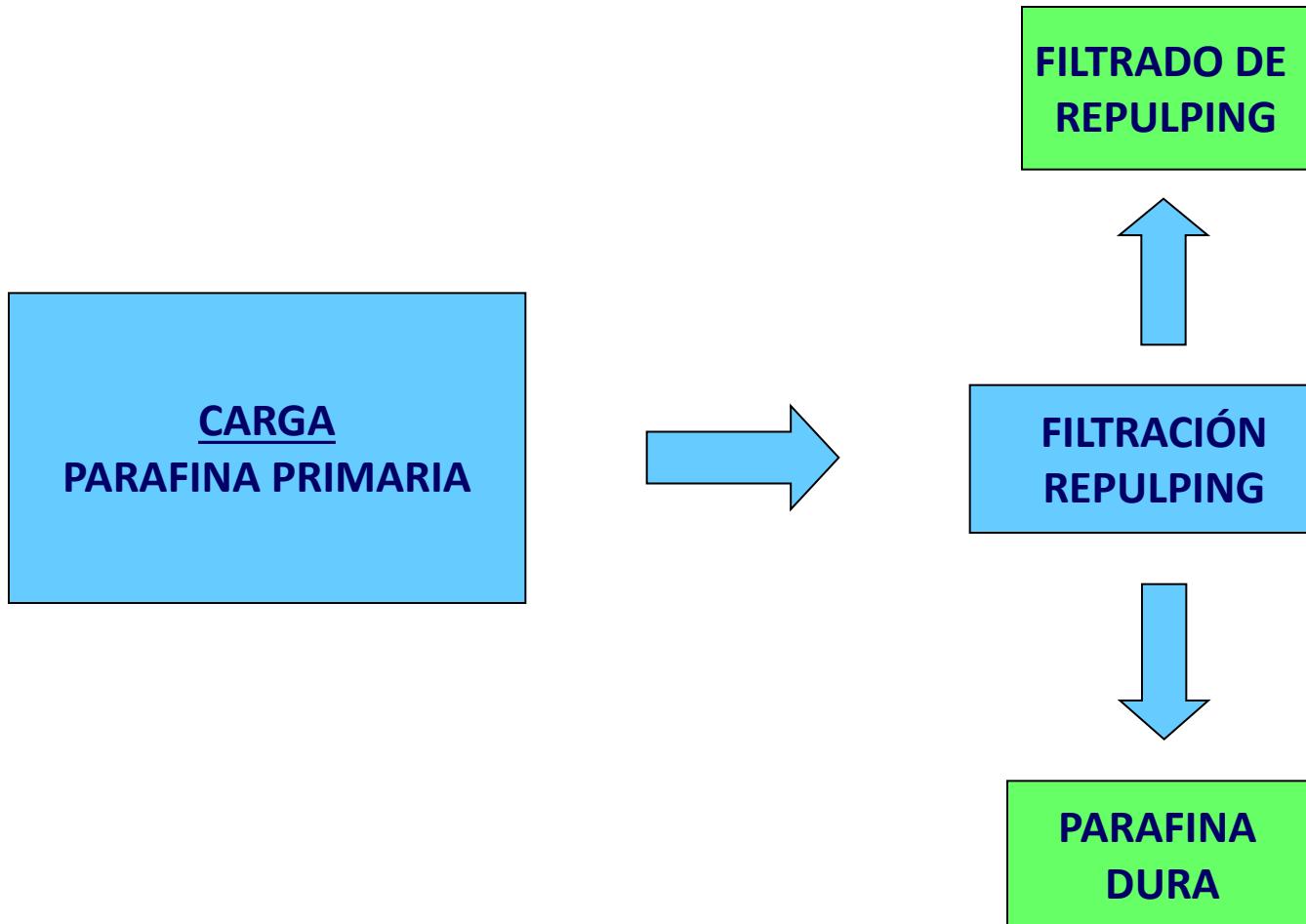
## RECUPERACIÓN DE SOLVENTE



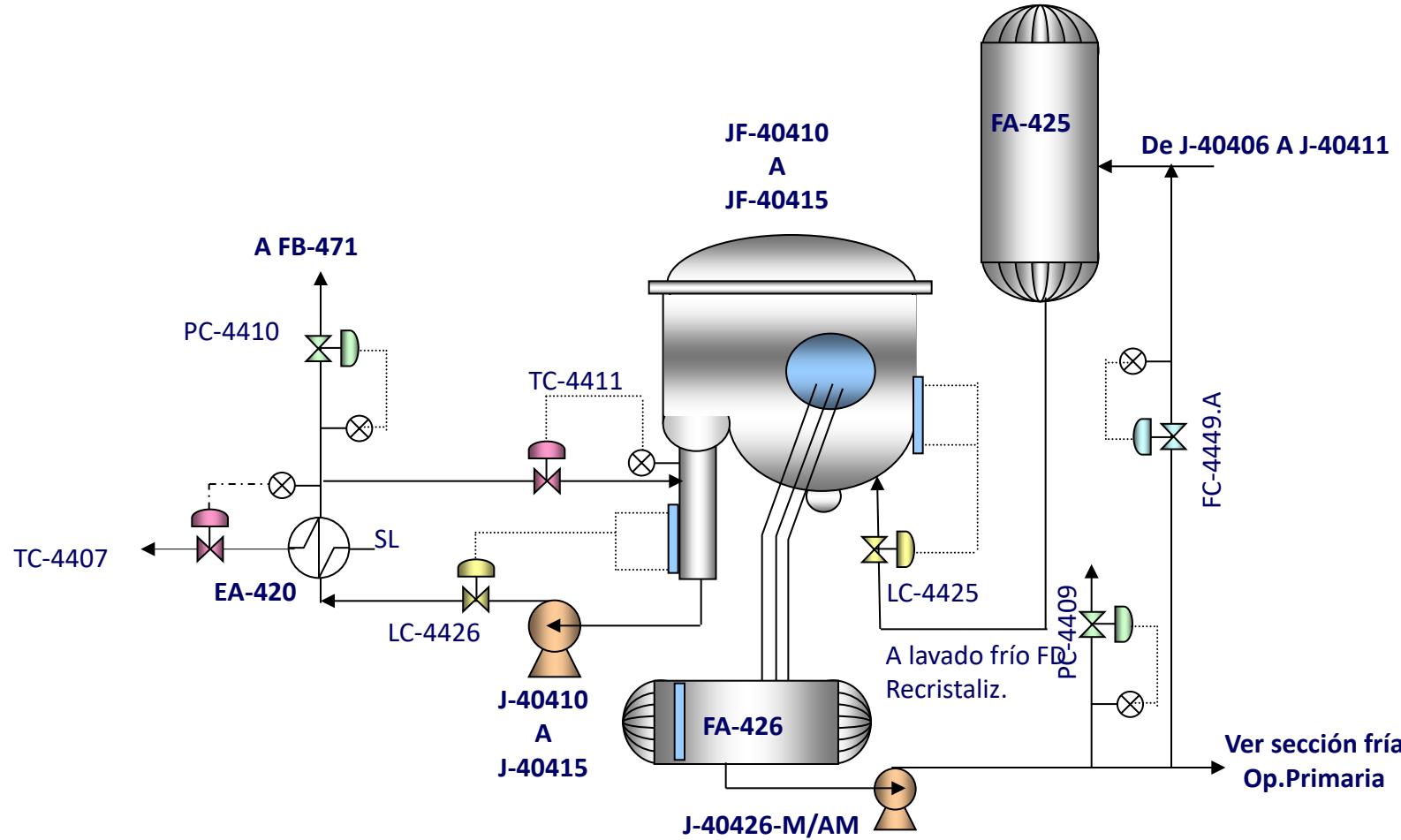
## RECUPERACIÓN DE SOLVENTE – P.BLANDA



## REPULPING



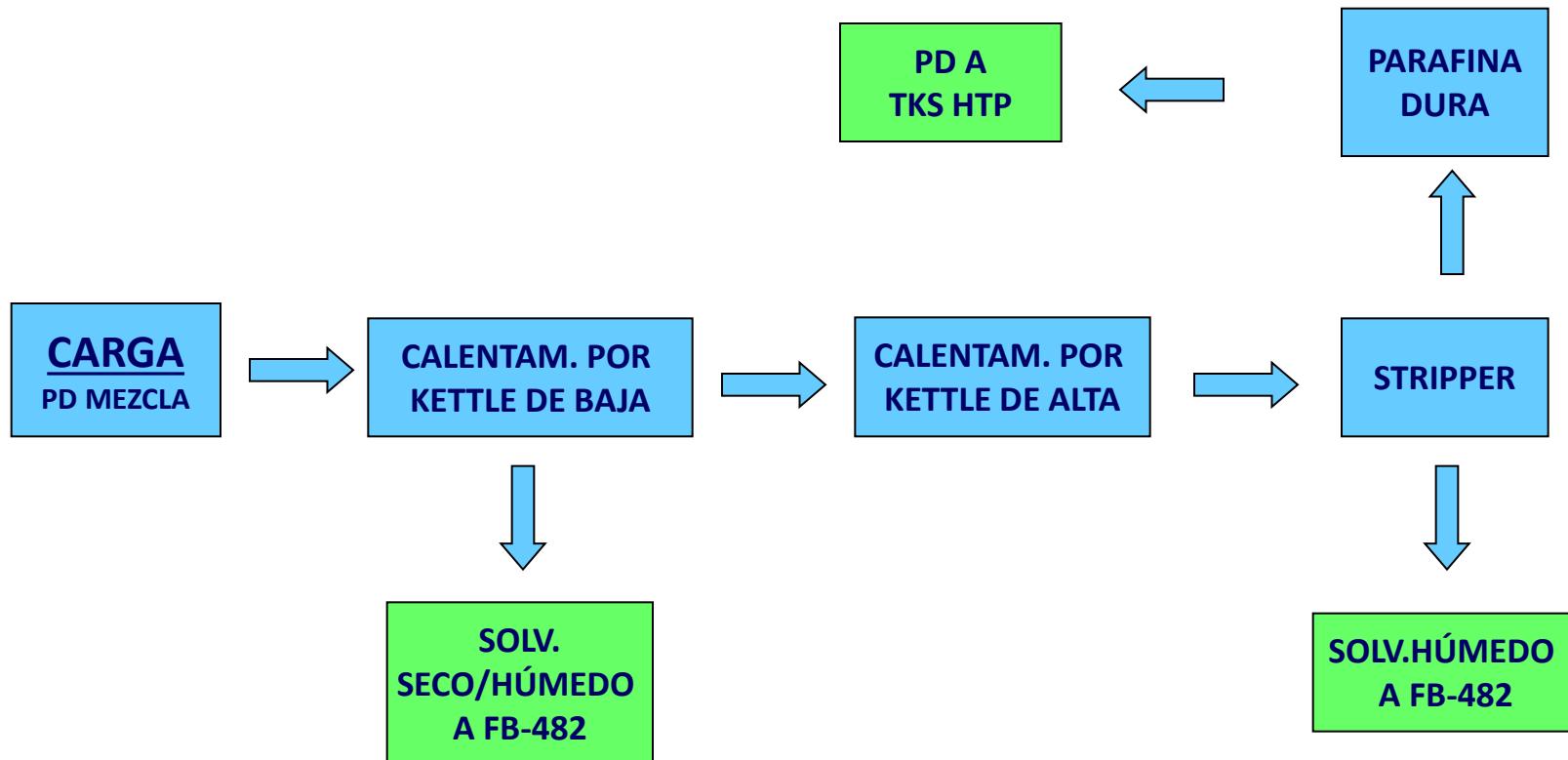
## FILTRACIÓN REPULPING



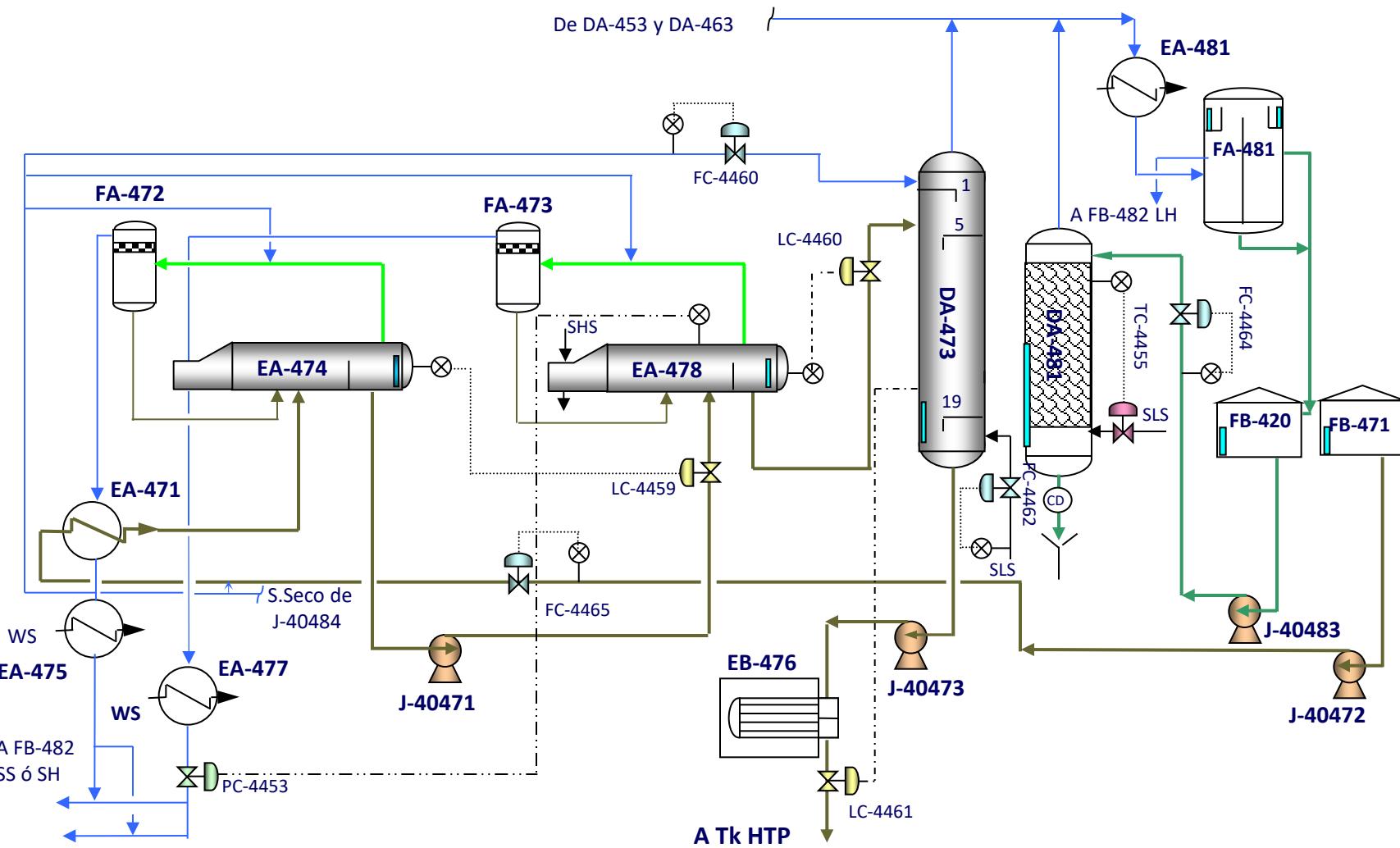
## RECUPERACIÓN DE SOLVENTE

# RECUPERACIÓN DE SOLVENTE DE LA PARAFINA DURA

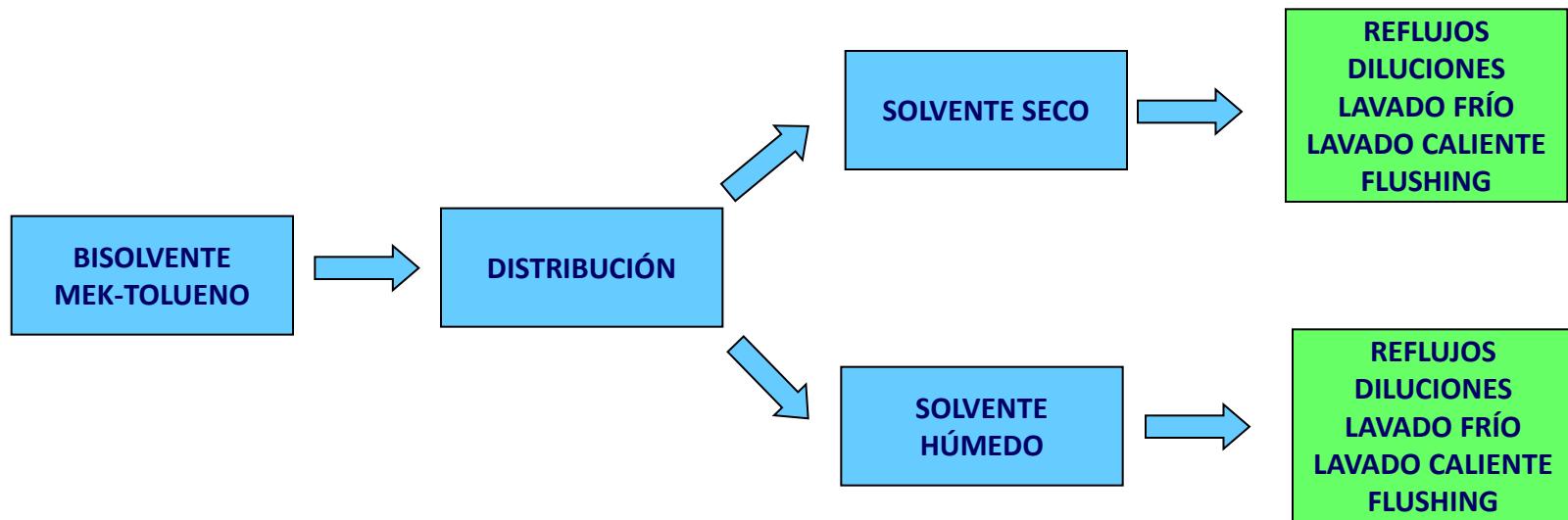
## RECUPERACIÓN DE SOLVENTE



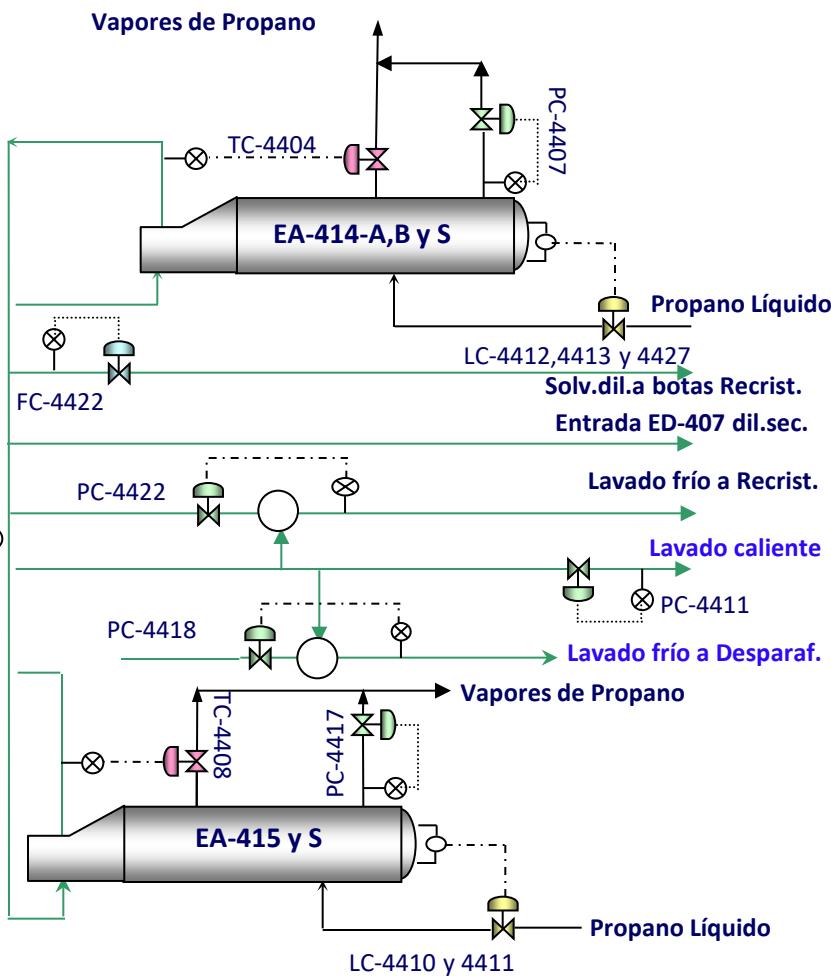
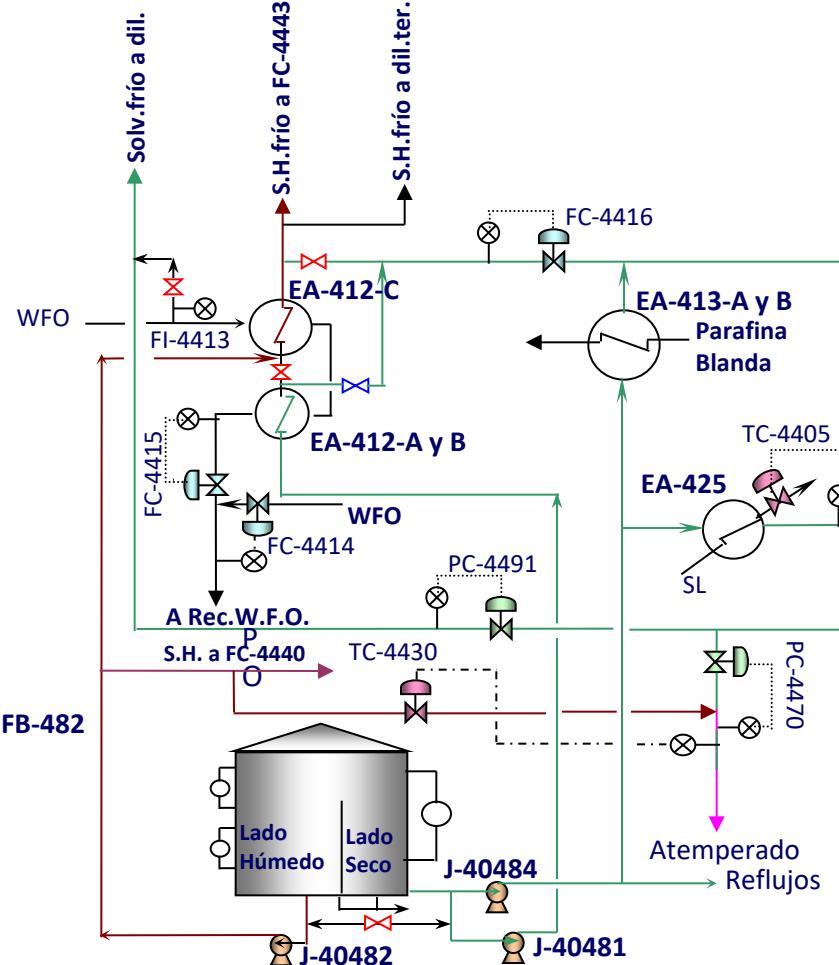
## RECUPERACIÓN DE SOLVENTE – P.DURA



## CIRCULACIÓN DEL BISOLVENTE (MEK – TOLUENO)



## CIRCUITO DE BISOLVENTE (MEK – TOLUENO)



## CIRCULACIÓN DEL BISOLVENTE

MEK : Metil Etil Cetona

Proveedor : Carboclor (Camiones)

Tolueno: Metil Benceno

Proveedor: Interno (CIE) (Camiones)

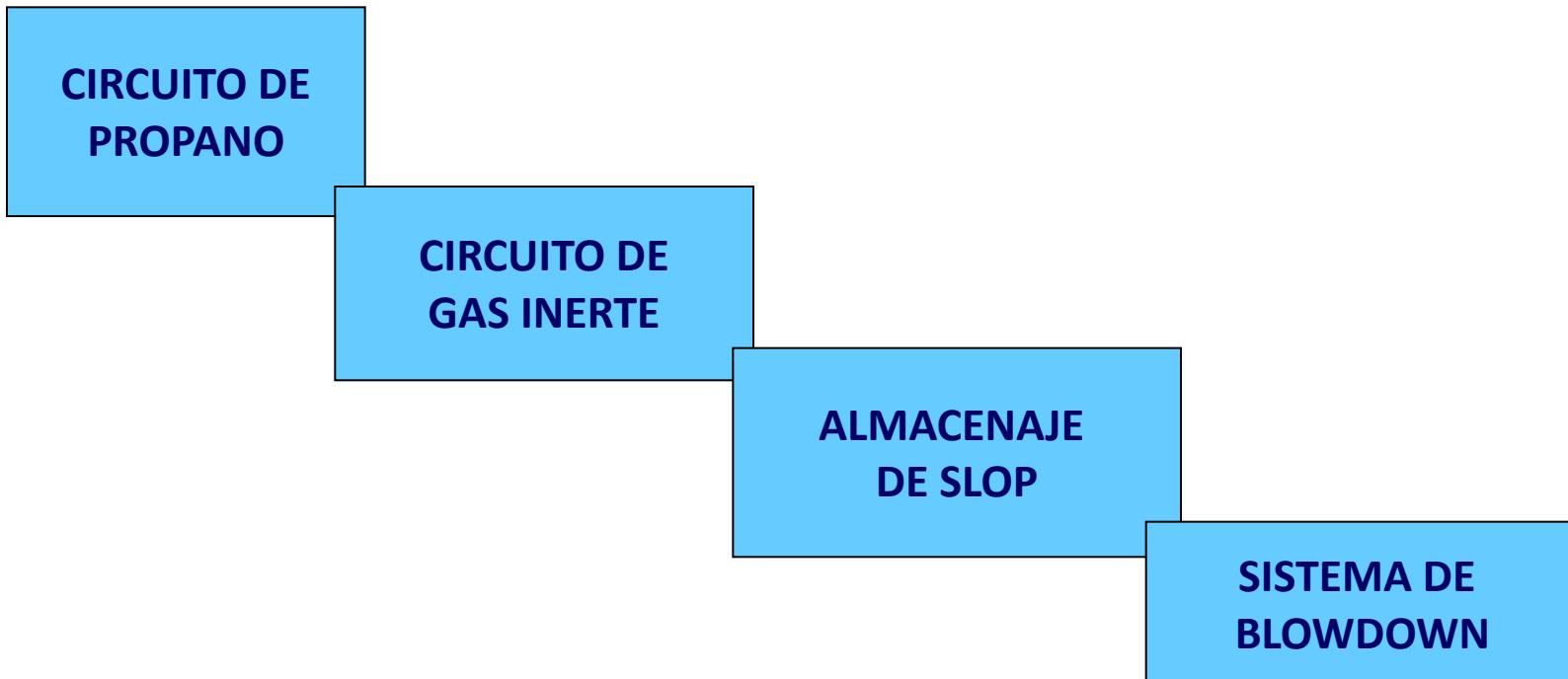
### Composición del Bisolvente:

Desde 1970 a 2000 la proporción fue de 50% de cada uno.

Debido al costo del MEK, que de \$1,4/Kg pasó a 2.9 en 2001, las proporciones utilizadas variaron, a alrededor del 52-54% de Tolueno.

Actualmente se emplea del 55-57% de Tolueno (MEK \$5,6 y Tolueno \$1,8)

## CIRCUITOS COMPLEMENTARIOS



# Condiciones Operativas

	Condición	C-05	C-20	C-30	C-40	C-50
Desparafinación	T° de Filtros	-27 °C	-18 /-19	-19 °C	-18 °C	-18 °C
	Rel.Solv./Carga	2.7:1	2.2:1	2.6:1	2.5:1	4.5:1
	Dil.Primaria Caliente	1.3:1	0.7:1	1.:1	0.9:1	3.5:1
	Dil.Primaria Fría	--	--	--	--	1:1
	Dil.Secundaria	1.4:1	1.7:1	1.4:1	1.4:1	--
	Dil.Terciaria	--	0.2:1	0.2:1	0.2:1	--
	Dil.Sec (Filtrado)	--	0.4 a 0.5:1	--	--	--
	Vel.Filtros (Mpr)	--	2 a 3	--	--	2
	Reciclo	S/Nec.	0.5 a 0.8:1	0 a 0.6:1	0.4 a 0.7:1	S/Nec.
	Solv..Lavado	15 m <sup>3</sup> /FD	1.2:1	1.2:1	1.3:1	2.7:1
Recristalización y Repulping	%Tolueno	48/50 %	50 %	48	48	53
	T° entrada Chillers	40 °C	46	45	49	50
	T° de Filtros (FA-421/425)	--	-1 °C /-2°C	1/0°C	4/2 °C	2/2 °C
	Rel.Solv./Carga	--	1:1	1.4:1	--	1.8:1
	Dil.Primaria	--	0.3:1	0.3:1	0.3:1(De Rec)	1.1:1
	Dil.Secundaria	--	0.7:1	1.1:1	20-22 m <sup>3</sup> h	0.7:1
	Vel.Filtros (Mpr)	--	3.5 a 4	--	--	2/2.5
	Rel.Lavado	--	0.6:1	0.6:1	0.7:1	1.2:1
	T° entrada Chillers	--	50 °C	50	65	57
	Dil.Prim Solv.Atemp	--	-4 a -5	1:1	1:1	1.5:1(De 414)
	Reciclo (Rec/Rep)	--	5 a 15 / 0 a 5	0 a 12/--	5 a 30/5 a 10	5/--

## FACTORES DE PROCESO

- Viscosidad del fluido.
- Contenido de parafina
- Forma y tamaño de las partículas de parafina. Tipo de parafina.
  - Velocidad de enfriamiento.
  - Relación de solvente y composición.

Corte	Cant.FD (Nº)	Carga (m3/h)	Rel S/C	Rend. (%)	WFO (m3/h)	Sup.Filt. (m2)	Vel.Filt. (m3/m2h)
05 (Agro)	5	45	3:1	80	171	375	0.456
20	4	52	2.2:1	77	154	300	0.515
30	5	50	2.7:1	75	173	375	0.46
40	7	45	4.4:1	70	230	525	0.437
50	7	28	4.9:1	73	158	525	0.3
05 (Trans)	5	28	3.3:1	76	114	375	0.303

## FACTORES DE PROCESO

### Viscosidad del fluido.

Es uno de los principales factores de proceso, que afectan la filtrabilidad. Una filtración eficaz, se logra con una buena velocidad de filtración, y ésta se logra reduciendo la viscosidad de la carga.

Con una viscosidad adecuada, se pueden evitar principalmente 3 cosas:

- Oclusión del aceite en la parafina.
- En términos de intercambio térmico en los rascadores (Chillers) es muy importante, pues de la viscosidad depende el coeficiente de intercambio.
- Muchas roturas de ejes, especialmente en los últimos chillers rascadores, por el gran esfuerzo mecánico que se realiza.

### Contenido de parafina

En la filtración, tiene poco efecto, pero para tener una torta suficientemente gruesa, fácil de despegar, es recomendable recircular filtrado o parafina mezcla, de modo de tener una relación líquido/sólido de 20:1 en Desparafinación y 15:1 en la operación de Fraccionamiento de la parafina.

## Factores de Proceso

- Forma y tamaño de las partículas de parafina. Tipo de parafina.
- Velocidad de enfriamiento.
- Relación de solvente y composición.

Para permitir un adecuado crecimiento del cristal, se recomienda mantener la velocidad de enfriamiento por debajo de los siguientes valores, de acuerdo al corte:

Corte 05	7,2 a 7,8 °C/min.
Corte 20	6.7 a 7.2 °C/min.
Corte 30	6.1 a 6.7 °C/min.
Corte 40	5.6 a 6.1 °C/min.
Corte 50	3.6 a 5.0 °C/min.

Una velocidad de enfriamiento superior, conduciría a cristales más pequeños de baja filtrabilidad.

A continuación se da una tabla con los valores típicos de velocidad de filtración:

Corte	Cant.FD (Nº)	Carga (m3/h)	Rel S/C	Rend. (%)	WFO (m3/h)	Sup.Filt. (m2)	Vel.Filt. (m3/m2h)
05 (Agro)	5	45	3:1	80	171	375	0.456
20	4	52	2.2:1	77	154	300	0.515
30	5	50	2.7:1	75	173	375	0.46
40	7	45	4.4:1	70	230	525	0.437
50	7	28	4.9:1	73	158	525	0.3
05 (Trans)	5	28	3.3:1	76	114	375	0.303

## Factores de Proceso

### •Forma y tamaño de las partículas de parafina. Tipo de parafina.

- Velocidad de enfriamiento.
- Relación de solvente y composición.

Para permitir un adecuado crecimiento del cristal, se recomienda mantener la velocidad de enfriamiento por debajo de los siguientes valores, de acuerdo al corte:

Corte 05	7,2 a 7,8 °C/min.
Corte 20	6.7 a 7.2 °C/min.
Corte 30	6.1 a 6.7 °C/min.
Corte 40	5.6 a 6.1 °C/min.
Corte 50	3.6 a 5.0 °C/min.

Una velocidad de enfriamiento superior, conduciría a cristales más pequeños de baja filtrabilidad.

Corte	Cant.FD (Nº)	Carga (m3/h)	Rel S/C	Rend. (%)	WFO (m3/h )	Sup.Filt. (m2)	Vel.Filt. (m3/m2h)
05 (Agro)	5	45	3:1	80	171	375	0.456
20	4	52	2.2:1	77	154	300	0.515
30	5	50	2.7:1	75	173	375	0.46
40	7	45	4.4:1	70	230	525	0.437
50	7	28	4.9:1	73	158	525	0.3
05 (Trans)	5	28	3.3:1	76	114	375	0.303

QWFO= Qcarga (Rend./100+Rel.S/C)

## Análisis de Laboratorio

MUESTRA	ENSAYO
CARGA	INDICE DE REFRACCIÓN
	PUNTO DE INFLAMACIÓN
	DENSIDAD
	VISCOSIDAD
	COLOR
WFO	PUNTO DE INFLAMACIÓN
	PUNTO DE ESCURRIMIENTO
	DENSIDAD
	% SOLVENTE
	COLOR
	%AZUFRE
P.BLANDA	DENSIDAD
	%SOLVENTE
P.BRUTA	%ACEITE
	%SOLVENTE
P.PRIMARIA	%ACEITE
	%SOLVENTE

MUESTRA	ENSAYO
P.DURA	%ACEITE
	INDICE DE REFRACCIÓN
	COLOR
	P.FUSIÓN
	PENETRACIÓN
	DENSIDAD
FA-429	%OXÍGENO
FA-490	P.INFLAMACIÓN
Ac.GC-440	P.INFLAMACIÓN
Ac.GB-401	P.INFLAMACIÓN

## Especificaciones

### Ejemplos de datos fuera de especificación

#### Como afecta un desvío en la operación

P.Escurreimiento > -12 : Enfriamiento de la Unidad, a través del Compresor (Mayor consumo de Vapor de alta, mayor circulación de propano y mayor condensación). Si esto no es posible, se debe bajar carga. Si aún no es posible, se debe circular hasta establecer las causas del desvío.

IV < 95 : Nada se puede hacer, puesto que ésta propiedad está asociada al IR del Refinado de la Unidad de Furfural. Cualquier acción tendiente a paliar esta situación (por ejemplo calentar), podría derivar en salir de especificación en la viscosidad o el P.de Escurreimiento y aún así no cambiar el IV.

Se deberá ajustar la Unidad de Furfural (Refinar más) en las próximas campañas, para afectar ese IV.

Indice de viscosidad: Como es un índice y depende de dos viscosidades, su precisión tiene relación directa con la precisión en la determinación de esas viscosidades. A nivel mundial se emplea el Cst como unidad de viscosidad. El Cst generalmente es una unidad relativamente pequeña para nuestros productos, por lo que un décimo en el valor puede hacer que un IV sea 95 ó 94. Por ello antiguamente se empleaban los SSU.

% de aceite en parafina: se ajusta temperatura de operación en filtros de recristalización y repulping, se ajustan los lavados en calidad y/o cantidad.

Es importante conocer el origen de la parafina, ya que la parafina primaria, tiene normalmente un contenido de alrededor del 4% y además contiene solvente.

La P.Blanda tiene entre 15 y 25% de aceite y no tiene solvente.

La P.Dura tiene entre 0.7-1.5% y no tiene solvente.

Es importante para este tipo de unidades, contar con varios datos. Debido al tiempo que toma realizar este ensayo, esto no es posible a menos que se emplee un aparato automático, que permite que el resultado se obtenga en un lapso de 30 a 45 minutos.

# Especificaciones

## ENsayos en laboratorio

Viscosidad (40 y 100°C)  
 Índice de viscosidad  
 Densidad  
 Color (NPA – Saybolt)  
 Punto de inflamación  
 Punto de enturbiamiento  
 Punto de escorrimiento  
 Punto de fusión  
 Penetración  
 % de aceite  
 % de solvente  
 % de agua  
 Índice de refracción  
 Estabilidad al color  
 Volatilidad (Noack)  
 Tangente delta  
 %S  
 %N  
 Carbon Conradson  
 Contenido de aromáticos  
 FDA  
 PONA

### Especificaciones aceites

Corte	P.Esc.(°C)	V40(Cst)	V100(Cst)	IV	Noack	%S	Color
05346	-21	8-12	----	85	----	<100	0.5
20346	-12	29-35	----	95	15	0.07/0.2	1
30346	-12	55-64	----	95	----	0.07/0.2	1
40346	-9	95-105	----	95	----	0.07/0.3	1.5
50346	-9	----	29-36	95	----	0.5 máx.	5
60040	+6	----	58-66	60	----	0.5 máx.	----

### Especificaciones parafinas

Corte	Color	P.F.(°C)	Penet.(mm)	Aceite (%)
PD20	+29	56.58	14	0.7 máx.
PD30	+29	62-64	17	0.7 máx.
PD40	+28	66-68	15-19	1.5 máx.
PD50	+25	74 mín.	16 máx.	0.7 máx.

## Unidad de HTA

### Objetivos:

Eliminar los compuestos del Azufre y del Nitrógeno, a efectos de evitar la formación de gomas y lacas para el primer caso y proveer de estabilidad al aceite producido para el segundo.

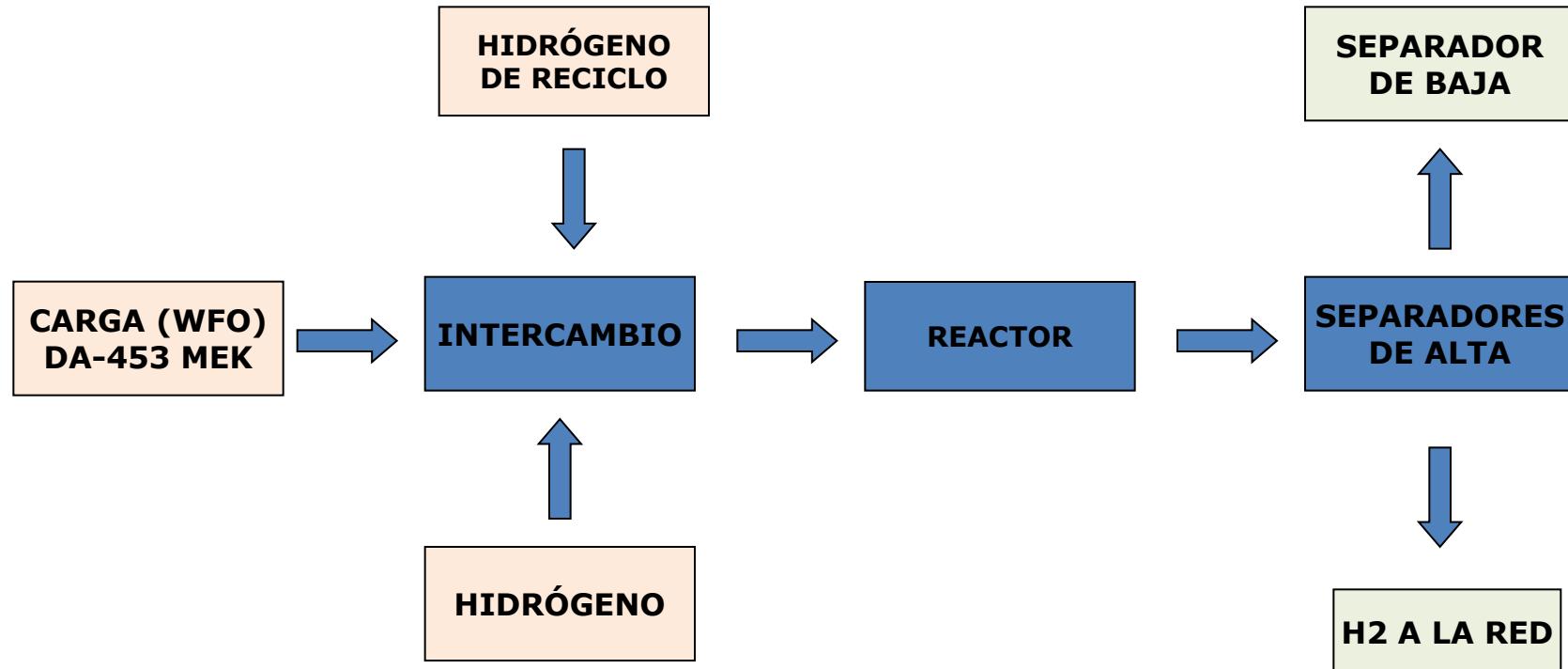
### Descripción General:

Para llevar a cabo la eliminación de los compuestos del Azufre y del Nitrógeno, es necesario inyectar hidrógeno a 50 Kg/cm<sup>2</sup> e incrementar la temperatura para que se produzcan las reacciones necesarias.

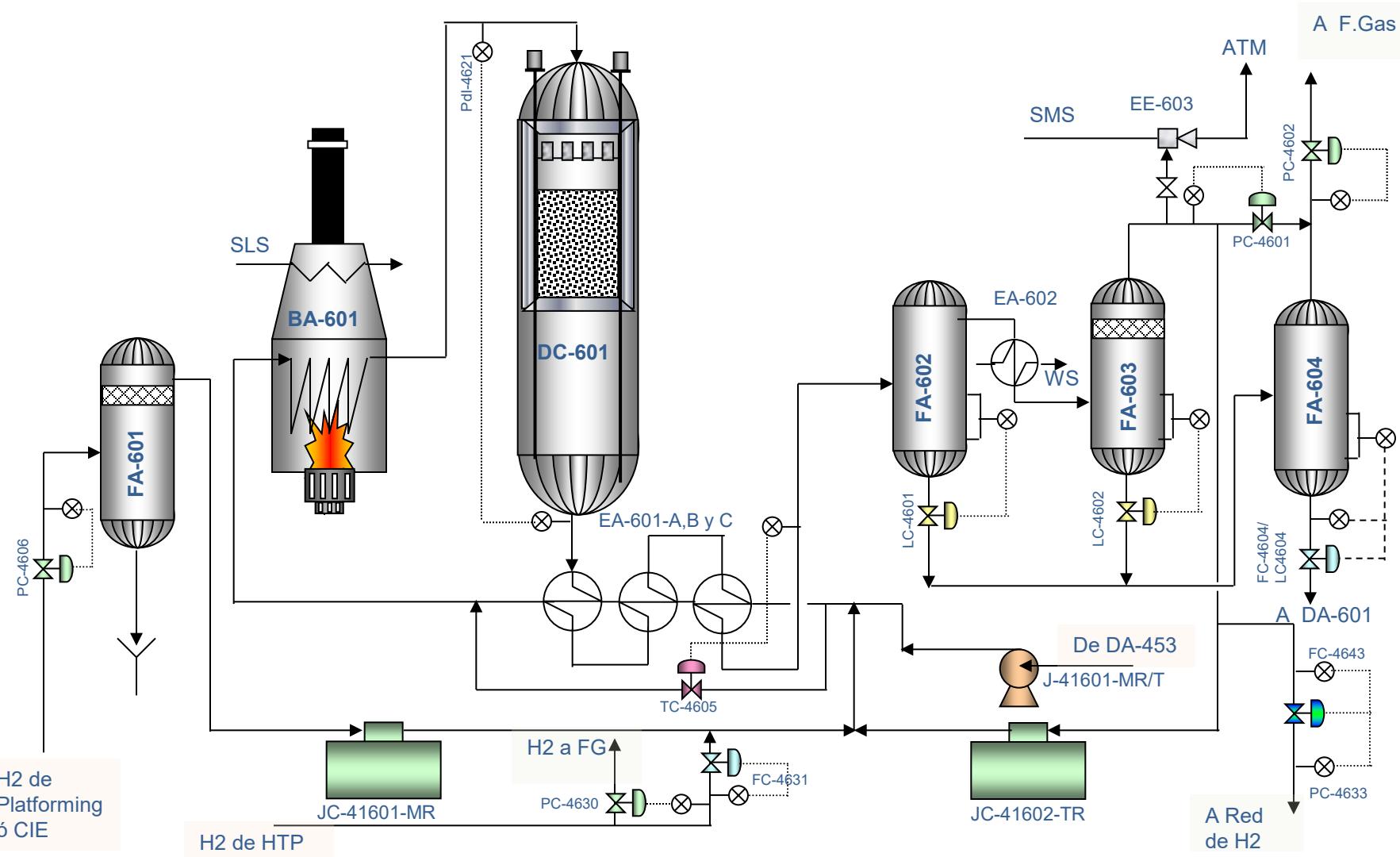
Para ello la Unidad cuenta con un sistema de alta formado por un Reactor de un solo lecho y dos separadores, y un sistema de baja, formado por un separador, un Stripper y un Secador.

Para inyectar hidrógeno, se emplea un compresor alternativo y uno de reciclo.

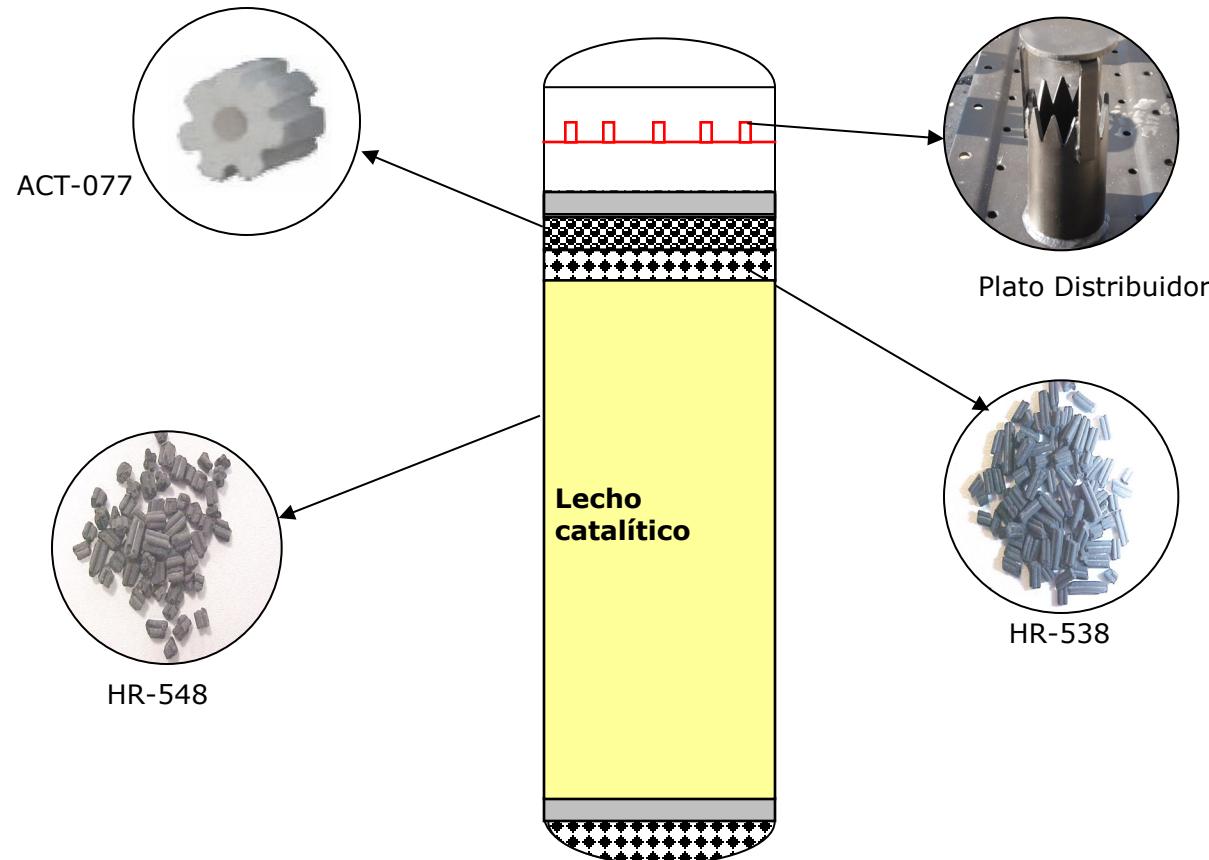
## Sistema de Alta Presión



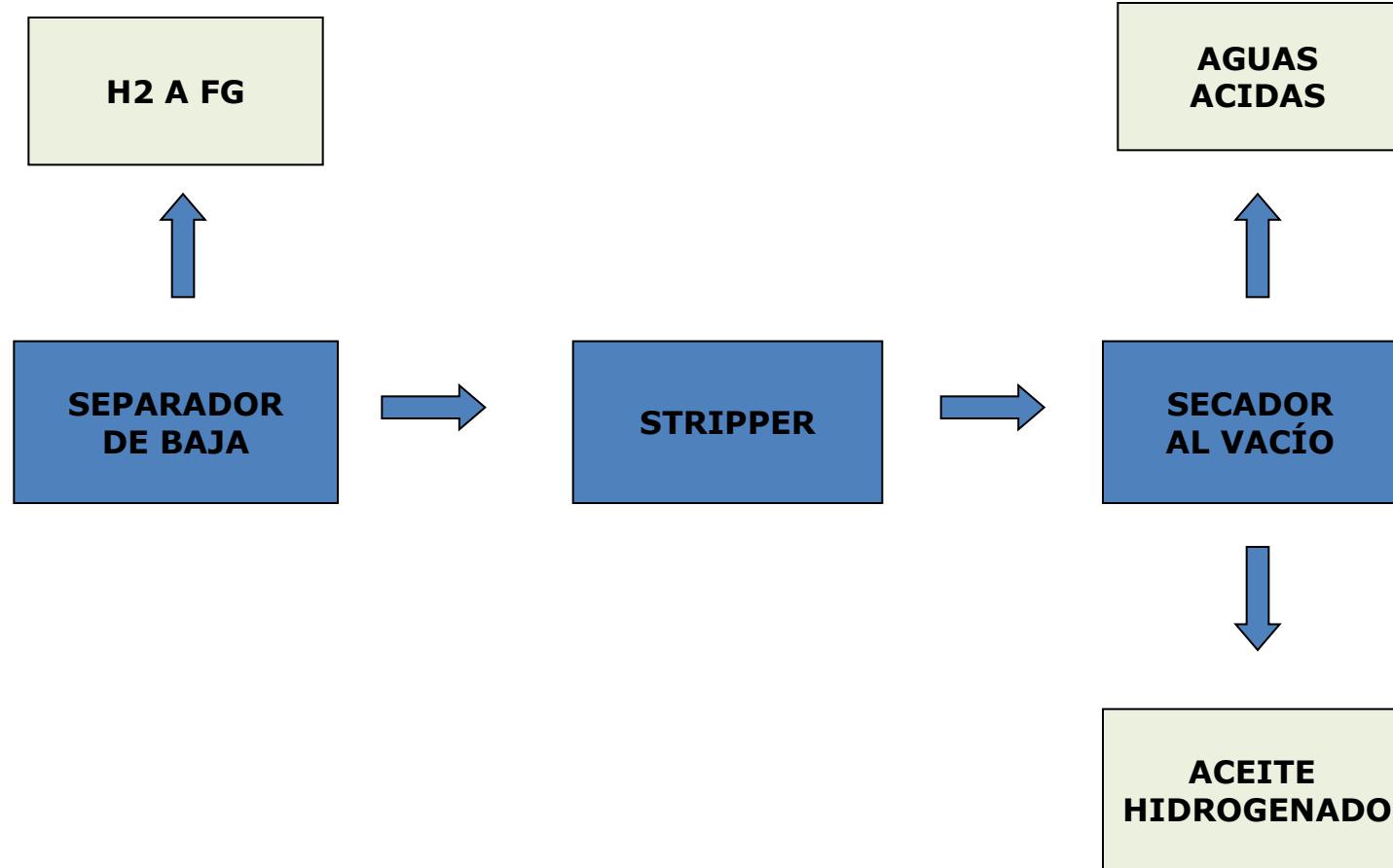
# Sistema de Alta Presión



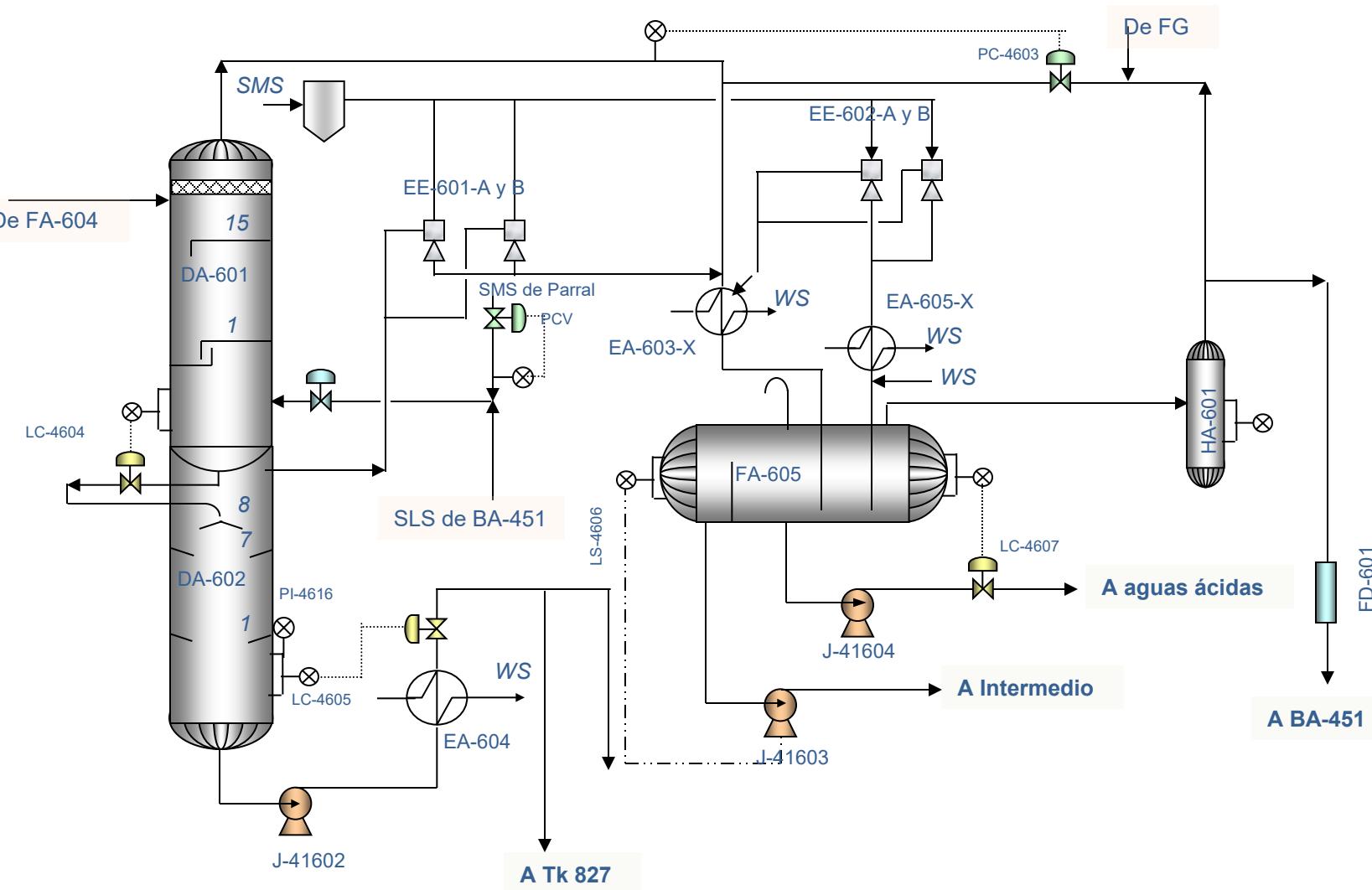
## Catalizador Axens



## Sistema de Baja Presión



## Sistema de Baja Presión



## Reacciones que se producen

Debido a que este tipo de alimentaciones, han sido parcialmente purificadas en la extracción con solvente, las reacciones claves a ser consideradas en el hidrotratamiento, son las de hidrodesulfuración y las de hidrodenitrificación. No obstante, se distinguen otras reacciones que se producen:

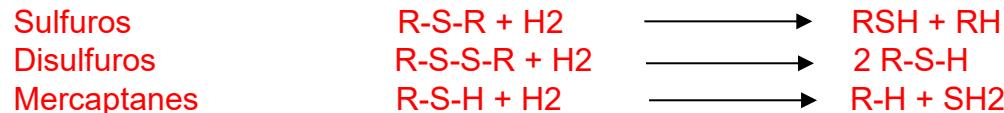
Desulfurización

Hidrodenitrificación suave.

Hydrogenación de Olefinas.

Muy suave hidrogenación de Aromáticos.

Descomposición de compuestos oxigenados.



En el caso de azufre combinado, la principal reacción es la ruptura de los enlaces entre el átomo de azufre y un ciclo y el resto de la molécula, con la liberación de un anillo aromático y para desulfurización severa obteniendo la apertura del ciclo con la formación de fenil mercaptán, siendo el último producto el  $H_2S$ .

Las reacciones requeridas en un Hidrotratamiento, son la desulfurización de sulfuros, disulfuros mercaptanes y parcialmente en algunas formas combinadas del azufre de modo que algunos compuestos aromáticos con azufre, quedan presentes en los lubricantes. Esos compuestos, actúan como antioxidantes, ahorrando costos en aditivos.

## Reacciones que se producen

### ✓ Hidrodenitrificación suave.

El Nitrógeno, se encuentra presente esencialmente en compuestos heterocíclicos. Esta reacción es más dificultosa que la anterior. El Nitrógeno en compuestos pesados, puede ser descompuesto en productos intermedios, y con una alta severidad, el último producto será Amoníaco.

Una gran parte de los compuestos nitrogenados, se remueven en la Unidad de Furfural.

Sin embargo, para algunos crudos altamente nitrificados, se requiere el hidrotratamiento, para conferir mayor estabilidad al color.

### ✓ Hidrogenación de Olefinas.

Algunas Olefinas, pueden estar presentes en los refinados, pero generalmente en menor cantidad. La mayoría de ellas, se saturan durante las reacciones de hidroterminado. Para su mensura, se emplea el Número de Iodo.

### ✓ Muy suave hidrogenación de Aromáticos.

Normalmente en la hidrogenación, los aromáticos no son hidrogenados. Sin embargo los análisis muestran un leve decrecimiento durante el stripping del aceite. Este decrecimiento es debido a la lineración de algunos anillos aromáticos hacia los compuestos livianos los cuales son strippeados para incrementar el punto de inflamación requerido. Por lo tanto el resultado neto es un leve decrecimiento en aromáticos y un leve aumento del IV.

### ✓ Descomposición de compuestos oxigenados.

Generalmente, los componentes oxigenados son removidos mayoritariamente en la etapa de extracción con solvente. Si aún persisten algunos, serán quitados en el hidrotratamiento. El Oxígeno, puede ser medido por rayos infrarrojos o por otro método disponible.

El número inicial es reducido y el carbón Conradson es reducido en cierto modo también a baja severidad y removido casi tanto como el Azufre a alta severidad.

## Factores de proceso

- ✓ Relación Hidrógeno / carga.
- ✓ Presión del sistema de reacción.
- ✓ Temperatura de Reacción.
- ✓ Vacío en Stripper y Secador

## Análisis de Laboratorio

MUESTRA	ENSAYO	OBSERVACIONES
SALIDA HTA	Color	
	Viscosidad a 40°C	
	Viscosidad a 100°C	
	Indice de Viscosidad	
	Punto de Inflamación	
	Punto de escurrimiento	
	Punto de enturbiamiento	
	Humedad	
	Noack	Solo p/cortes 20
	Azufre	(*) p/Transformador
	Nitrógeno	(*) p/Transformador
	Aspecto	
HIDRÓGENO FRESCO	Densidad	
	Composición	
	% de Hidrógeno	
HIDRÓGENO DE RECICLO	Densidad	No es programada
	Composición	No es programada
	Pureza	No es programada

## Unidad de HTP

### Objetivos:

Eliminar los compuestos del Azufre y del Nitrógeno, a efectos de proveer de estabilidad y el grado alimenticio requerido para los usos más comunes de la parafina dura producida.

### Descripción General:

Para llevar a cabo la eliminación de los compuestos del Azufre y del Nitrógeno, es necesario inyectar hidrógeno a 135 Kg/cm<sup>2</sup> e incrementar la temperatura para que se produzcan las reacciones necesarias.

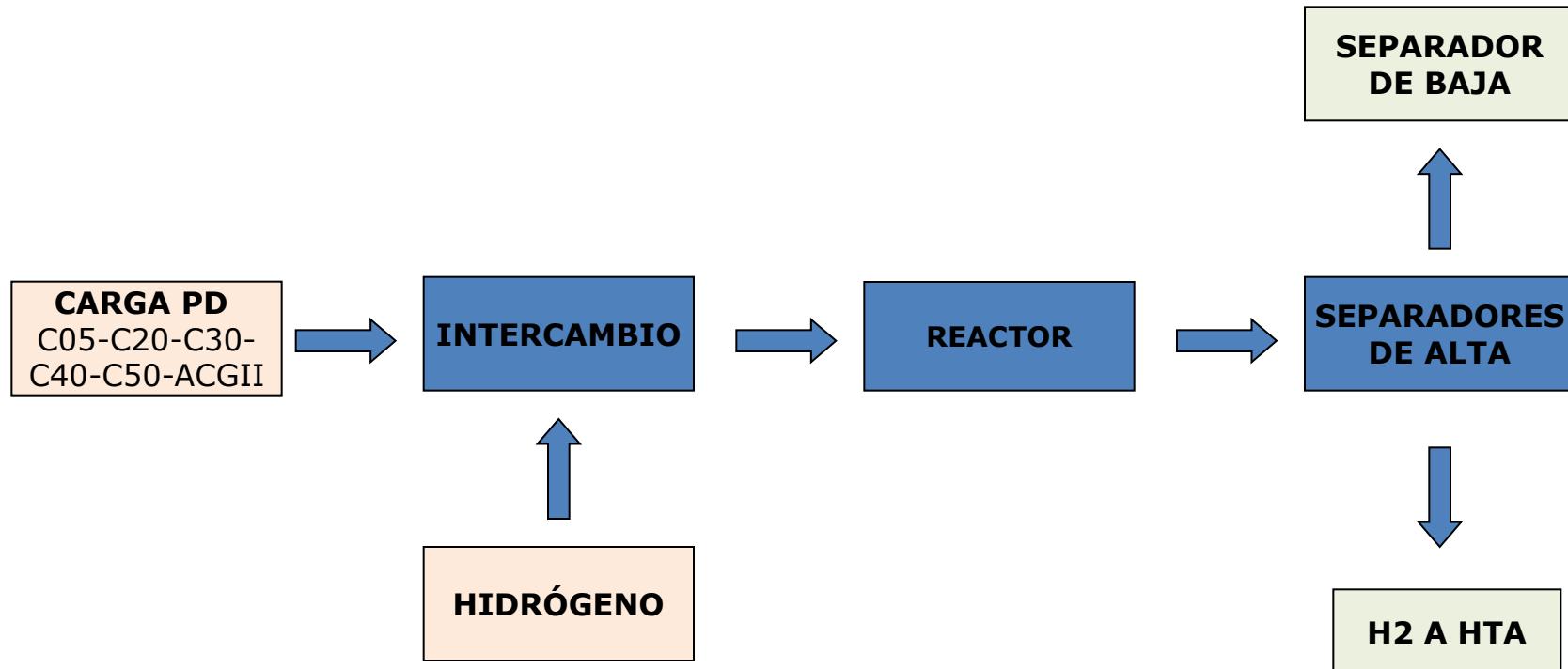
Para ello la Unidad cuenta con un sistema de alta formado por un Reactor de cuatro lechos y dos separadores, y un sistema de baja, formado por un separador, un Stripper y un Secador.

Para inyectar hidrógeno, se emplea un compresor alternativo.

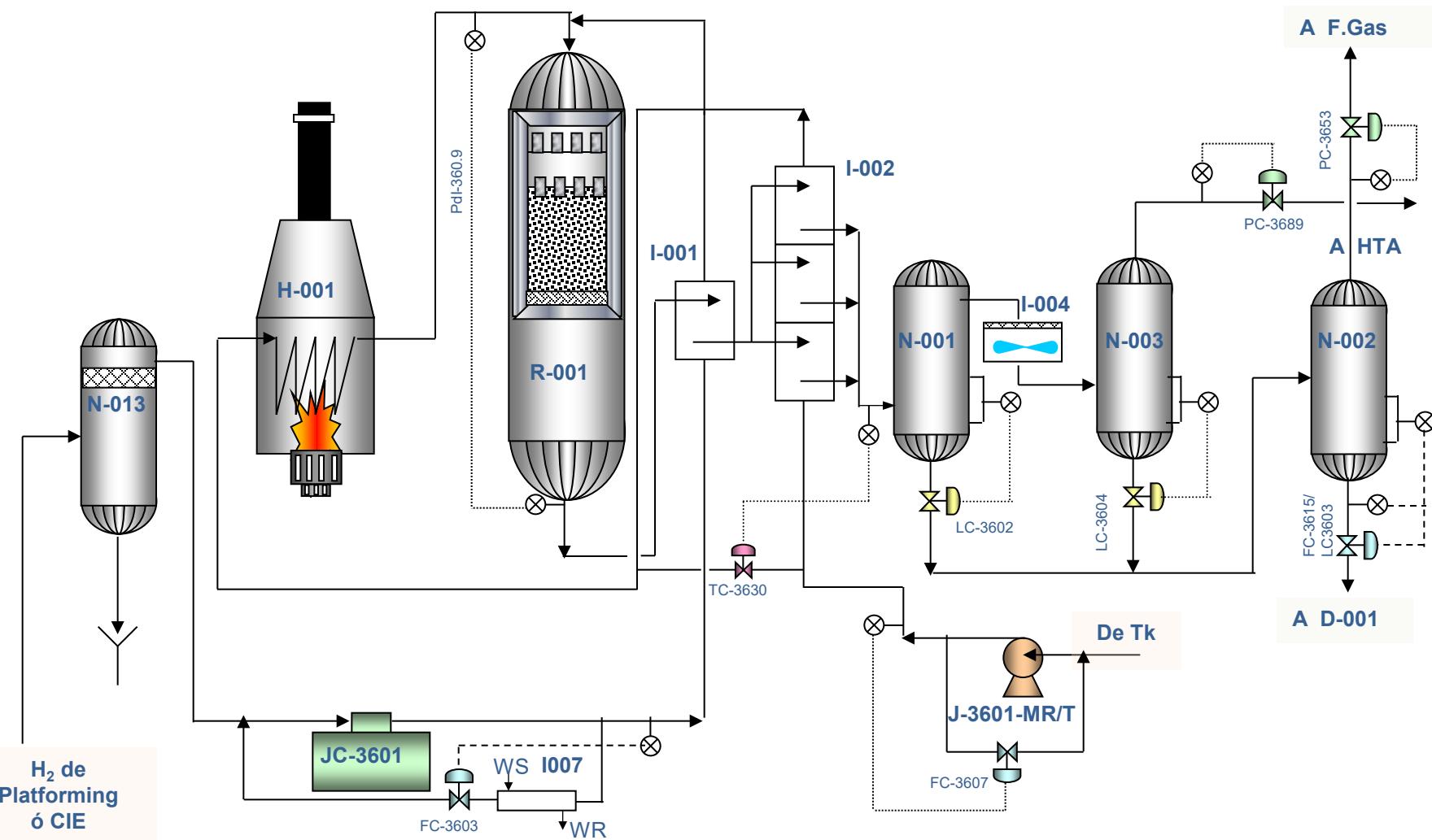
Puede hidrogenar PD, PB, Aceite Grupo II y SW (Slack Wax)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Parafina Dura cuyo contenido de aceite supera el 2%, pero tiene interés comercial.

## Sistema de Alta Presión

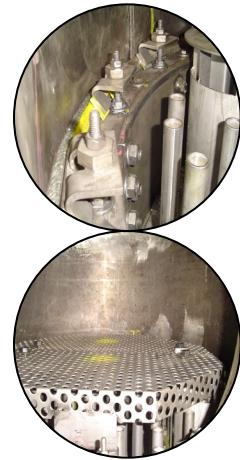


## Sistema de Alta Presión

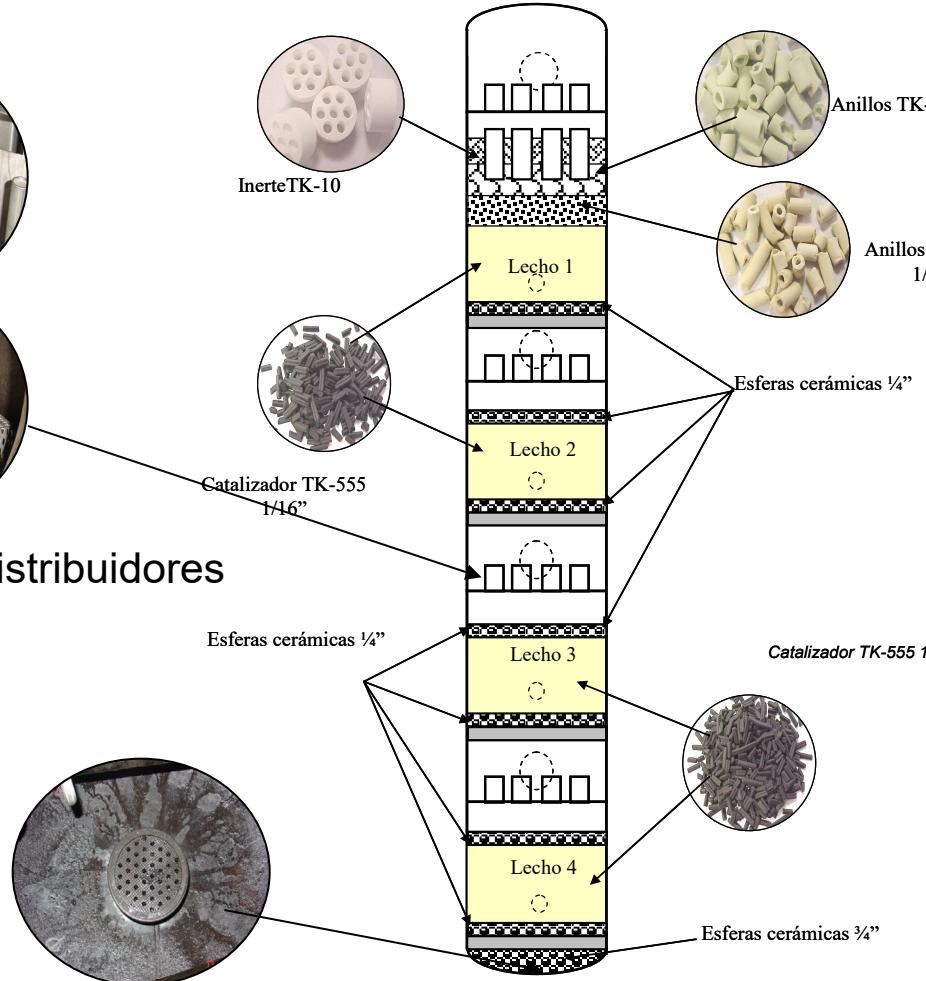


## Catalizador Haldor Topsoe

### Distribución catalizador e inertes

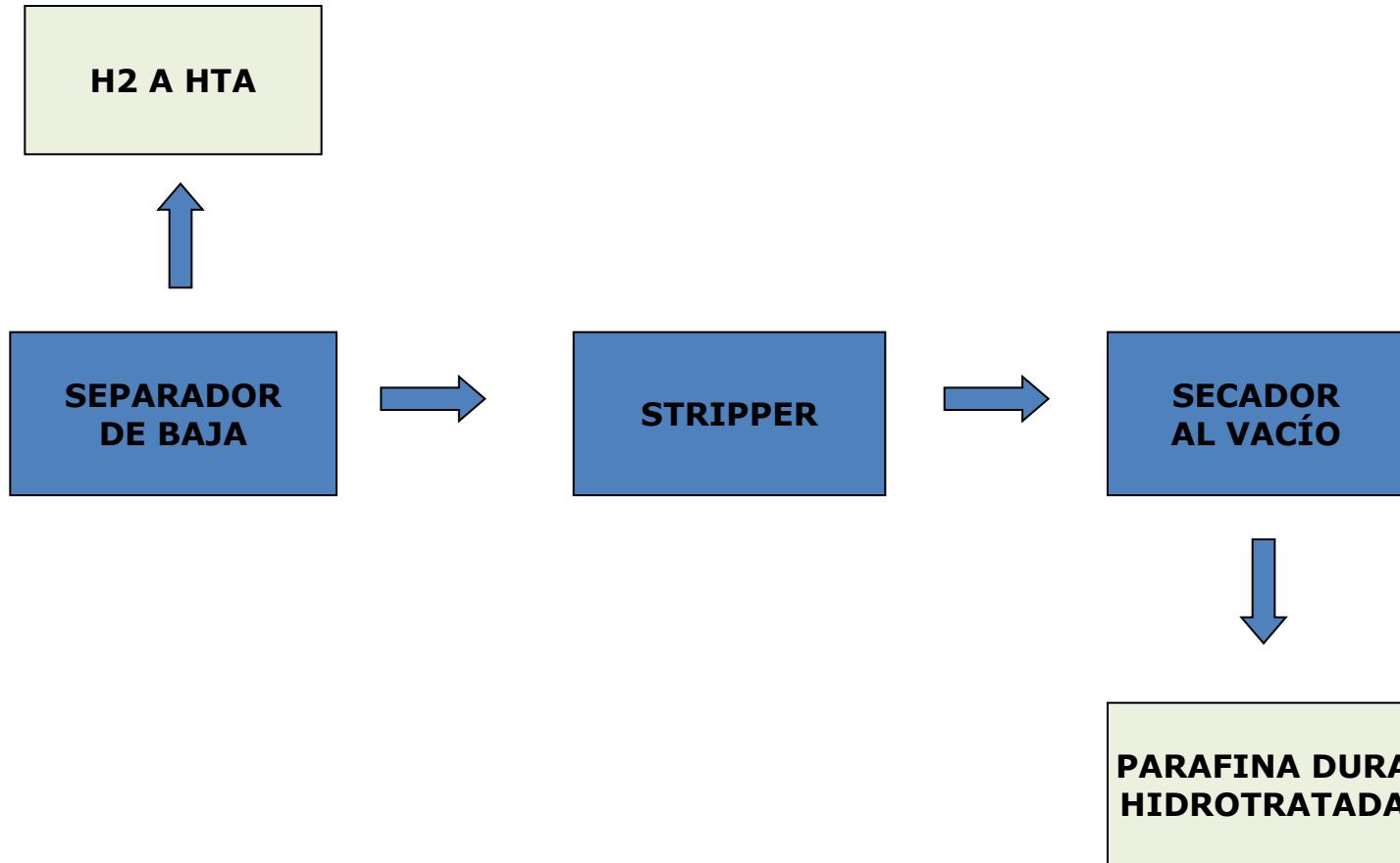


#### Nuevo diseño distribuidores

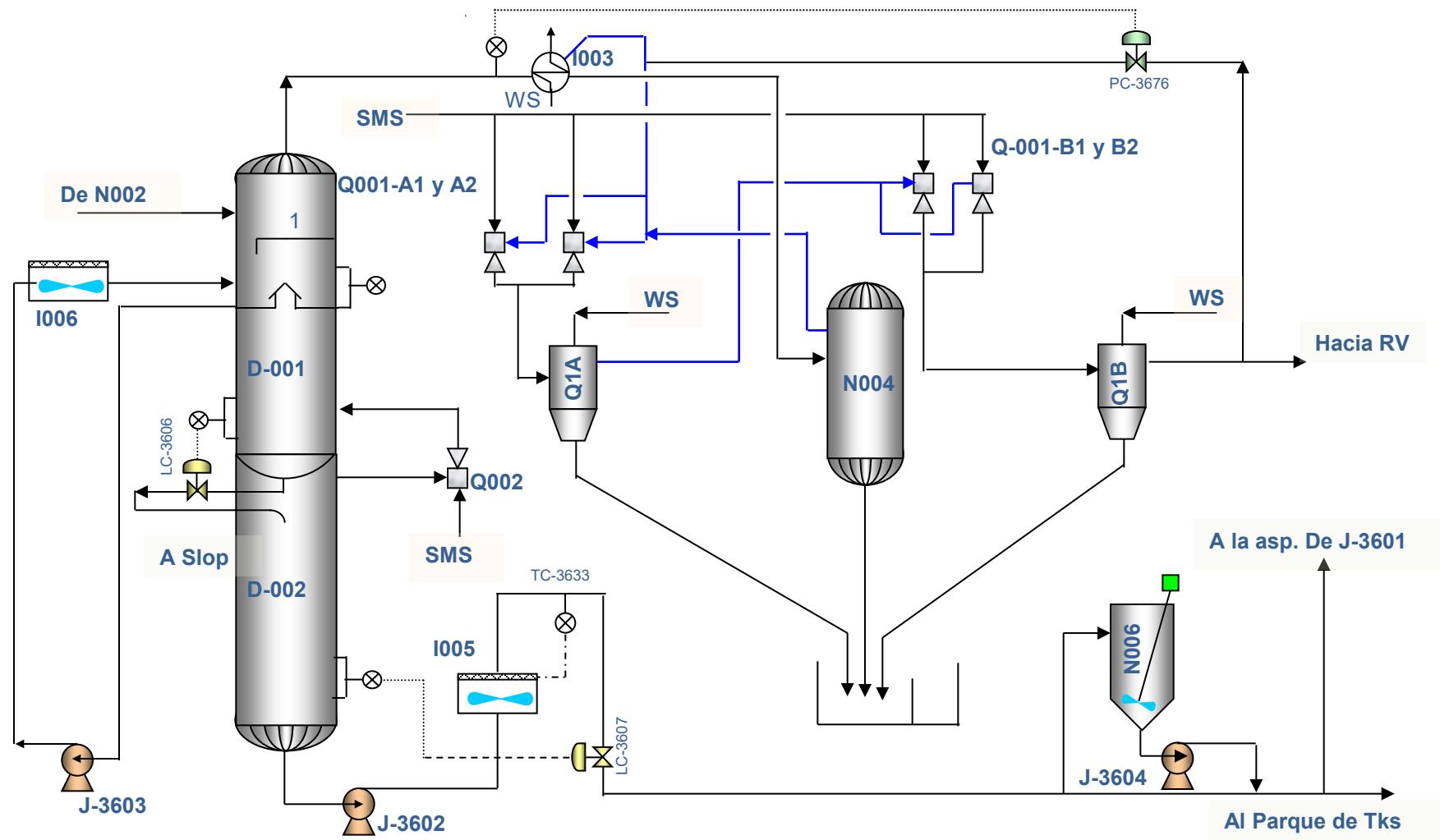


Catalizador: Haldor Topsoe  
TK-10  
TK-711  
TK-551  
TK-555<sub>(1/16)</sub>  
TK555<sub>(1/20)</sub>  
Inertes de 1/4 y 3/4

## Sistema de Baja Presión



## Sistema de Baja Presión



## Reacciones Producidas

### Desulfurización.

Idem HTA

### Hidrodenitrificación.

Idem HTA

### Hidrogenación de Olefinas.

Idem HTA

### Hidrogenación de Aromáticos.

En esta Unidad, se logra una saturación casi completa de compuestos aromáticos.

### Descomposición de compuestos oxigenados.

Idem HTA

## Factores de Proceso

- ✓ Relación Hidrógeno / carga.
- ✓ Presión del sistema de reacción.
- ✓ Temperatura de Reacción.
- ✓ Vacio en Stripper y Secador

## Análisis de Laboratorio

MUESTRA	ENSAYO	OBSERVACIONES
SALIDA HTP	Color	
	% Aceite	
	Indice de Refracción (85°C)	
	Punto de Fusión	
	Penetración	
	Densidad	
HIDRÓGENO FRESCO	Densidad	
	Composición	No es programada
	Pureza	No es programada

Muchas Gracias