



Planificación Downstream

100
YPF



Primera parte

- 1) Productos primarios obtenidos de la refinación del petróleo
- 2) Planificación de Refino
- 3) Esquemas y procesos de refinación
- 3) Precios y Mercados
- 4) Márgenes. Procesos de refinación y su agregado de valor

Segunda parte

- 1) Perspectivas de mercados y principales flujos de producto
- 2) La Refinación en la Argentina

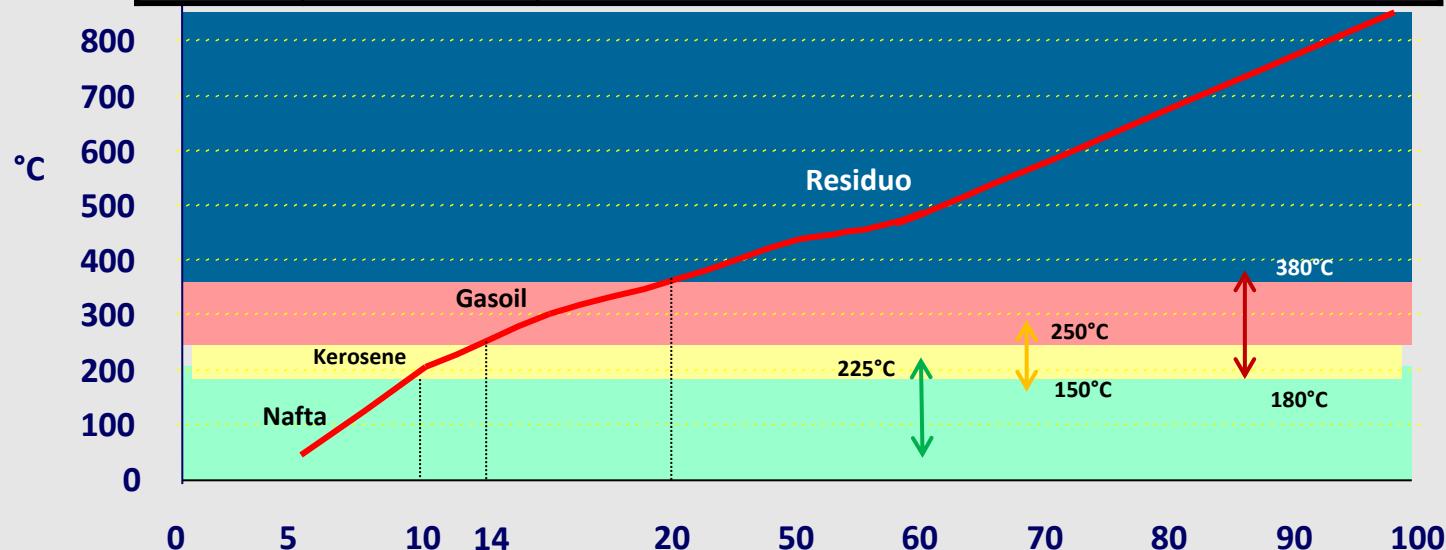
El Petroleo

Compuesto químico complejo en el que coexisten partes sólidas, líquidas y gaseosas. Lo forman, por una parte, unos compuestos denominados hidrocarburos , formados por átomos de carbono e hidrógeno y, por otra, pequeñas proporciones de nitrógeno, azufre, oxígeno y algunos metales.

Una de la principales propiedades del petróleo es que los hidrocarburos que lo componen tienen puntos de ebullición que se incrementan según la cantidad de átomos de carbono en la molécula de hidrocarburo. Esta característica es la que hace posible la separación de los hidrocarburos mediante un proceso de evaporación y posterior condensación conocido como “destilación”.

Compuestos

Átomos carbono por molécula		
Gases	1 - 4	Parafinas simples
Nafta	5 - 10	Parafinas normales y ramificadas, aromáticos y naftenos
Kerosene	10 - 14	Parafinas complejas, aromáticos y naftenos
Gas oil	14 - 19	Parafinas complejas, aromáticos y naftenos, HC mixtos
Residuo	> 19	Parafinas largas normales y ramificadas, naftenos y aromáticos complejos, tipos mixtos, asfaltenos y resinas



→ PRODUCTOS DE LA REFINACION

Crudo



Procesos



Productos

Gases

Nafta

Kerosén

Gas Oíl

Aceites

Fuel Oíl

Asfalto

Aplicaciones

Combustible doméstico – M.P.
Petroquímica (MAN-PIB-PP)

Combustible – M.P.
Petroquímica (BTX)

Combustible – JP1 – M.P.
detergentes (LAB-LAS)

Combustible

Lubricantes – aislantes –
frigoríficos

Comb. Industria – Buques –
Generación Eléctrica

Caminos – membranas.

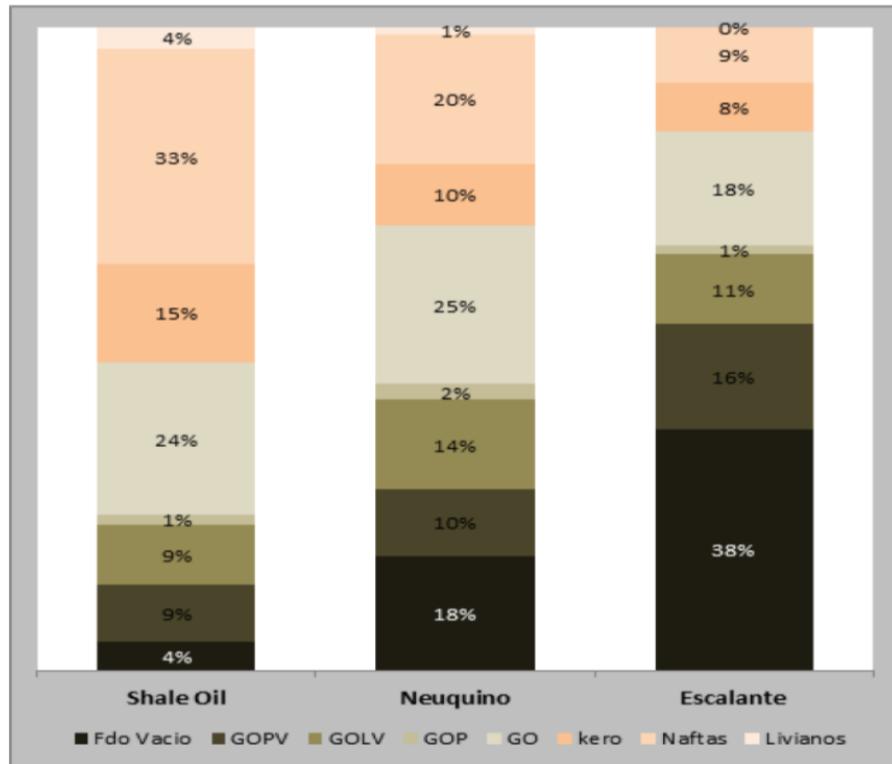
→ CALIDAD DE LOS PRODUCTOS

Cada familia de productos tienen propiedades asociadas a su uso que determinan el precio de las mismas.

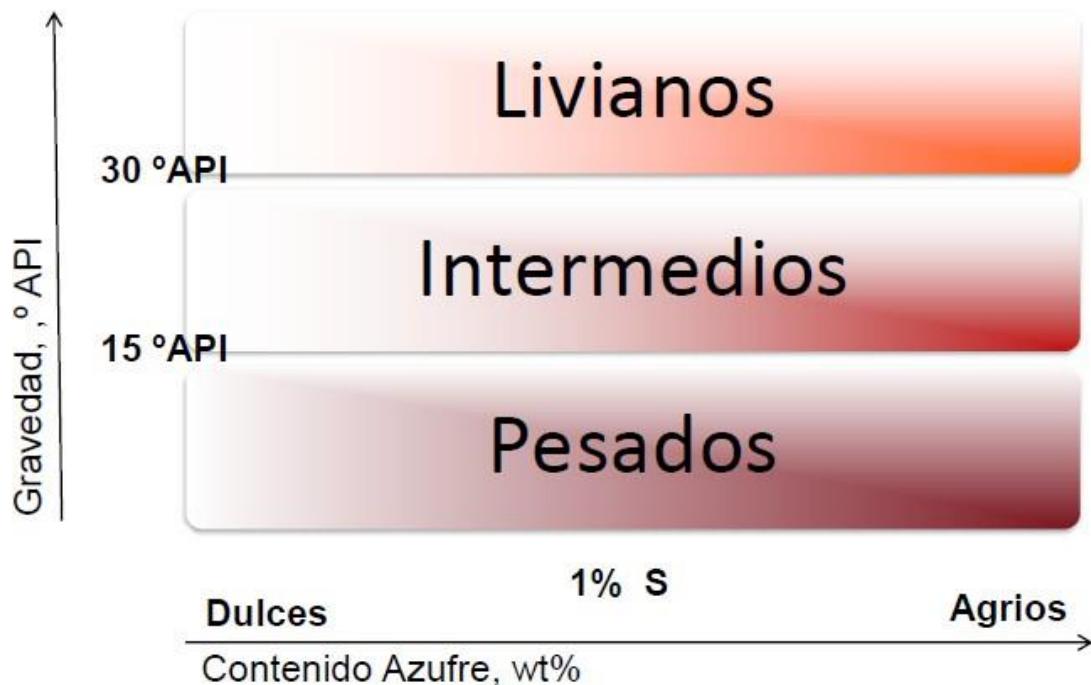
Productos	Aplicaciones	Propiedades
Gases	Combustible doméstico M.P. Petroquímica (MAN-PIB-PP)	% azufre % pesados % olefinas
Nafta	Combustible M.P. Petroquímica (BTX – PE,PP)	RON, TVR, Destilación % Azufre /Aromáticos
Kerosén	Combustible – JP1 M.P. detergentes (LAB-LAS)	Contaminantes, Flujo en frío Destilación, % parafinas
Gas Oíl	Combustible	Destilación, % azufre, cetano Flujo en frío
Aceites	Lubricantes	Viscosidad, IV, Flujo en frío
Fuel Oíl	Comb. Industria – Buques – Generación Eléctrica	Viscosidad, Inflamación, Flujo en frío
Asfalto	Caminos – membranas.	Penetración, Durabilidad
Coque	Combustible – Electrodos	Dureza, % azufre, % volátiles

→ MIDSTREAM – DIETA DE CRUDOS

- ✓ El petróleo crudo posee características particulares según su proceso de formación. El precio del mismo dependerá fuertemente de estas características.



Clasificación “Económica” de Crudos



→ INDICE DE CONTENIDOS

Primera parte

- 1) Productos primarios obtenidos de la refinación del petróleo
- 2) Planificación de Refino
- 3) Esquemas y procesos de refinación
- 3) Precios y Mercados
- 4) Márgenes. Procesos de refinación y su agregado de valor

Segunda parte

- 1) Perspectivas de mercados y principales flujos de producto
- 2) La Refinación en la Argentina

→ DEFINICIONES

Se conoce como planificación, planeación, planteamiento o plan, al proceso de toma de decisiones y coordinación de actividades para alcanzar un futuro deseado, teniendo en cuenta la situación actual y los factores internos y externos que pueden influir en el logro de los objetivos

La planificación es un proceso sistemático en el que primero se establece una necesidad, y acto seguido, se desarrolla la mejor manera de enfrentarse a ella, dentro de un marco estratégico que permite identificar las prioridades y determina los principios funcionales.

La planificación es el proceso de pensar y coordinar las actividades necesarias para alcanzar un objetivo deseado . La planificación se basa en la previsión, la capacidad fundamental para viajar mentalmente en el tiempo y adelantarse a los sucesos.

→ CLASIFICACION DE LA PLANIFICACION EN FUNCION DE LA TEMPORALIDAD

De acuerdo al horizonte temporal que estemos considerando.

- Largo plazo → Planificación Estratégica (1 a 5 años)
- Mediano plazo → Planificación Operativa (1 mes a 1 año)
- Corto plazo → Programación Operativa (1 día / semana / mes)

Entre ellas podemos imaginar distintos niveles de detalle o complejidad, y del mismo modo distintos niveles de incertidumbre.

→ OBJETIVO DE LA PLANIFICACIÓN

Para qué planificamos?

- ✓ **Alcanzar un futuro deseado** como por ejemplo satisfacer las necesidades de nuestros clientes
- ✓ **Maximizar la rentabilidad y competitividad** dentro de un mercado altamente desarrollado y con elevada competencia



Maximizar rentabilidad = maximizar margen

MARGEN BRUTO =

$$\frac{\Sigma (\text{Productos x Precio})_i - \Sigma (\text{M.P. x Precio})_i}{\text{Crudo Procesado}}$$

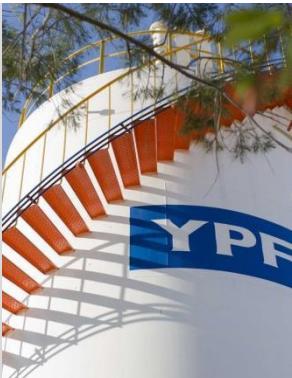
→ LA CADENA DE VALOR EN LA PLANIFICACIÓN



MIDSTREAM



REFINO



LOGÍSTICA 1RIA



COMERCIAL



LOGÍSTICA 2RIA



CRUDOS

- Compras
- Calidad
- Transporte
- Disponibilidad

REFINERÍAS

- Configuración
- Disponibilidad
- Restricciones
- Intervenciones planificadas

TERMINALES

- Terminales de Abastecimiento
- Poliductos
- Transporte marítimo
- Costos
- Limitaciones

CANALES

- Retail
- Distribuidores
- Canales directos con Industrias
- Especialidades
- Mercado de Químicos
- Operaciones con Compañías

TRANSPORTE

- Transporte capilar

→ DEFINICIONES

Primera parte

- 1) Productos primarios obtenidos de la refinación del petróleo
- 2) Planificación de Refino
- 3) Esquemas y procesos de refinación
- 4) Precios y Mercados
- 4) Márgenes. Procesos de refinación y su agregado de valor

Segunda parte

- 1) Perspectivas de mercados y principales flujos de producto
- 2) La Refinación en la Argentina

Separación física

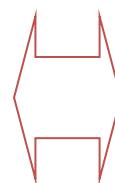
Restructuración Molecular

Destilación:
(Topping-Vacío, Fraccionadoras)

Reformado
Isomerización
Platforming-CCR-Isomerizació

Ruptura
(Conversión)

Purificación



Cracking catalítico
(FCC, Hidrocracking)
Cracking térmico
(Coke)

Hidrotratamiento
(HTG-HTN-HTA-HTP)
Endulzamiento
(Merichen-Merox)

Recombinación

Mezclado

TAME- MTBE
Alquilación
(alquilación con H₂SO₄ o HF)

Blending
(naftas-gasoil)/Etanol-FAME

Servicios auxiliares

Cogeneración, calderas, agua de refrigeración,
antorchas, tratamiento de agua,
Tks de almacenaje. etc

MARGEN BRUTO =

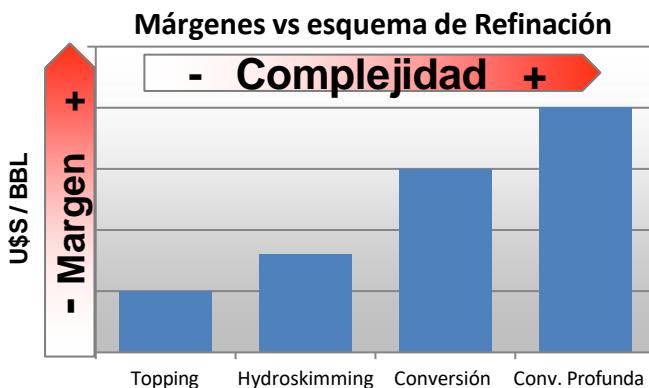
$$\frac{\Sigma (\text{Productos} \times \text{Precio})_i - \Sigma (\text{M.P.} \times \text{Precio})_i}{\text{Crudo Procesado}}$$

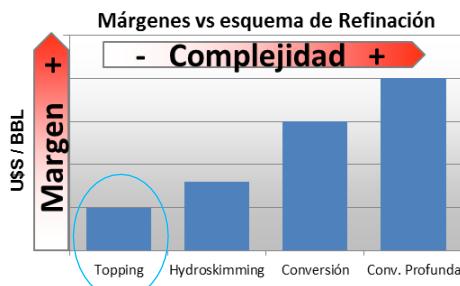
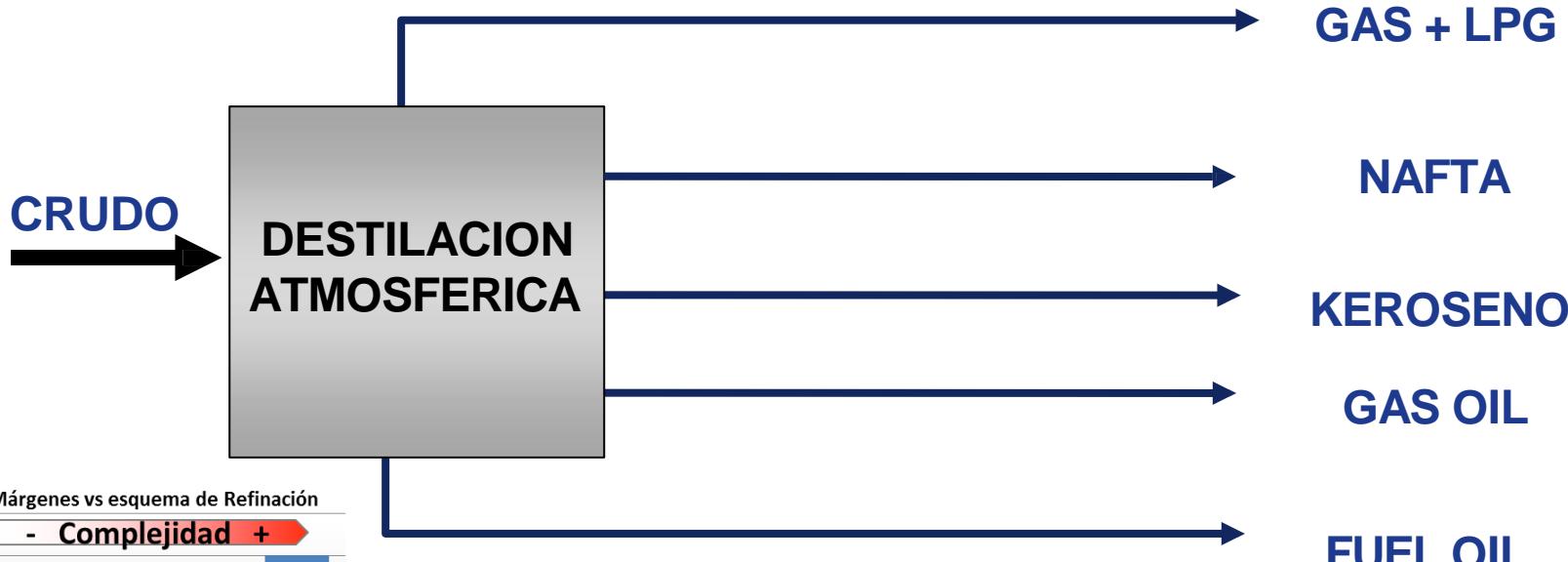


Fuerte relación entre el margen y el esquema de refino

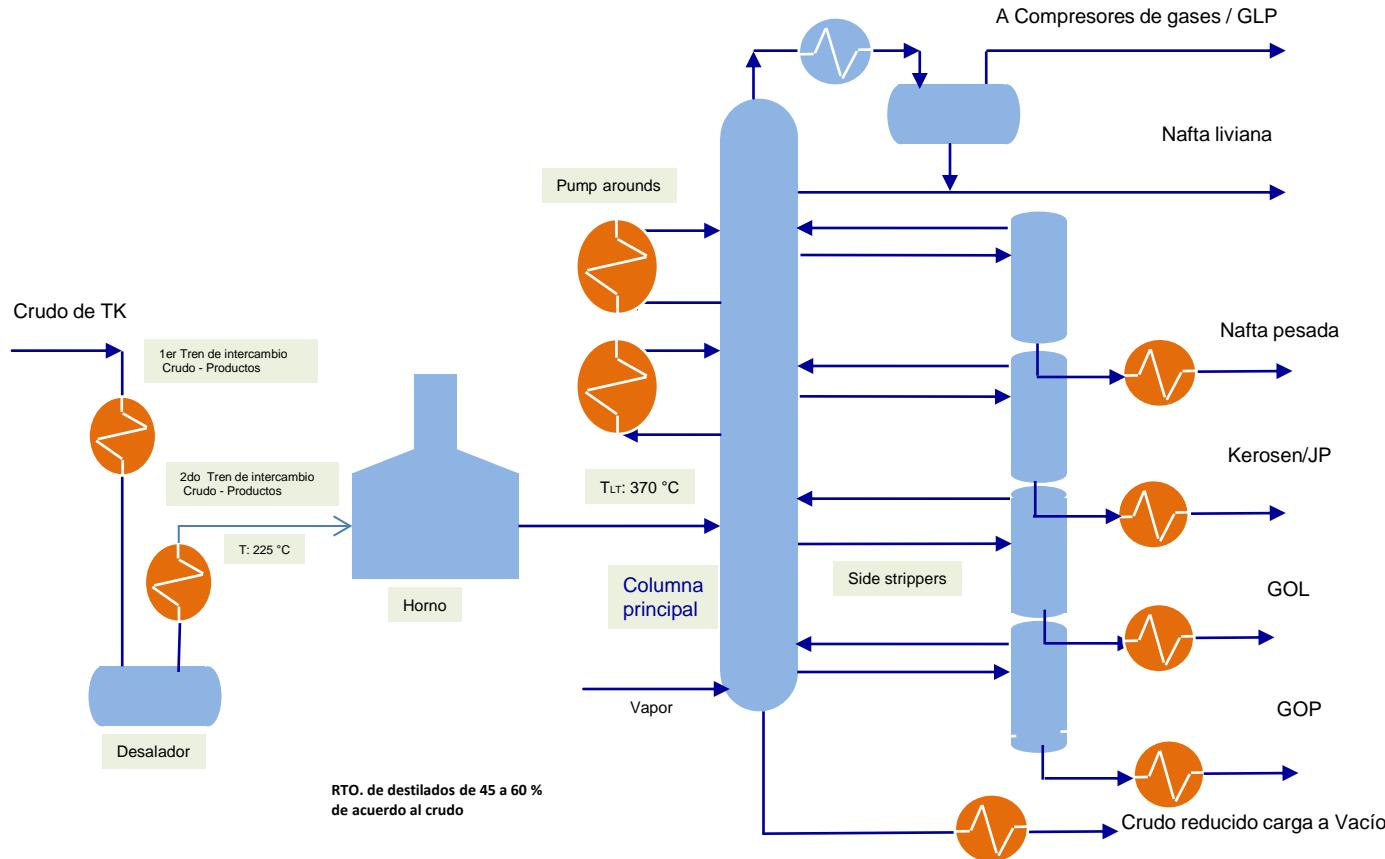
Los esquemas de refino son clasificados según su grado de complejidad

- **Topping**
- **Hidroskimming**
- **Conversión**
- **Conversión completa o profunda**



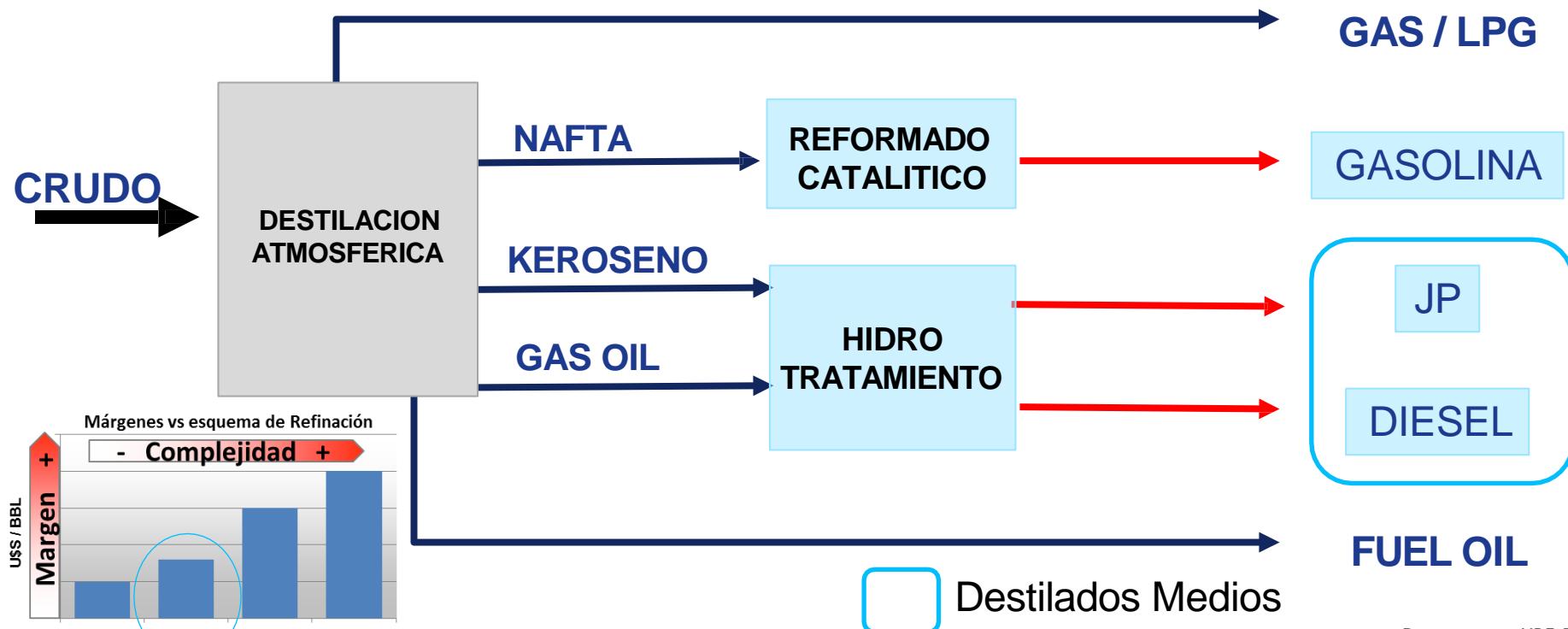
→ **ESQUEMAS DE PROCESOS – DESTILACIÓN ATMOSFERICA****Clasificación de esquemas de Refino - Topping**

→ DESTILACIÓN ATOMOSFERICA



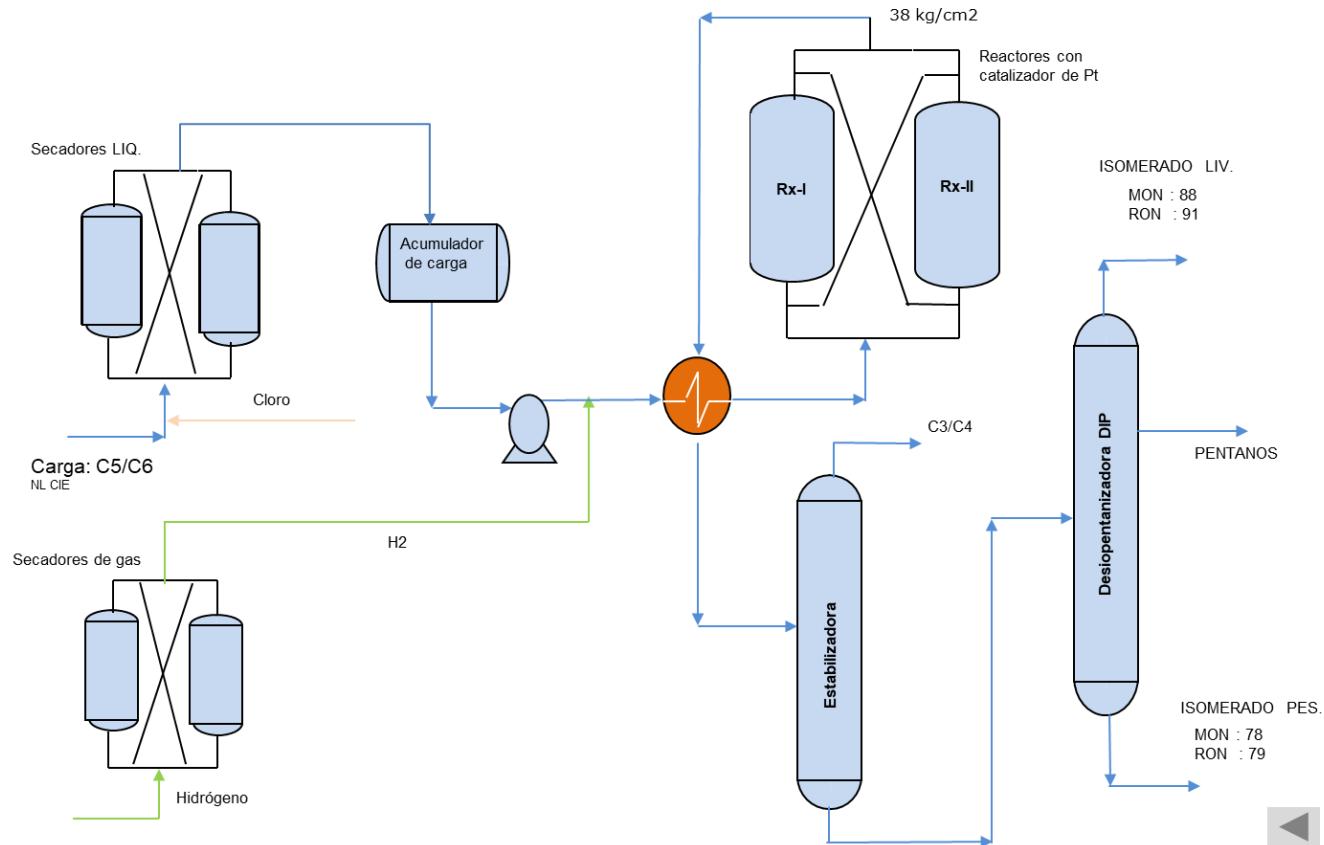
→ ESQUEMAS DE PROCESOS - HIDROSKIMMING

Clasificación de esquemas de Refino - Hidroskimming



→ ISOMERIZACIÓN

Objetivo: transformar la estructura química de hidrocarburos parafínicos de C5 y C6 de bajo RON en isómeros de igual átomos de carbono, obteniéndose compuestos de mayor octanaje, que permiten mayor flexibilidad en el blending.



→ REFORMADO CATALITICO

Objetivo:

Convierte Nafta pesada C6 a C10 de bajo índice de octano en nafta reformada de alrededor de 100 de RON, obteniendo además Fuel Gas, LPG e Hidrógeno.

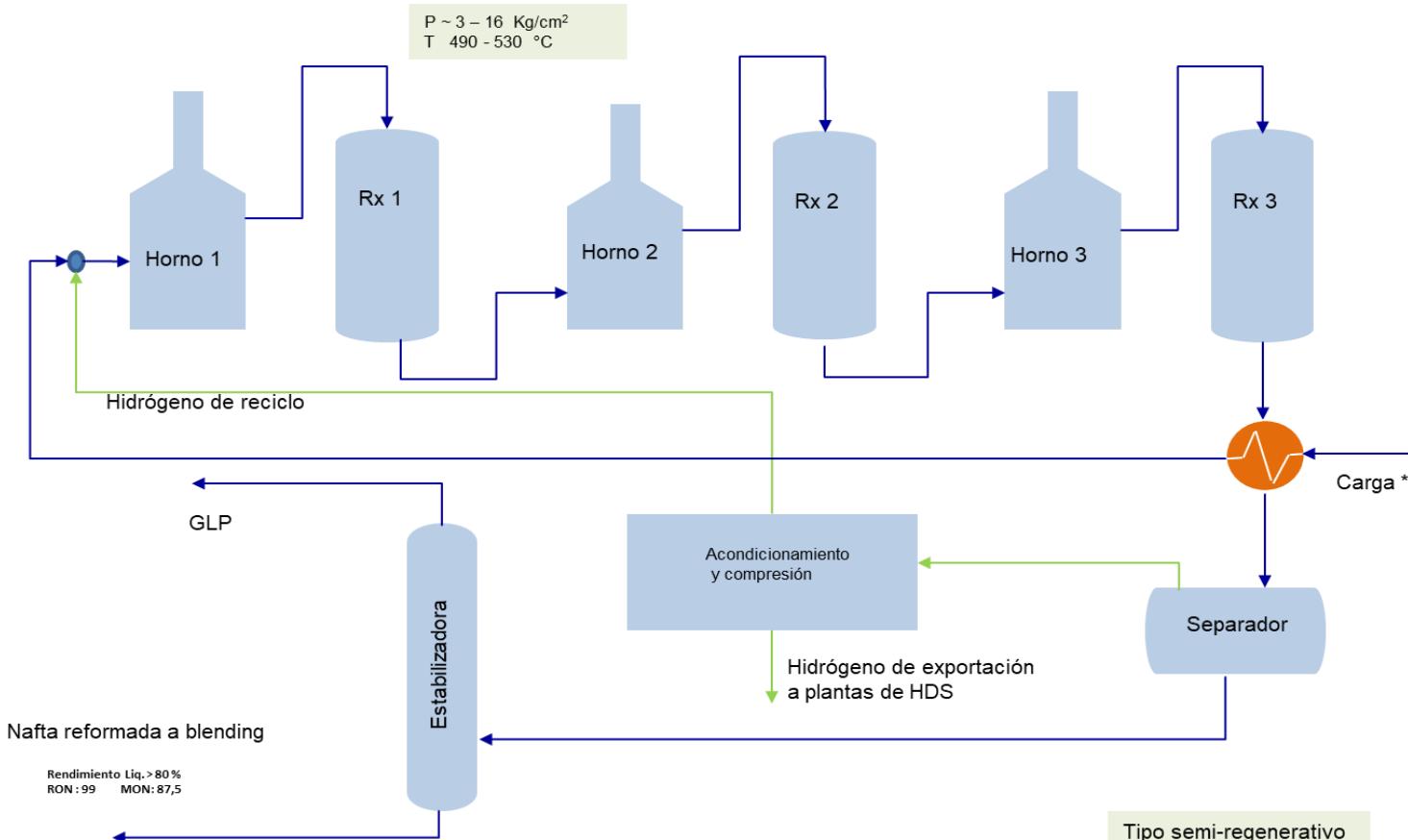
Tipo de reacciones:

- Deshidrogenación de hidrocarburos nafténicos que pasan a aromáticos.
- Isomerización de ciclo pentanos y parafinas.
- Hidrocraqueo de parafinas.

Tipo de unidades:

- Semirregenerativos. (Platforming – Magnaforming)
- Regeneración continua. (CCR)

→ REFORMADO CATALITICO



* Nafta de topping, que pasó por un HDS (HTN, Unifining o Hydrobon)

→ HIDROTRATAMIENTO

Objetivo:

Eliminación de azufre y nitrógeno, mediante reacción con hidrógeno en presencia de un catalizador, saturación de olefinas. Simultáneamente se produce algo de craqueo.

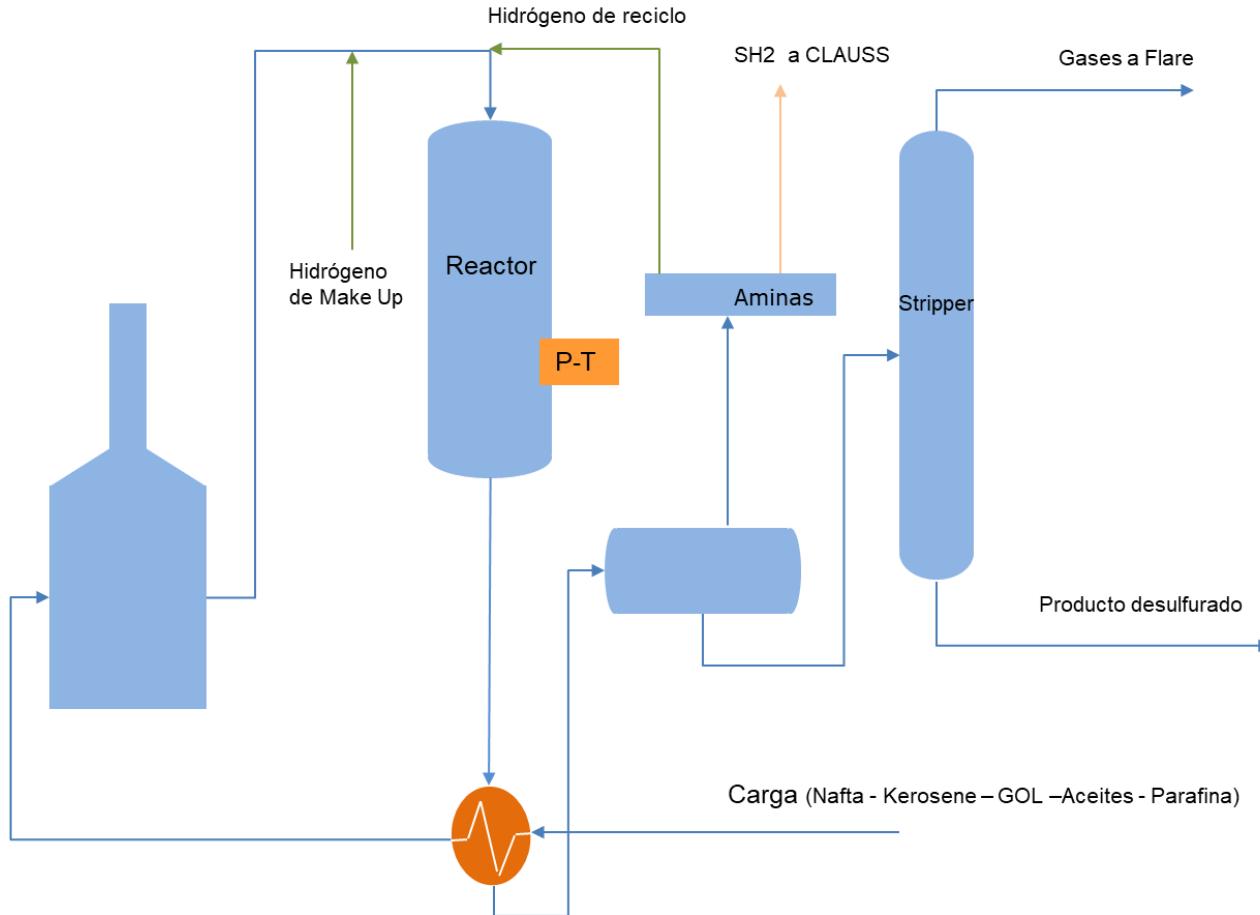
Tipo de reacciones:



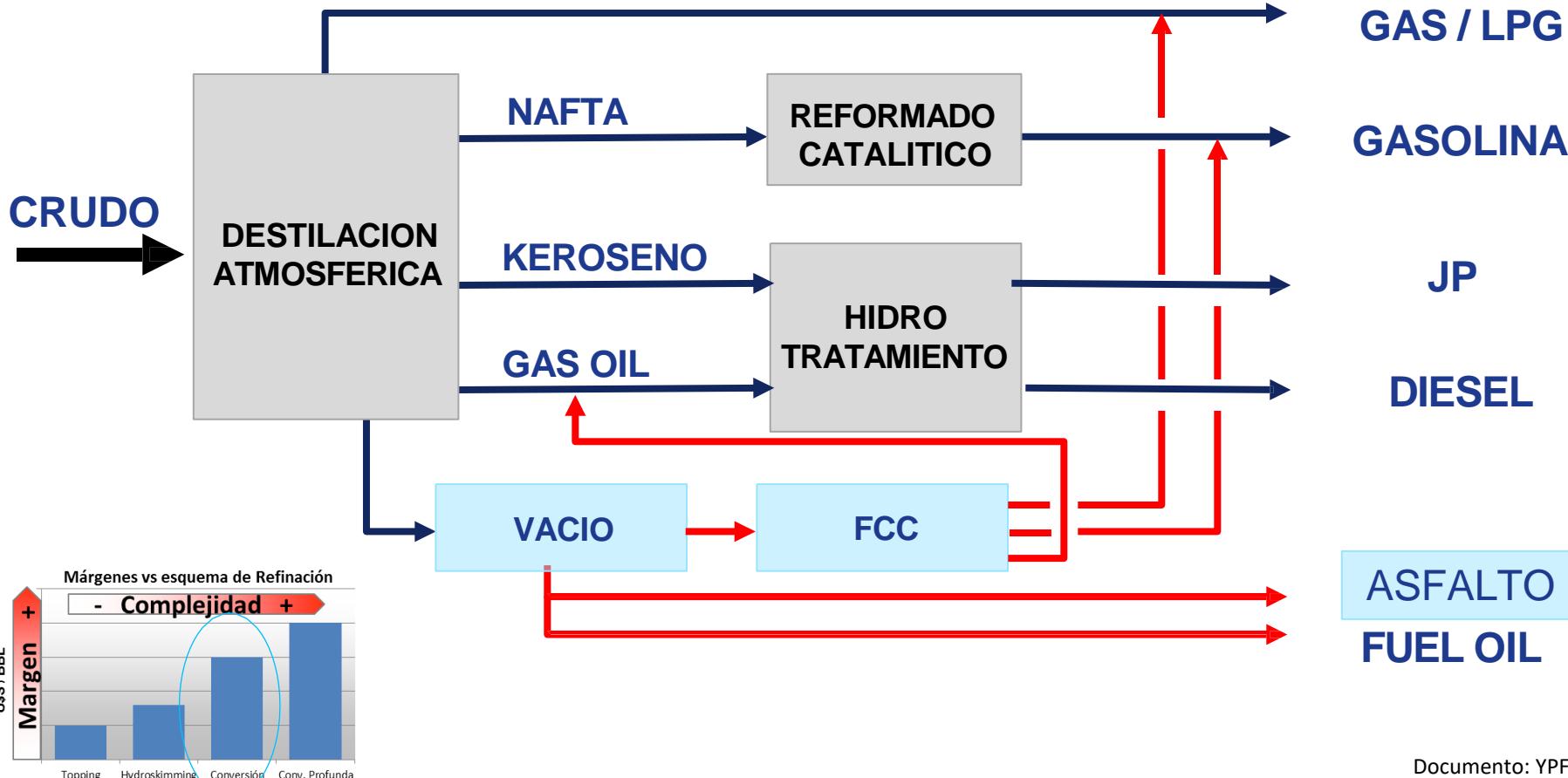
Posibles cargas:

Corte corazón de nafta para reformado, kerosene, gasoil, gasoil de vacío, productos de cracking catalítico y coque. Aceites lubricantes y parafinas.

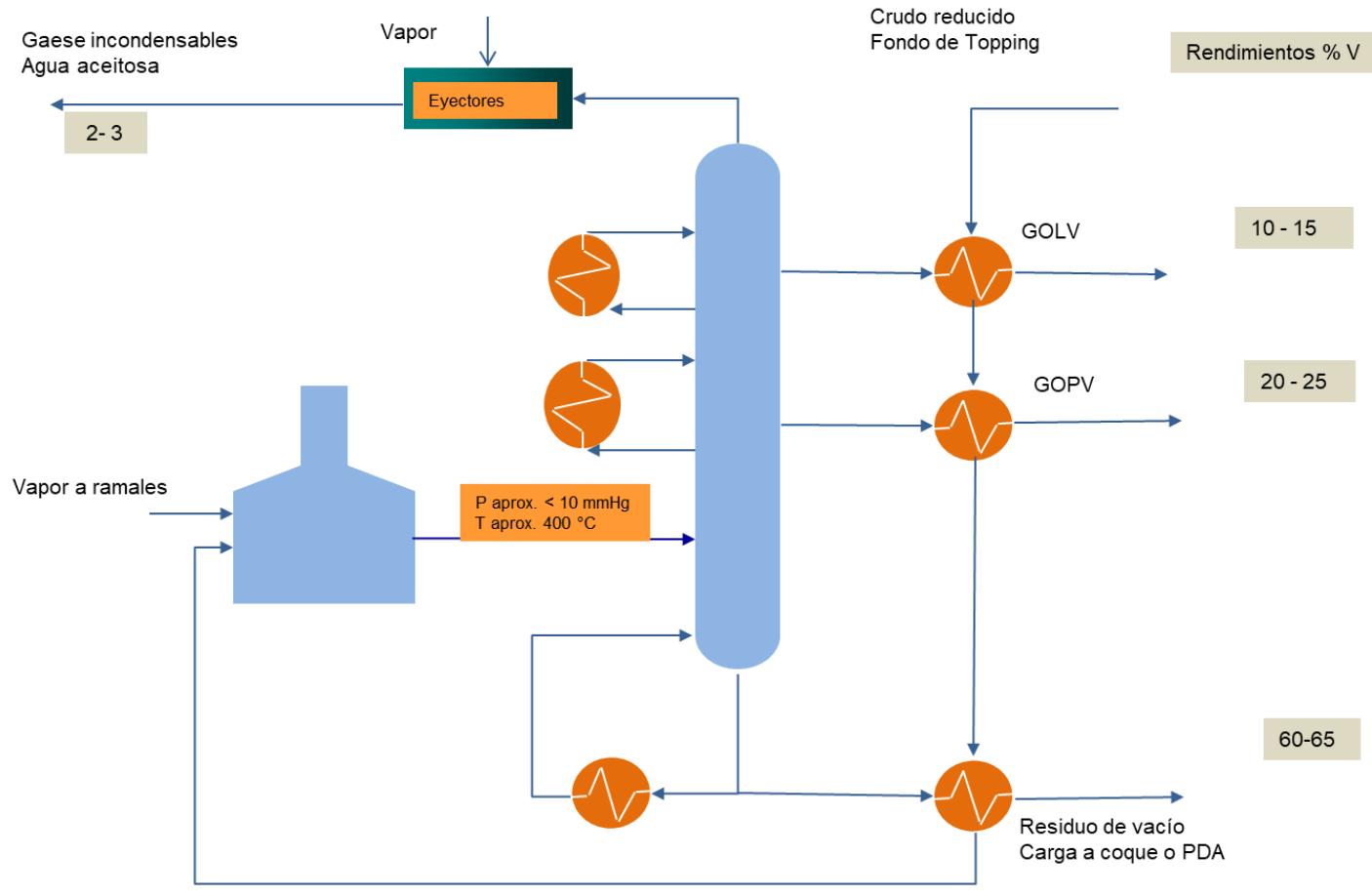
→ HIDROTRATAMIENTO



→ ESQUEMAS DE PROCESOS - CONVERSIÓN



→ ESQUEMAS DE PROCESOS – DESTILACIÓN AL VACÍO



→ CRACKEO CATALITICO (FCC)

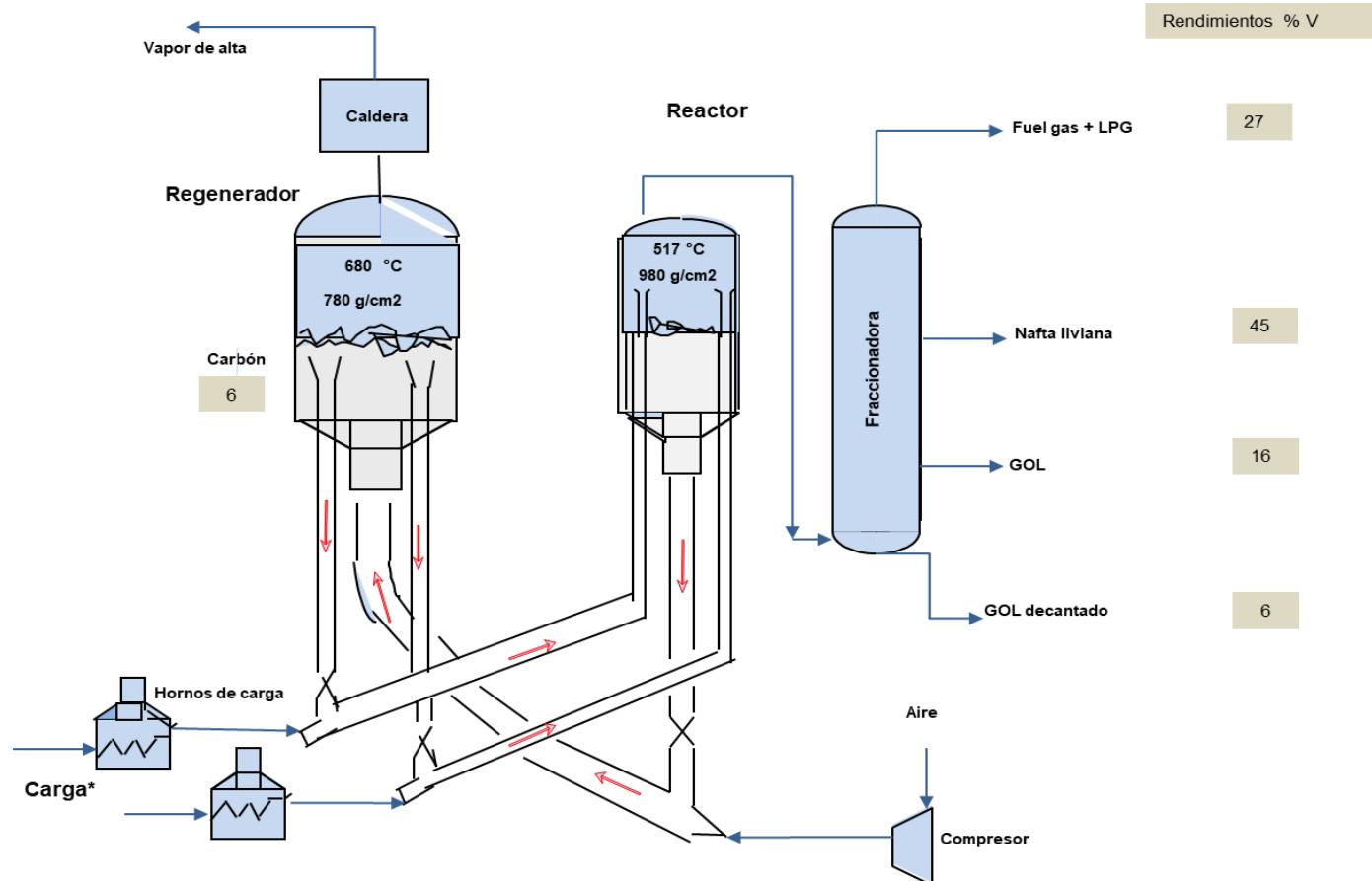
Objetivo:

Transformación de distintos cortes como GOP de topping y Vacío, cortes lubricantes, GOP de Coque y crudo reducido, en gases, carga a Petroquímica, naftas (90-92 RON), GOL.

Reacciones:

- Las reacciones fundamentales son de cracking o ruptura molecular.
- La reacción se produce muy rápidamente en una tubería vertical denominada “Riser”.
- El cracking catalítico es más controlable que el térmico.
- La separación rápida de producto y catalizador en ciclones después del Riser evita fenómenos de “overcracking”.

→ CRACKEO CATALITICO (FCC)



→ HIDROCRACKEO

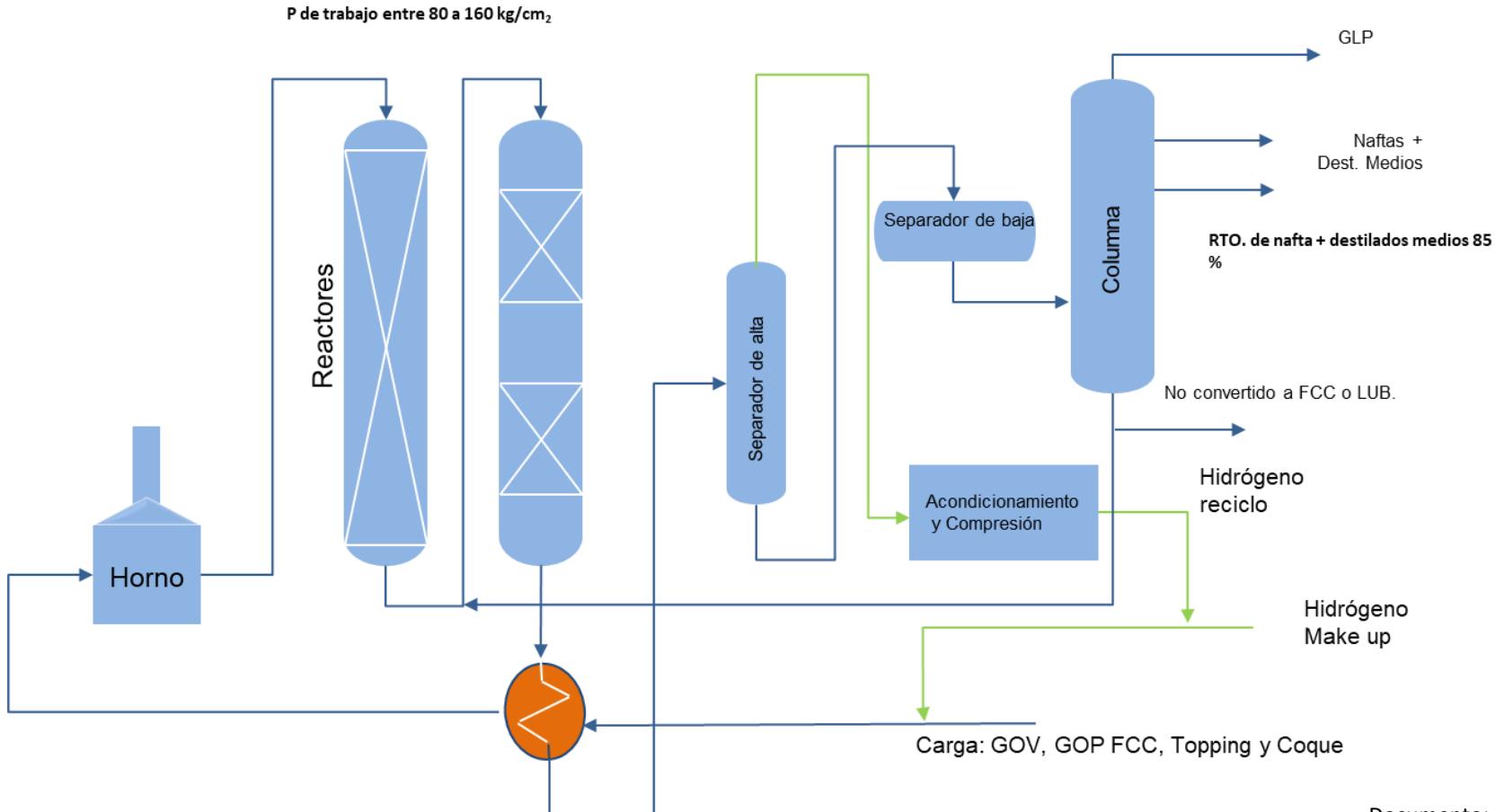
Objetivo:

Transformación de cargas pesadas en gases, LPG, naftas (85 RON), gasoil desulfurado de alto cetano y residuo hidrogenado que puede ser usado como carga a FCC o Lubricantes..

Reacciones:

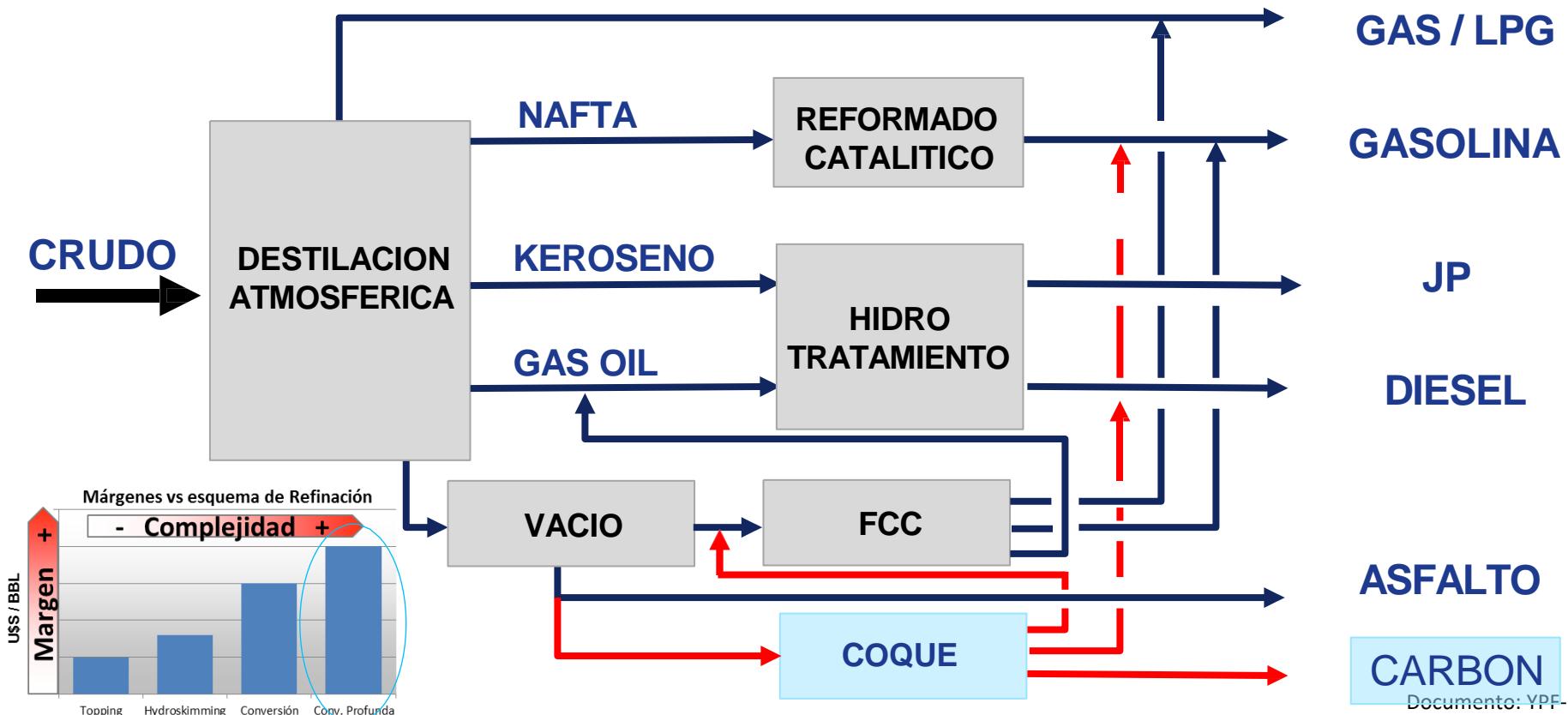
- La reacción de conversión catalítica se produce en lecho fijo a alta presión y en presencia de hidrógeno.
- Las reacciones fundamentales son de cracking.
- Se produce la saturación de aromáticos a nafténicos. Se elimina S y N.
- Los productos son limpios y saturados.

→ HIDROCRACKEO



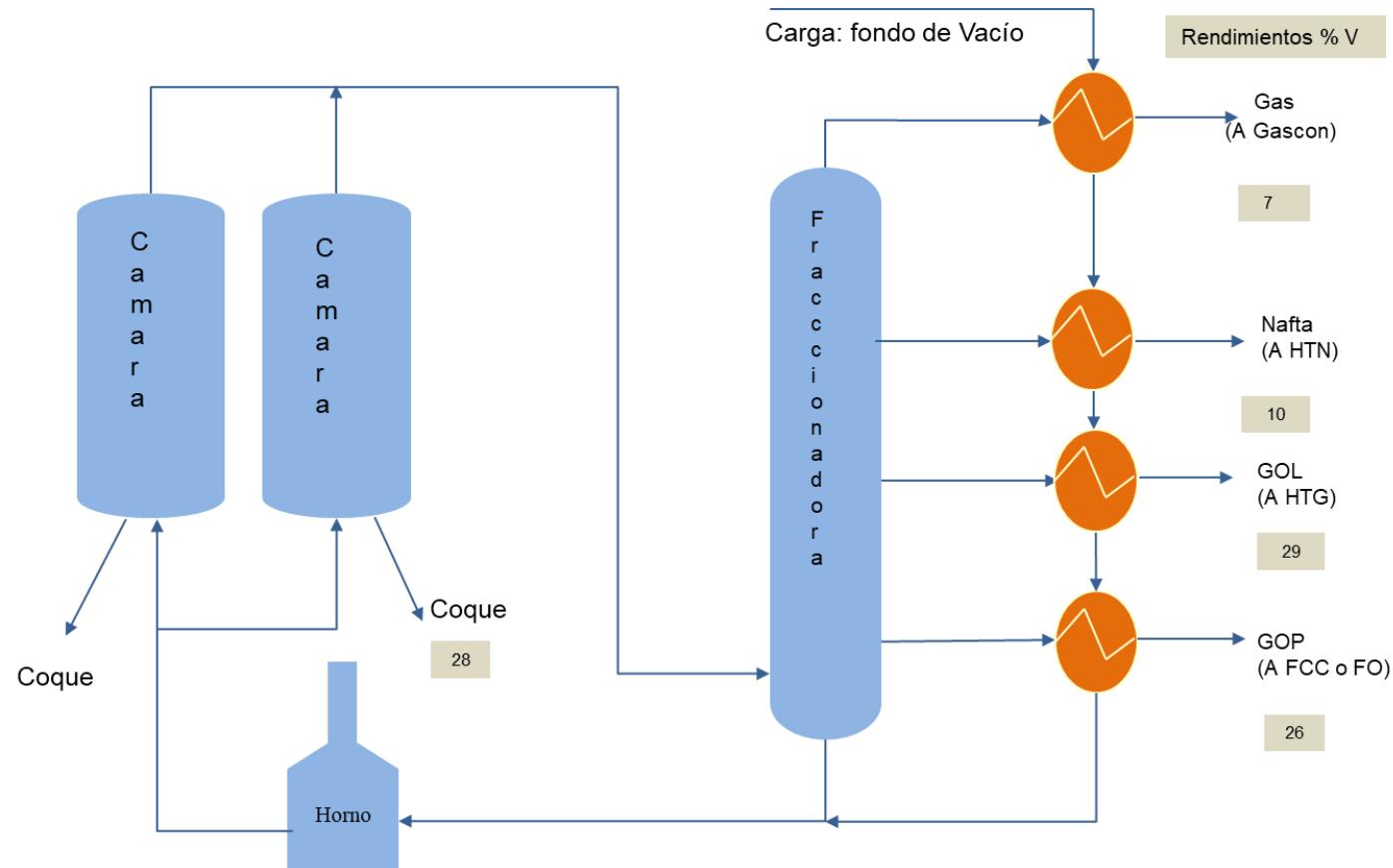
→ ESQUEMAS DE PROCESOS – CONVERSIÓN PROFUNDA

Clasificación de esquemas de Refino – Conversión profunda



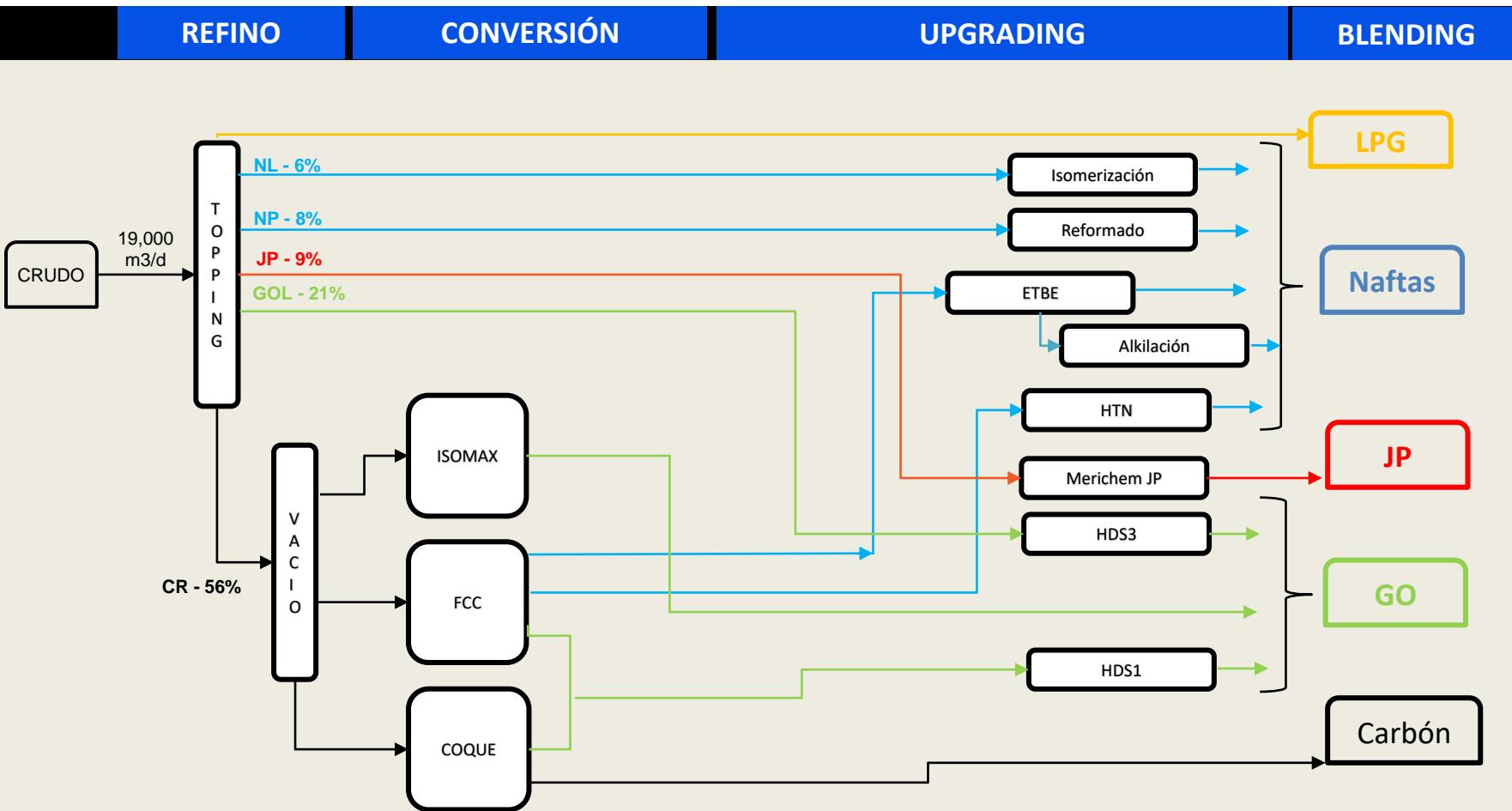
→ CRACKEO TERMICO

Objetivo: rotura de las moléculas (craqueo) del residuo de Vacío, mediante altas temperaturas con el fin de producir gases, LPG, naftas, GOL y GOP, quedando como residuo carbón de petróleo (coque).



→ ESQUEMA DE REFINO DE YPF LUJAN DE CUYO

YPF



→ BLENDING GAS OIL

PRESTACIONES DEL MOTOR

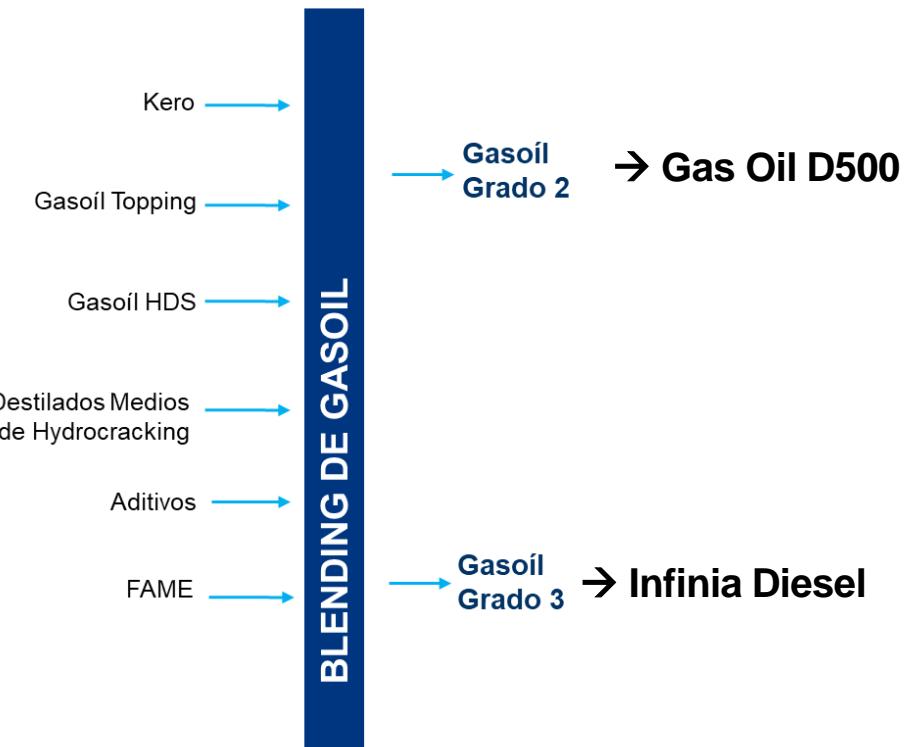
- Número de Cetano
- Volatilidad
- Densidad
- Estabilidad a la oxidación

ALMACENAMIENTO Y MOTOR

- Azufre
- Corrosión
- POFF
- Estabilidad a la Oxidación
- Punto Inflamación

EMISIONES (VOx, NOx, PM, CO2)

- Composición HC
- Azufre
- Volatilidad
- Destilación
- Particulado



→ BLENDING NAFTAS

PRESTACIONES DEL MOTOR

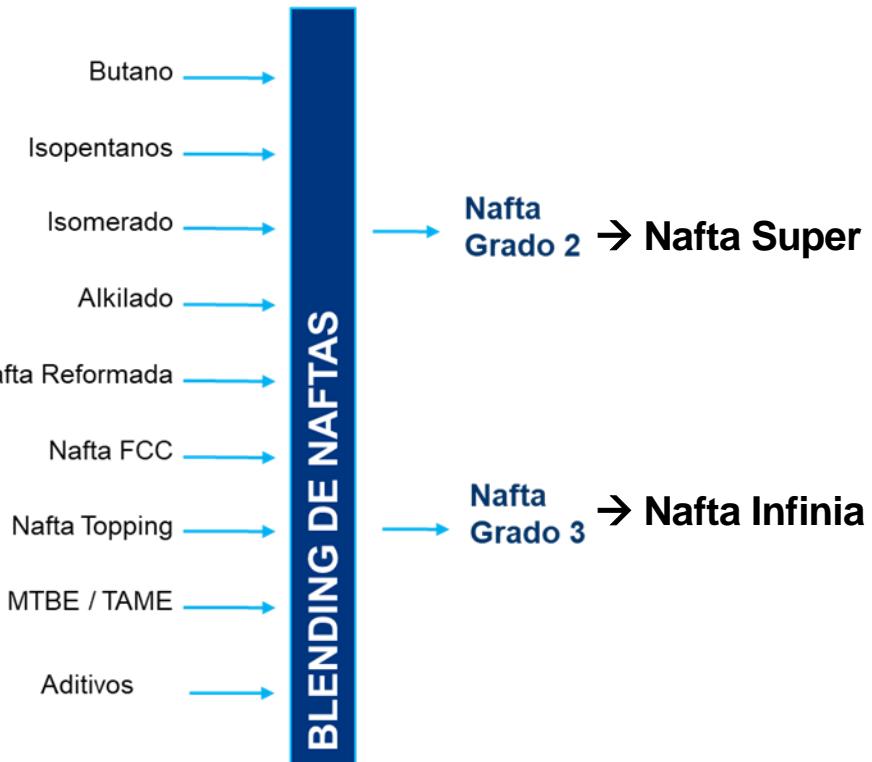
- Número de Octano
- Volatilidad
- Densidad
- Oxigenados
- Estabilidad

ALMACENAMIENTO Y MOTOR

- Azufre
- Corrosión
- Gomas

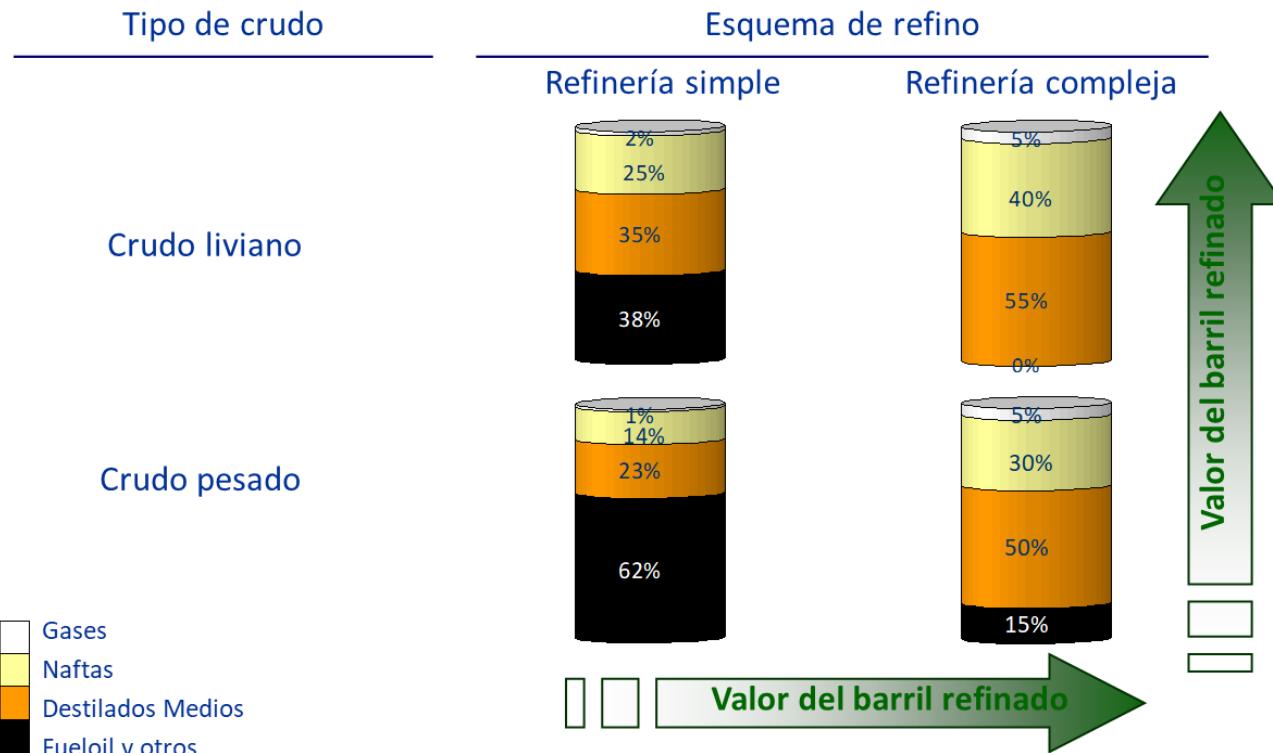
EMISIONES

- Composición HC
- Oxigenados
- Benceno
- Azufre
- Volatilidad
- Destilación



→ RENDIMIENTOS DE CRUDOS SEGÚN ESQUEMA DE REFINO

Los rendimientos de los distintos productos dependen del tipo de crudo procesado y el esquema de refinación.



Primera parte

- 1) Productos primarios obtenidos de la refinación del petróleo
- 2) Planificación de Refino
- 3) Esquemas y procesos de refinación
- 4) Márgenes. Procesos de refinación y su agregado de valor
- 5) Precios y Mercados

Segunda parte

- 1) Perspectivas de mercados y principales flujos de producto
- 2) La Refinación en la Argentina

→ DEFINICION DE CONCEPTOS BASICOS

- **Margen Bruto** es la diferencia entre el Valor de los Productos que se obtienen y el Costo del Petroleo Crudo que se procesa en una refinería determinada.

$$\text{Margen Bruto} = \frac{\sum_i^n (\text{Productos} \times \text{Precio}) - \sum_i^n (\text{M.P.} \times \text{Precio})}{\text{Crudo Procesado}}$$

- **Margen variable** es el margen bruto descontando los costos variables
- **Rentabilidad Marginal** es lo que gano (o pierde) por procesar/producir una unidad adicional (o dejar de producir).

→ ¿COMO SE GARANTIZA LA MAXIMIZACION DEL MARGEN?

Se maximiza una función objetivo (que representa el margen o contribución marginal) utilizando modelos matemáticos de programación lineal.

Modelando condiciones de contorno:

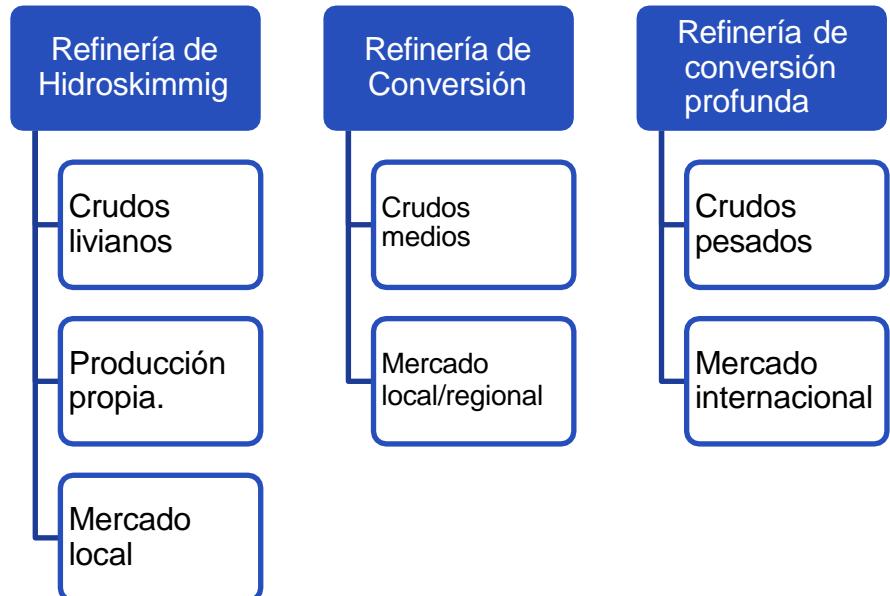
- ✓ **Capacidad y esquema de refinación**
- ✓ **Restricciones de demanda**
- ✓ **Disponibilidad de crudo**
- ✓ **Especificaciones de productos**

Determina:

- ✓ **Programa de compras y ventas**
- ✓ **Carga y condiciones a cada una de las refinerías y unidades**
- ✓ **Blendings**
- ✓ **Logística primaria**

**Resultado: Plan de Producción / Presupuesto Anual
de Producción / Plan de Negocios /ETC**

- **Para seleccionar la mezcla óptima de crudo para una refinería:**
 - ✓ Se calcula el margen para distintas mezclas de crudos para una configuración/refinería específica.
- **Como guía para la negociación de compra de crudos:**
 - ✓ Se define un margen para cada crudo de los crudos.
 - ✓ Se desarrolla un “ranking” basado en función de la disponibilidad.
- **Para monitoreo de la evolución de los mercados petroleros:**
 - ✓ Se asume un crudo “testigo” y una configuración standard de la refinería que se mantienen a lo largo del tiempo.
 - ✓ Se ingresan los precios de productos y crudo para calcular el margen unitario de ese momento. Se analizan los deltas.



- ✓ No es solo una cuestión de disponibilidad y precio.
- ✓ El crudo a seleccionar debe ser adecuado para procesar en las instalaciones disponibles.
- ✓ Dentro de los crudos factibles de ser procesados se debe seleccionar el que asegure un mayor margen según la canasta de productos obtenidos.



Primera parte

- 1) Productos primarios obtenidos de la refinación del petróleo
- 2) Planificación de Refino
- 3) Esquemas y procesos de refinación
- 4) Márgenes. Procesos de refinación y su agregado de valor
- 5) Precios y Mercados

Segunda parte

- 1) Perspectivas de mercados y principales flujos de producto
- 2) La Refinación en la Argentina

→ ¿COMO SE DETERMINA EL PRECIO DEL CRUDO?

Como todo mercado es un juego entre la oferta y la demanda

Oferta

Claves

- **Disponibilidad:** Recursos y reservas
- **Producción:** actual y esperada (proyectos aprobados y en marcha)
- **Costos de extracción:** a diferencia de la producción de bienes industriales, en la producción de petróleo hay un amplio rango de costos determinados por el tipo de explotación (onshore, offshore, no-convencionales, recuperación secundaria, etc.)

Demanda

Claves

- **Transporte de bienes y Personas:** Es el principal uso de los productos derivados y en ello juegan los factores: penetración del automóvil (consumo de gasolina), actividad de la industria pesada (consumo de diésel), flujo comercial global (consumo de diésel y bunker).
- **Nivel de actividad económica**

→ MERCADOS DE REFERENCIA PARA EL PRECIO DEL CRUDO.



Light



Middle



Heavy



Density



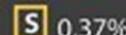
Sulfur

BRENT

Europe and Asia



38,6 API



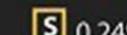
0,37%

WTI (West Texas Intermediate)

United States of America



39,6 API



0,24%

DUBAI CRUDE

Middle East



31 API



1,97%

BRENT

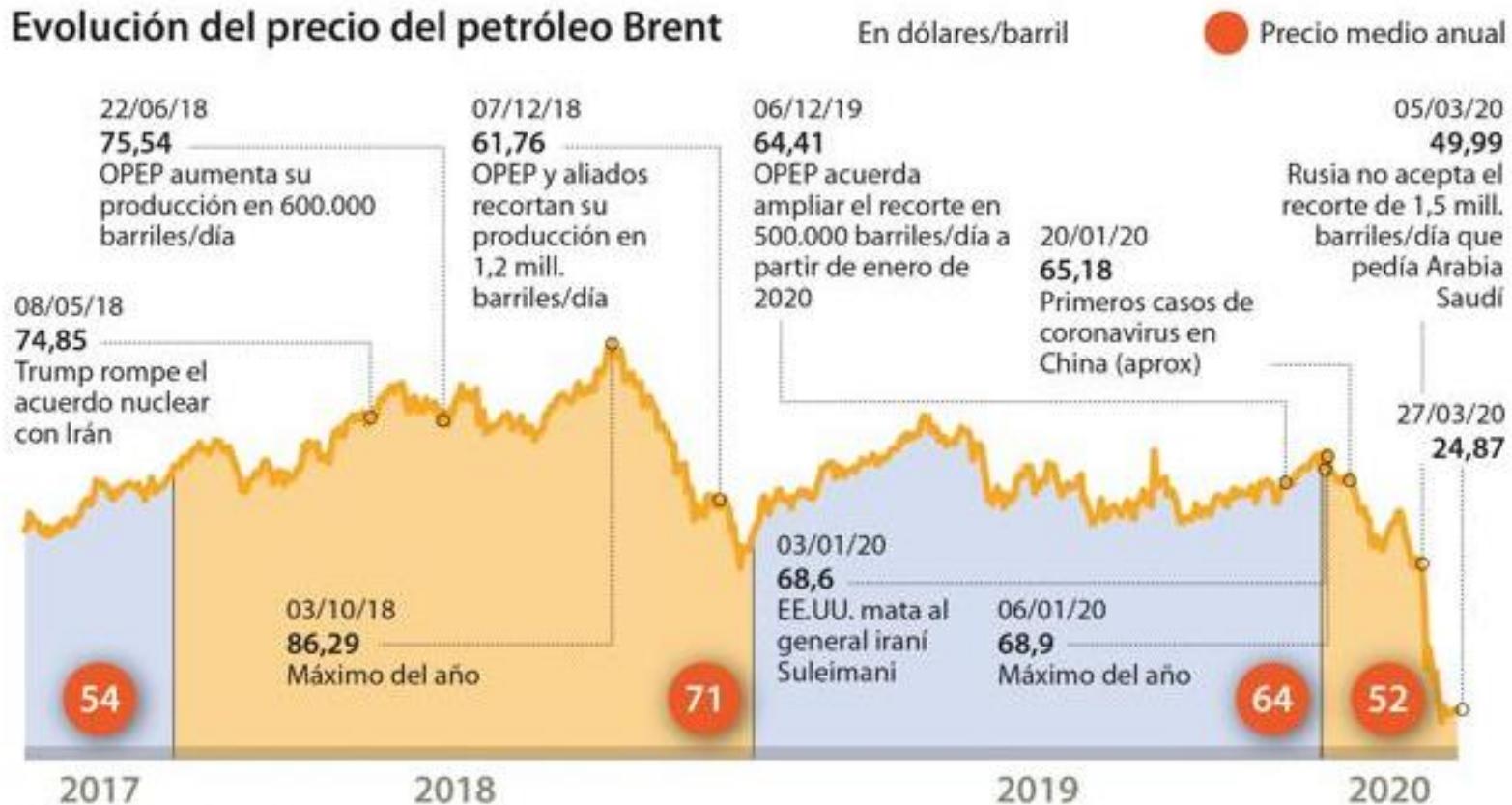
Crudo Liviano °API ~ 38 & 390 ppm S (dulce)
¿Dónde se extrae? [Mar del Norte](#)
¿Quién lo refina? [Europa del Norte + USA](#)

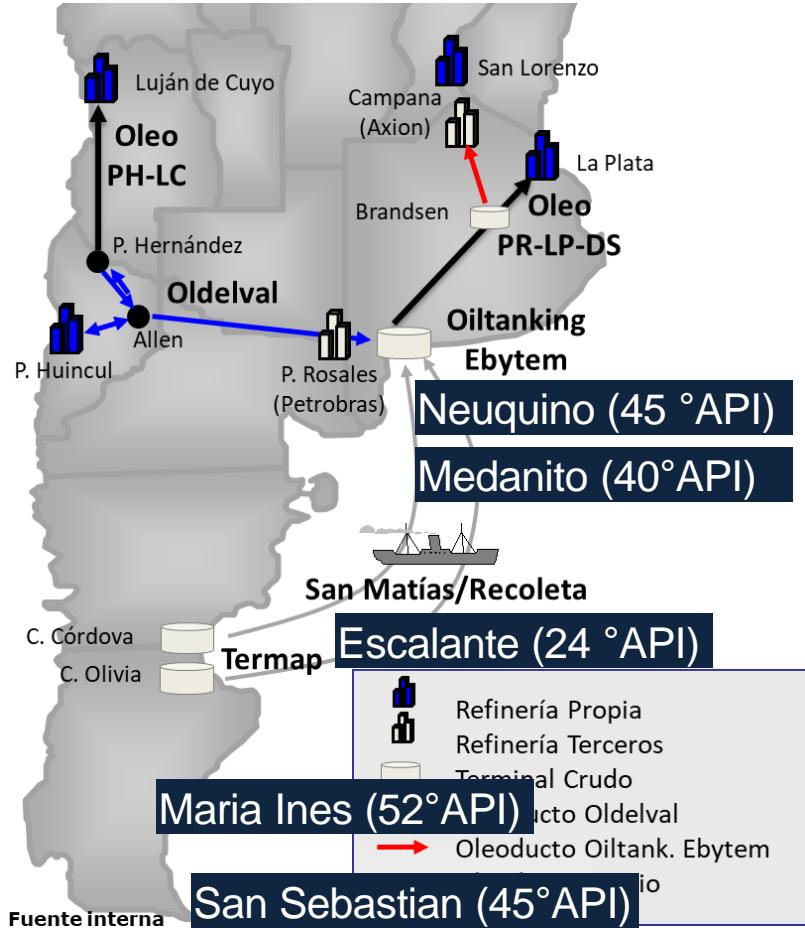
WTI

Crudo Liviano °API ~ 39 & 240 ppm S (dulce)
¿Dónde se extrae? [Texas, Louisiana y Dakota del Norte.](#)

En Argentina, usamos la referencia de Brent, para armar los precios de importación y exportación

→ EVOLUCIÓN DEL PRECIO DEL PETROLEO BRENT



→ **EL MERCADO DE CRUDO EN ARGENTINA**

- ✓ Argentina es un exportador neto de crudo e importador de productos refinados.
- ✓ Las exportaciones son de crudo:

→ PRECIO DE LOS PRODUCTOS REFINADOS

El Diesel (Gas Oil) y las Gasolinas (Naftas) son los productos que mas actividad de trading tienen el mundo.

Producto	Especificación	Marcador de referencia	Formula de precio	Margen
Diesel (Gas Oil en Argentina)	<ul style="list-style-type: none">ULSD (ultra low sulfur Diesel) max 10 ppm de azufreHO N2 (heating oil Gr2) max 800 ppm de azufre	<ul style="list-style-type: none">Nymex HOUSGC HO N2	<ul style="list-style-type: none">Nymex HO +/- 5 cag*	<ul style="list-style-type: none">BRENT + 3 usd/bbl
Gasolina (Nafta en Argentina)	<ul style="list-style-type: none">UNL87 (promedio RON/MON 87).UNLD (promedio RON/MON 93).Ambos grados de bajo azufre	<ul style="list-style-type: none">Nymex RBOBUSGC UNL93 Waterborne	<ul style="list-style-type: none">Nymex HO +/- 3 cag*	<ul style="list-style-type: none">BRENT + 2 usd/bbl

*corresponde a un premio o descuento sobre el marcador. Este depende de calidad, lugar de entrega, regulaciones impositivas, etc

Primera parte

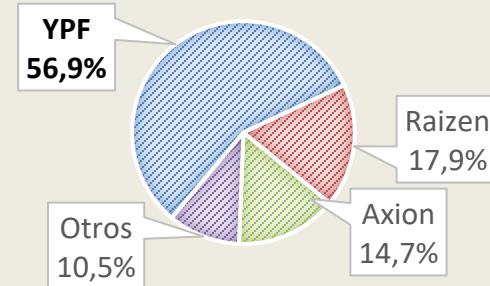
- 1) Productos primarios obtenidos de la refinación del petróleo
- 2) Planificación de Refino
- 3) Esquemas y procesos de refinación
- 3) Precios y Mercados
- 4) Márgenes. Procesos de refinación y su agregado de valor

Segunda parte

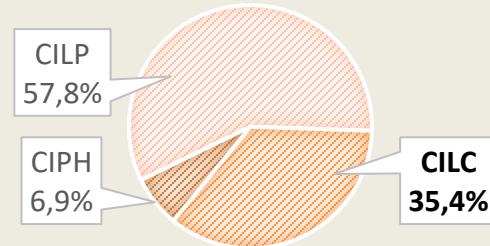
- 1) Perspectivas de mercados y principales flujos de producto
- 2) La Refinación en la Argentina



PARTICIPACIÓN YPF EN CAPACIDAD DE TOPPING

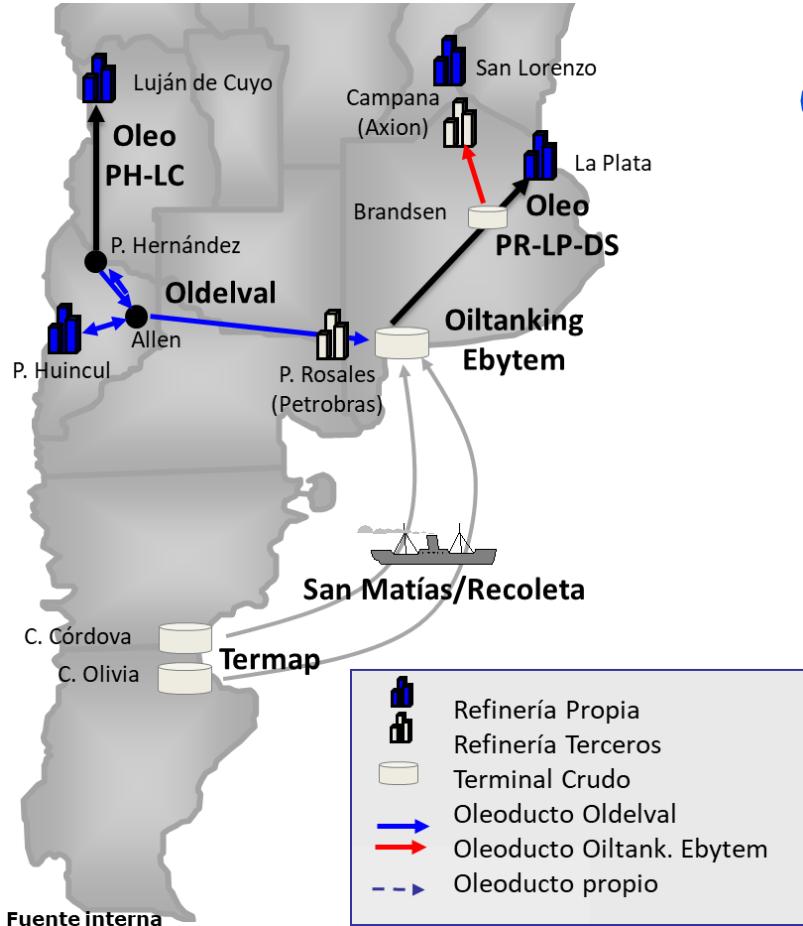


CAPACIDAD DE TOPPING POR REFINERÍA DE YPF



24,1 % de las ventas de GO en el País.

21,9 % de las ventas de Motonáftas en el País.

→ **LOGÍSTICA DE CRUDOS**

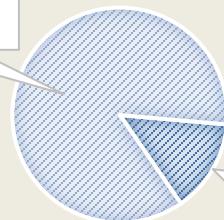
- ✓ Oleoductos de evacuación del Upstream
- ✓ Oleoductos de abastecimiento a Refinerías
- ✓ Terminales de almacenamiento
- ✓ Transporte Marítimo
- ✓ Exportaciones

PROCESAMIENTO DE CRUDO [Mm3/Año]

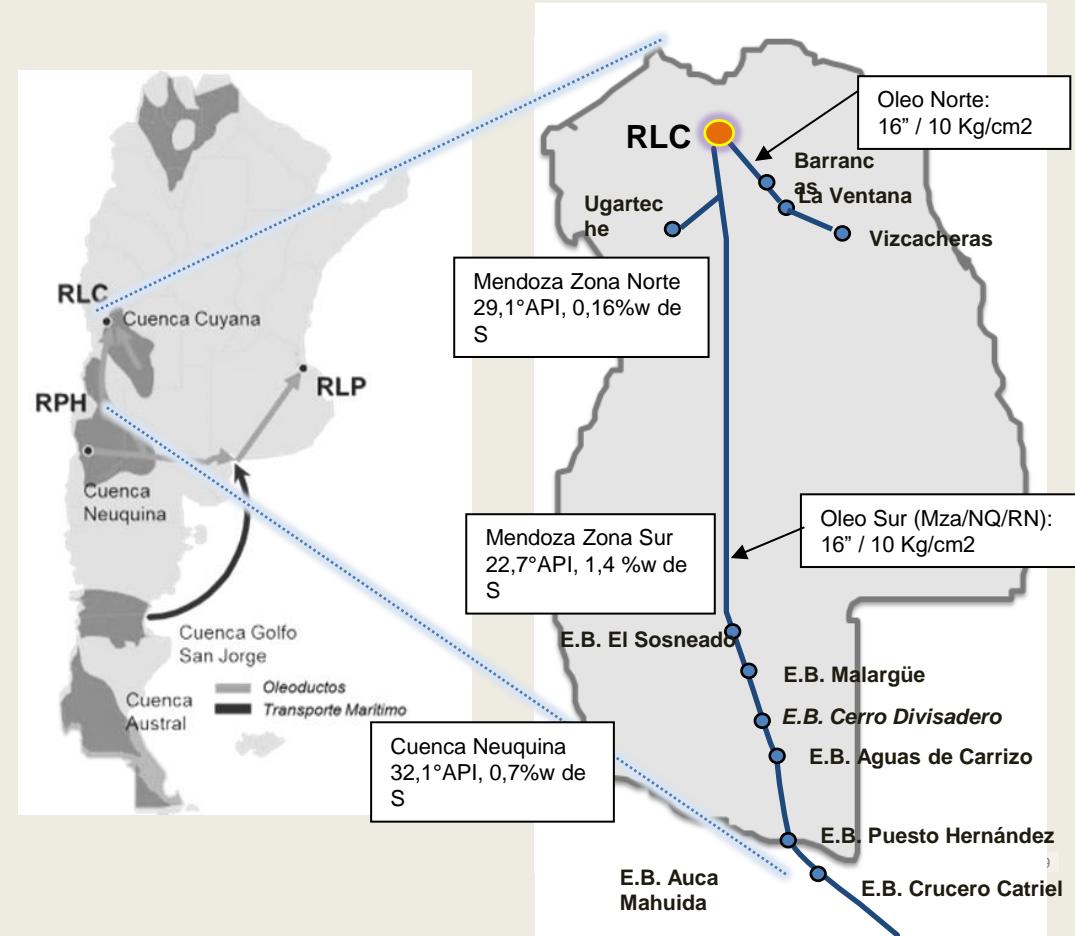
OIL PROCESSING RATE

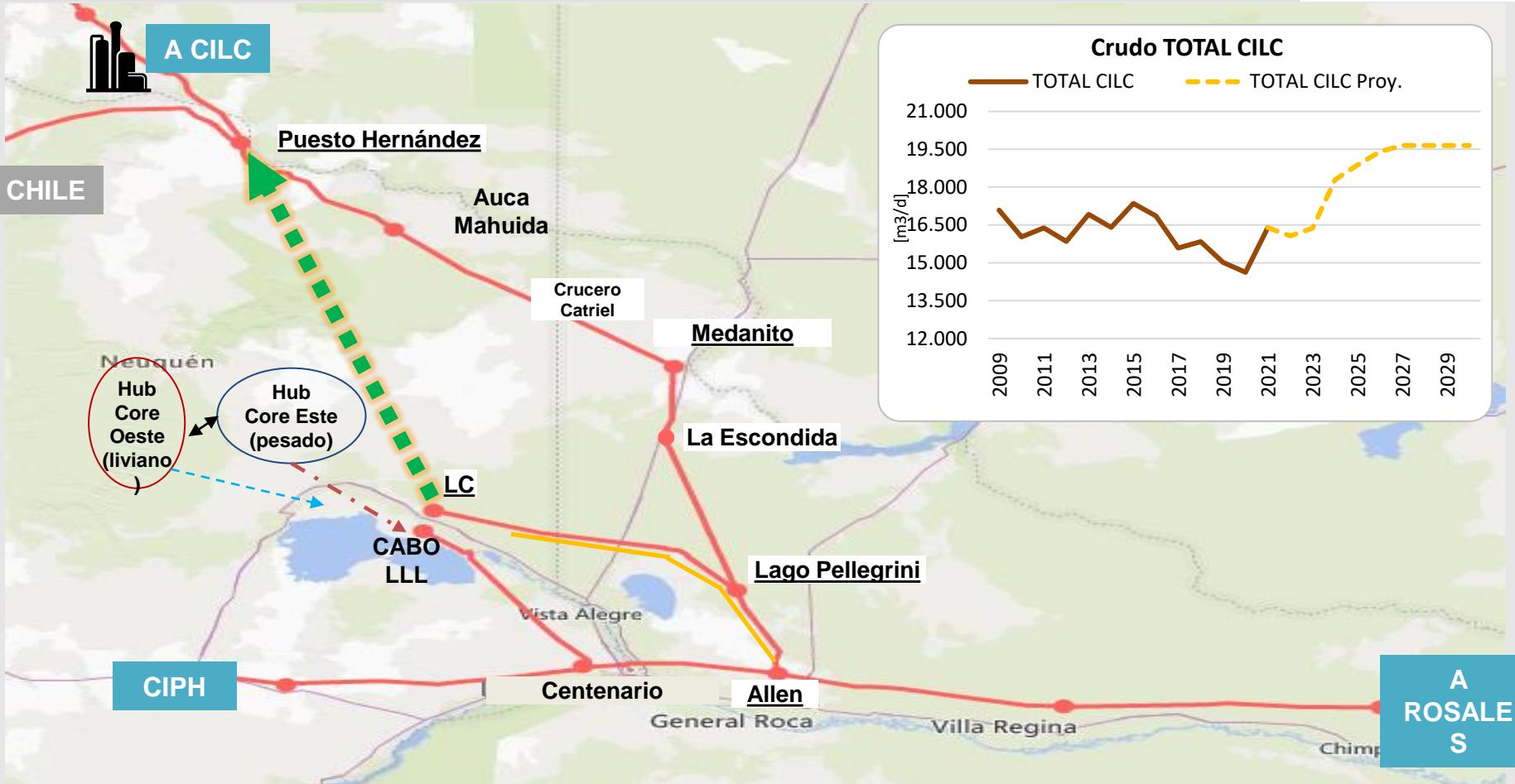
2019	2020	2021	2022	2023	2024
5.439	4.876	5.842	6.037	6.073	6.357

Oleo Zona Sur
86%

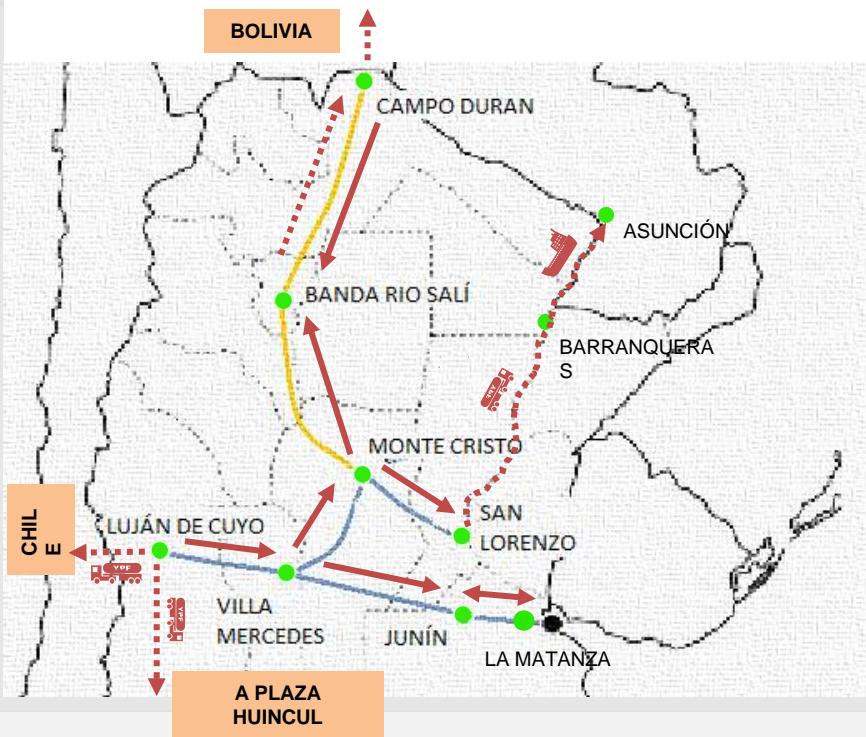


Oleo Zona Norte
14%





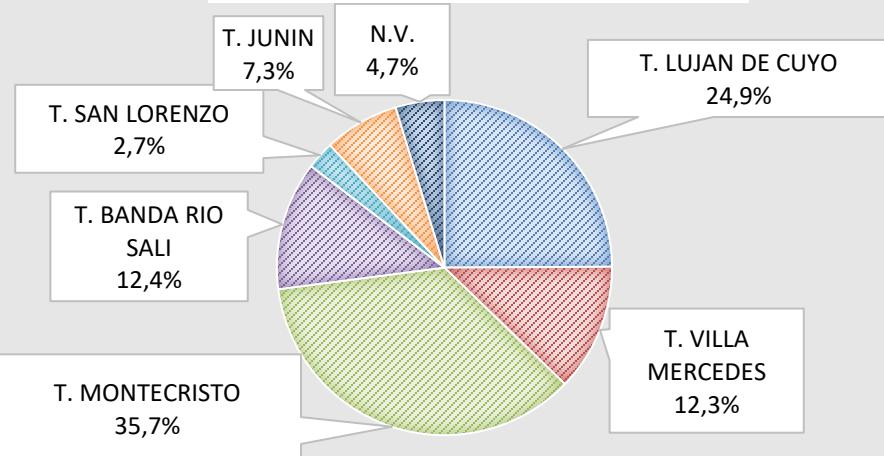
Logística de Productos – Hinterland Luján de Cuyo



La Refinería abastece principalmente la zona centro-norte del país, y parte de zona este. Actualmente se despachan 9 tipos de combustibles por el Poliducto.

Abastecimientos alternativo como el CIPH, extremo este del país y países limítrofes.

% DISTRIBUCIÓN ACTUAL HLC



LOGÍSTICA DESPACHOS

TOTAL AÑO 2023

[Mm3]

		MEDIO DE DISTRIBUCIÓN		
LPG	380	100%	-	-
MotoNaftas	1.791	77%	23%	-
DM	3.467	73%	26%	-
Carbón [Ktn]	439	-	41%	59%

Fuente: MPI - Sistema de Contabilidad del Complejo



Impulsando lo nuestro