

# **OPERACIONES UNITARIAS**

**2022**



# **TEMA 2 - *DESTILACION***



**CARACTERIZACION E INDUSTRIALIZACION DEL PETROLEO  
INTRODUCCION**

# El Petróleo es una mezcla compleja de compuestos de distintos pesos moleculares y estructura química

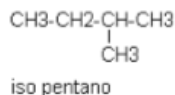
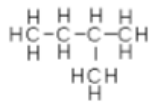
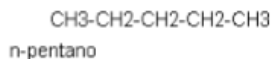
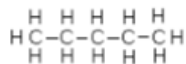
- Hidrocarburos: formados por átomos de carbono y de hidrógeno
- Hétero-compuestos: incluyen además elementos como azufre y nitrógeno
- Desde muy livianos hasta muy pesados
- Desde un átomo de carbón hasta más de 90
- A mayor largo de la cadena de carbono, mayor punto de ebullición del componente



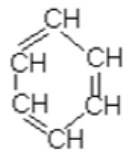
En conjunto, 84-87% de carbono y 11-14% de hidrógeno

# Tipos de molécula de hidrocarburos

## Parafinas

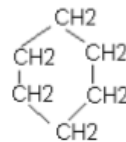


## Aromáticos

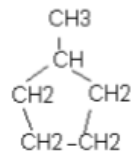


benceno

## Naftenos

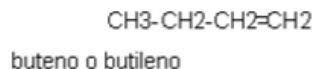
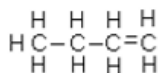


ciclohexano



metil ciclopentano

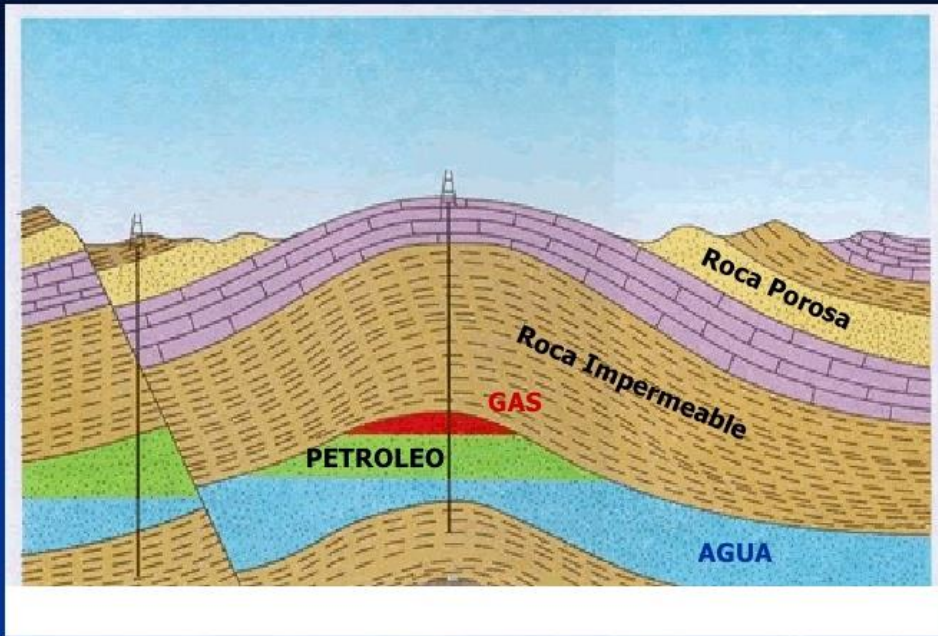
## Olefinas



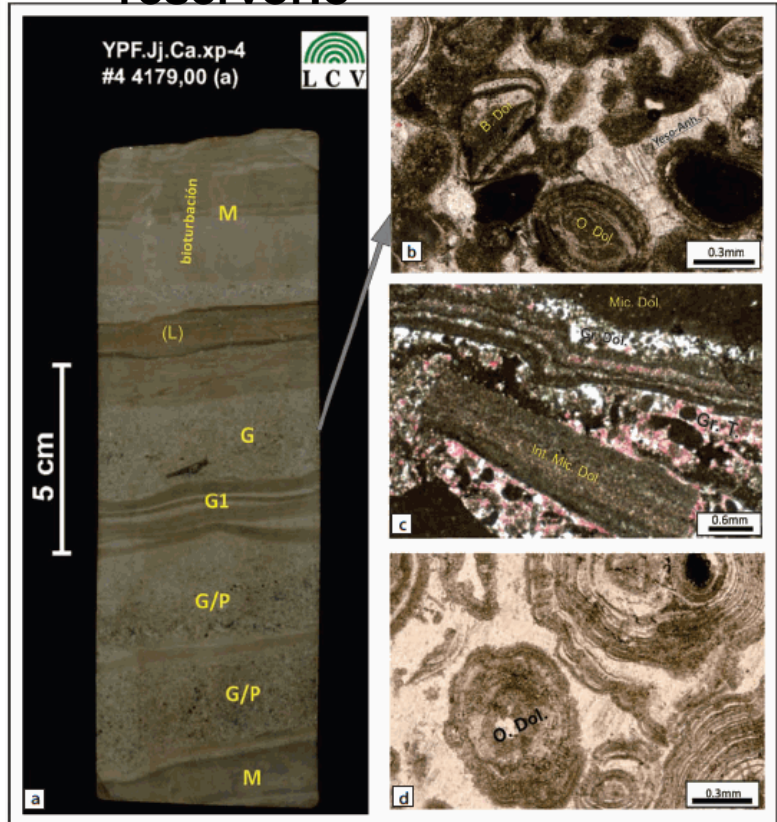
# Dónde se encuentran los hidrocarburos

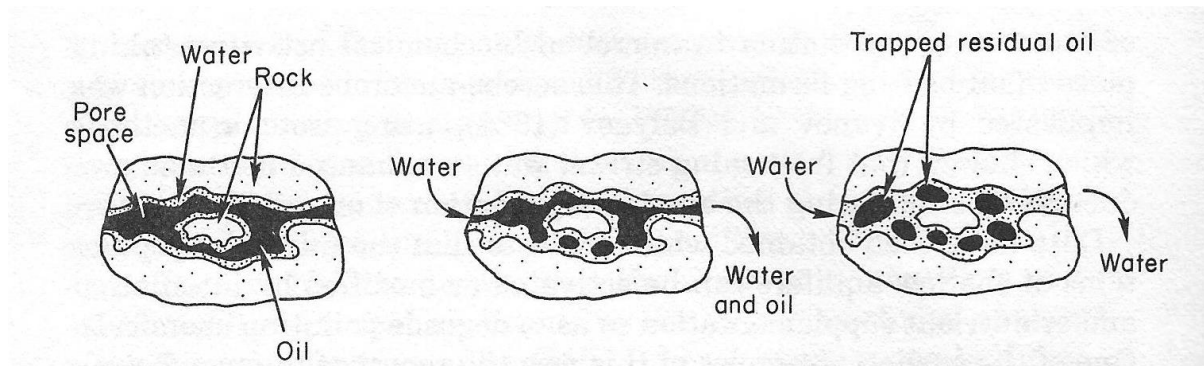
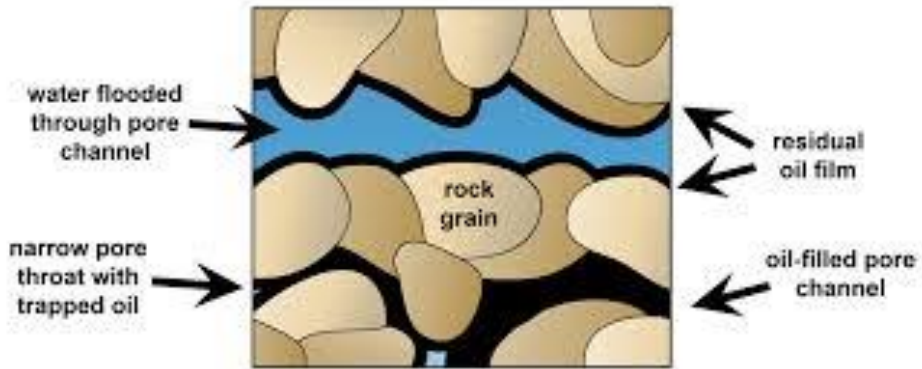
## YACIMIENTO DE PETROLEO Y GAS

### Esquema yacimientos de hidrocarburos

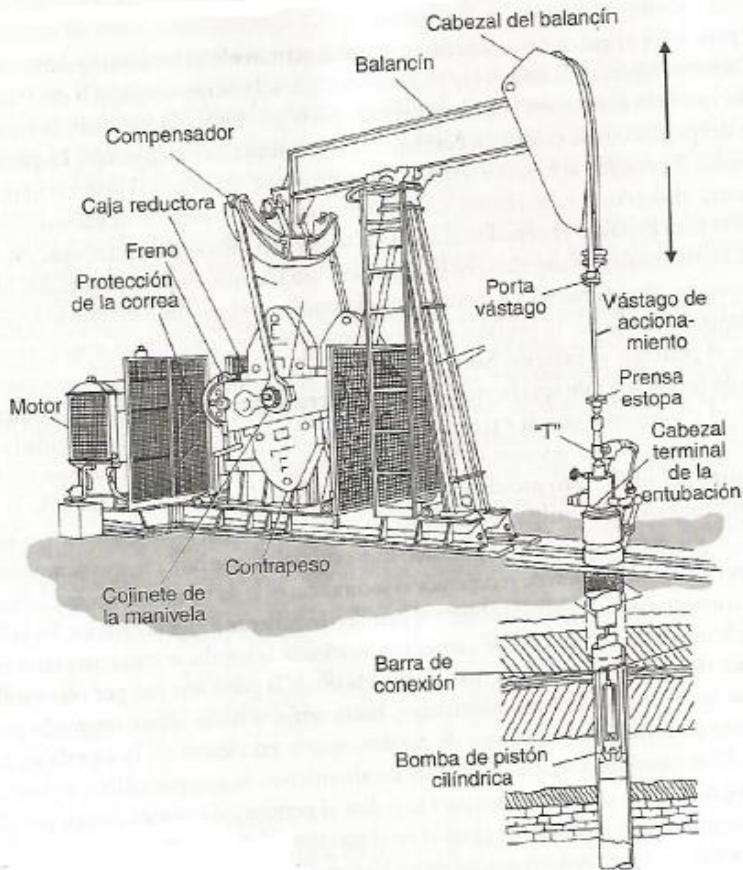


# Rocas reservorio





# UNIDAD DE BOMBEO MECÁNICA







Toma de muestra



Muestra de crudo



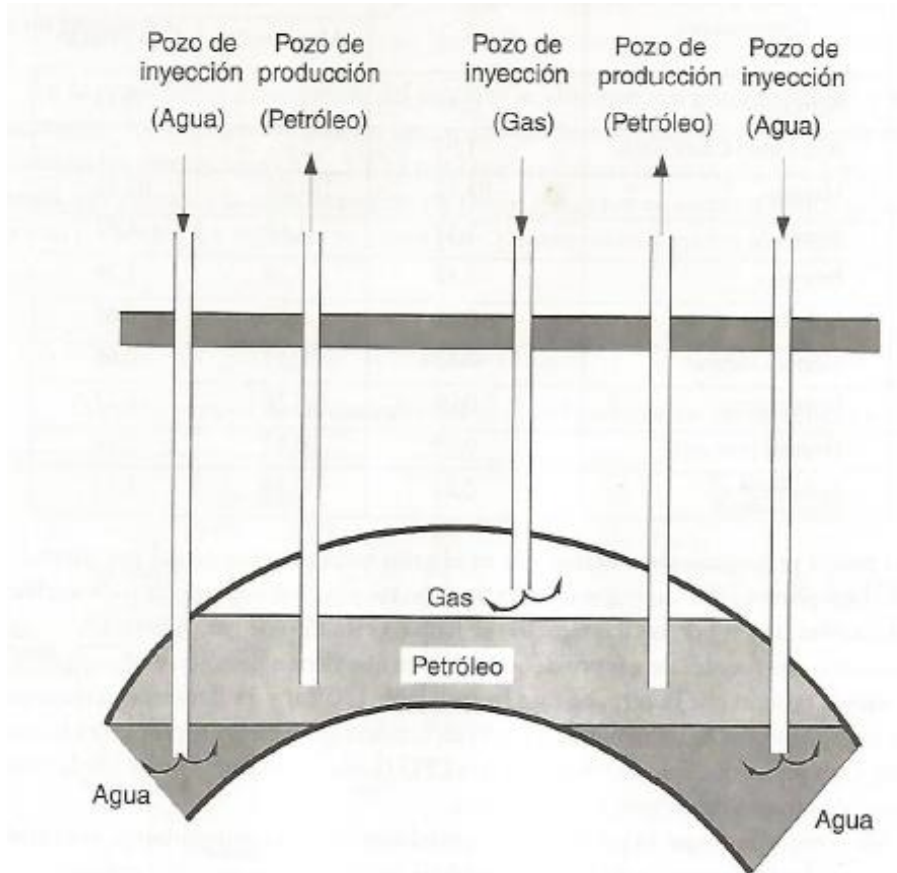
# AyB, BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO



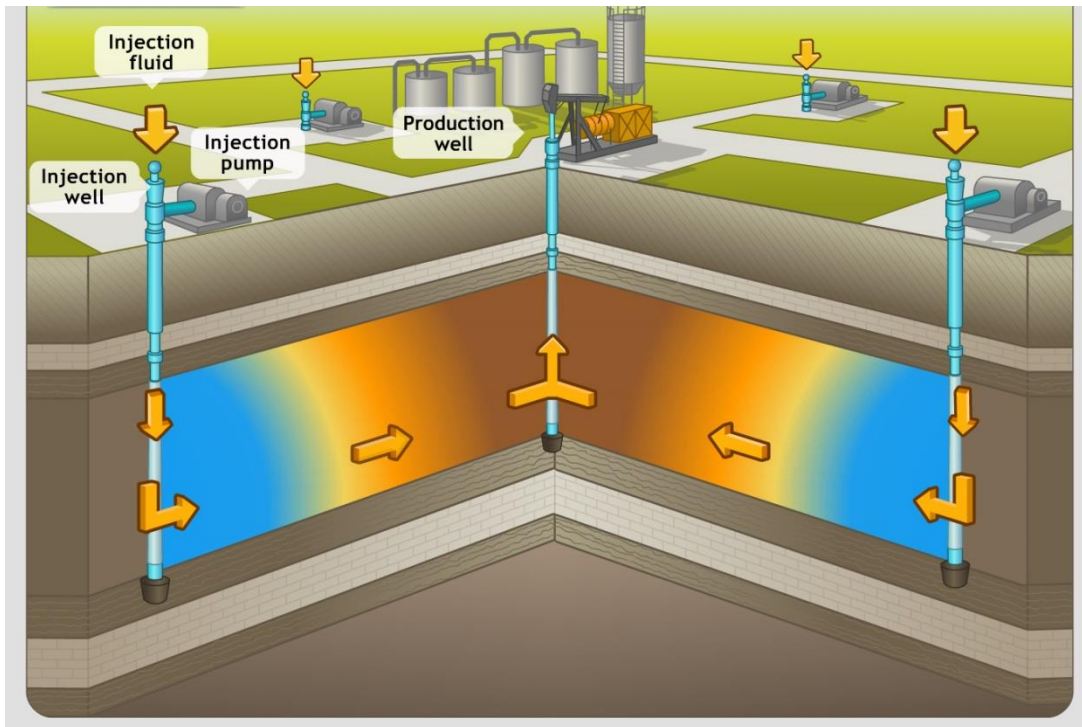
# BOMBA ELECTROSUMERGIBLE



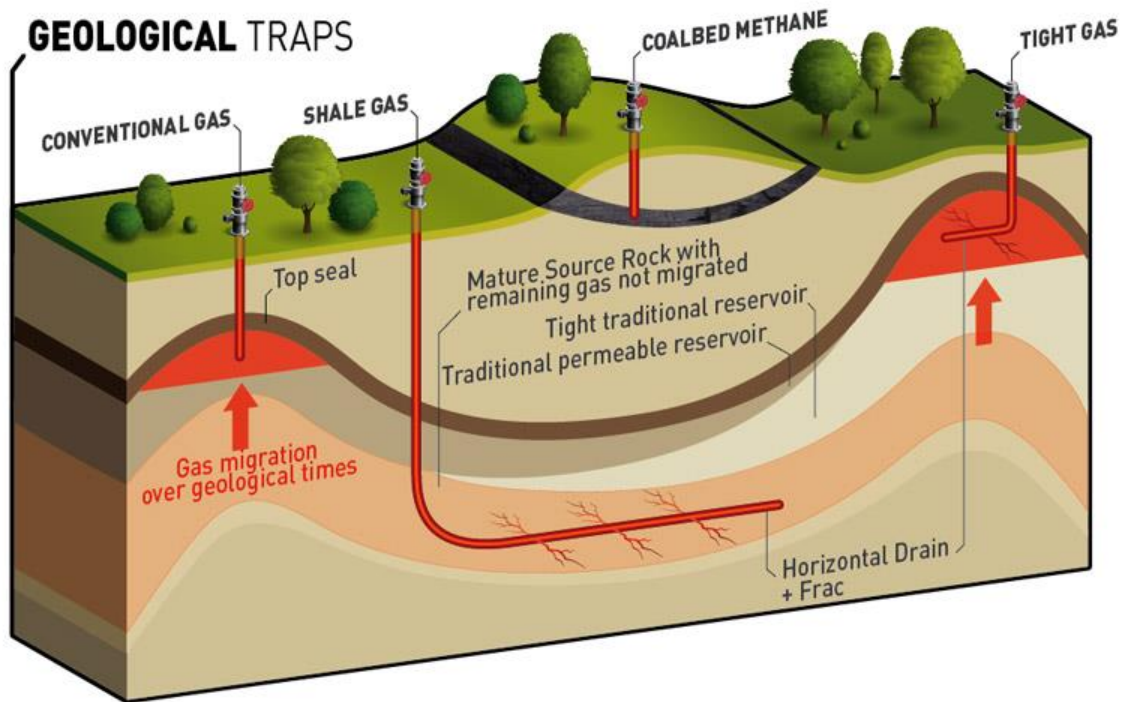
# RECUPERACIÓN SECUNDARIA CON INYECCIÓN DE AGUA Y GAS



# Inyección de agua



# GEOLOGICAL TRAPS



## **CUENCAS PETROLÍFERAS ARGENTINAS:**

CUENCA SALTEÑA o NOROESTE.

CUENCA MENDOCINA o CUYANA.

CUENCA NEUQUINA.

CUENCA PATAGÓNICA O DEL GOLFO  
SAN JORGE.

CUENCA FUEGUINA.

# MAPA PETROLERO

Zonas de producción de petróleo



## 1 Cuenca Noroeste

- Provincias comprendidas  
Jujuy, Salta, Tucumán, Santiago del Estero y Formosa
- Operadores  
Pan American Energy, Tecpetrol, Pluspetrol, YPF

## 2 Cuenca Cuyana

- Provincias comprendidas  
Mendoza, San Juan
- Operador  
YPF

## 3 Cuenca Neuquina

- Provincias comprendidas  
Neuquén, La Pampa, Río Negro y Mendoza
- Operador  
Chevron, YPF, Petrobras, Total, Apache, Pan American Energy, Pluspetrol, Petroandina y Petrolifera

## 4 Cuenca Golfo San Jorge

- Provincias comprendidas  
Chubut, Santa Cruz, plataforma continental
- Operador  
Pan American Energy, YPF, Tecpetrol, ENAP

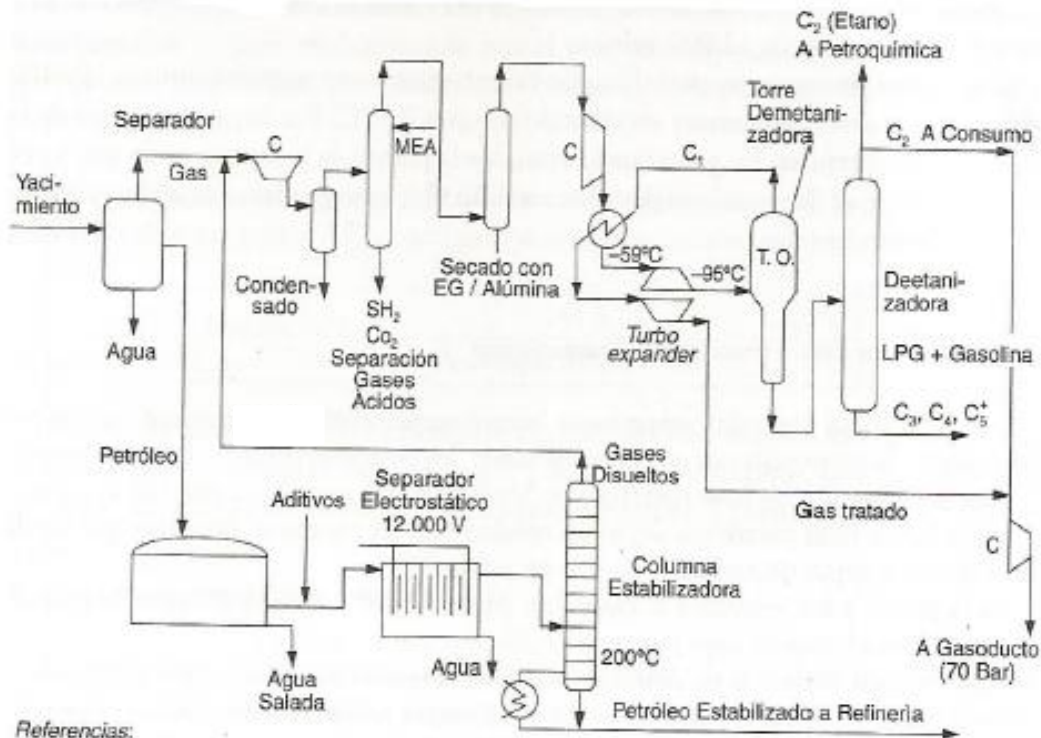
## 5 Cuenca Austral

- Provincias comprendidas  
Santa Cruz, Tierra del Fuego, plataforma continental
- Operador  
ENAP, YPF, Total

FUENTE: Datos propios

IPROSA

# Esquema general de tratamiento del gas y del petróleo en un yacimiento



Referencias:

C = Compresor  
 MEA = Mono Etanol Amina  
 EG = Etilen Glicol



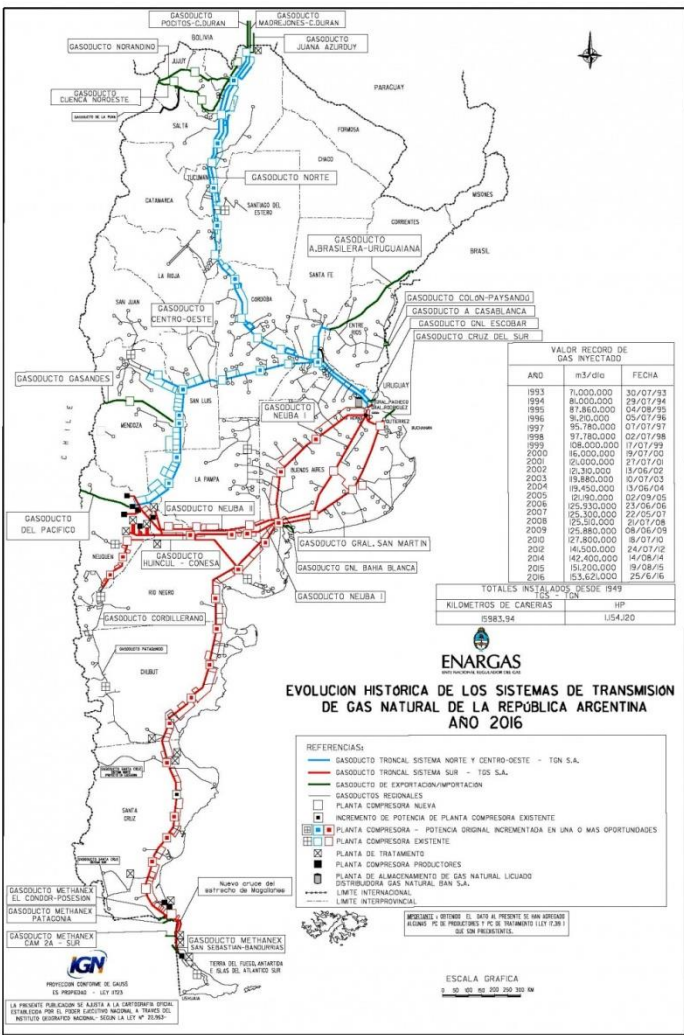
- Por su naturaleza y origen, no hay dos crudos iguales
  - La calidad repercute sobre su valor económico
  
- Densidad y Curva de Destilación
  - Rendimientos primarios de productos
  - Crudos livianos: mayor contenido natural de naftas y destilados
  - La densidad se mide en grados API  
141.5/Gravedad Especifica – 131.5
  
- Contenido de Azufre
  - Impacto sobre calidad de productos y emisiones gaseosas en Refinerías

Cuencas, gasoductos y oleoductos,  
República Argentina, parte continental americana

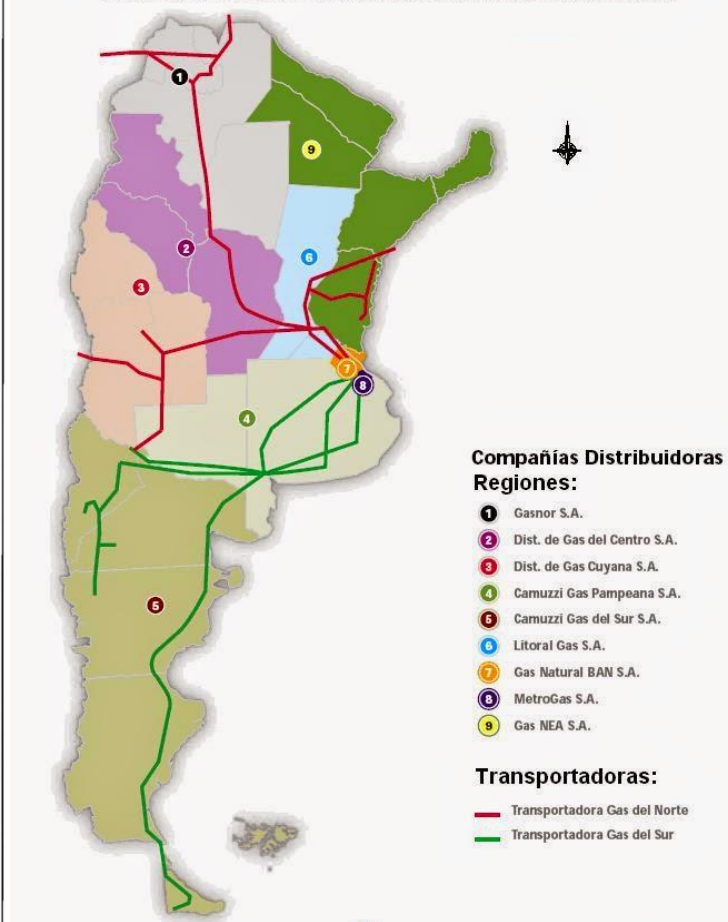


La red de oleoductos en la Argentina es de gran extensión debido a la ubicación distante de las refinерías y de los puertos con respecto a los principales yacimientos de petróleo

Los poliductos pueden transportar distintos tipos de petróleo crudo, kerosene, naftas, gas-oil y gases licuados.



# EL GAS NATURAL EN LA ARGENTINA DEL SIGLO XXI



# Tipos de Crudo

## ■ Según su densidad

- |  |           |   |
|--|-----------|---|
| <input type="checkbox"/> Livianos      | > 31 API  | Bonny Light (Nig.), Medanito (33), Hydra, Vaca Muerta |
| <input type="checkbox"/> Intermedios   | 22-31 API | Caño Limon (Col.), Escalante (24)                     |
| <input type="checkbox"/> Pesados       | 11-22 API | Cerro Negro (Ven), Marlim (Br)                        |
| <input type="checkbox"/> Ultra Pesados | < 10 API  | Producto de arenas bituminosas y Faja del Orinoco     |

## ■ Según su contenido de azufre

- |                                      |          |                                   |
|--------------------------------------|----------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Dulces      | < 0.5%   | Escalante (0.19), Medanito (0.47) |
| <input type="checkbox"/> Semi dulces | 0.5-1.5% | Oriente (Ecu), Caño Limón (Col)   |
| <input type="checkbox"/> Agrios      | > 1.5%   | Maya (Mex), Arabian Light         |

La calidad del crudo afecta su valor económico y su factibilidad de su procesamiento

## Estructura

- Contenido de parafinas, nafténicos o aromáticos, que afectará la calidad de los cortes destilados
- Se mide mediante el factor  $K_{UOP}$ 
  - (Temperatura de Ebullición Media)<sup>1/3</sup> / Gravedad Especifica
    - Base parafínica (K=13)
    - Base mixta (K=11)
    - Base nafténica (K=12)
    - Base aromática (K=10)

## Crudos Típicos de Argentina

	API	Azufre	Base
Escalante	24	0.19%	Nafténica
Cañadón Seco	26	0.20%	Nafténica
Medanito	33	0.47%	Nafténica

## Viscosidad / Punto de Escurrimiento (Pour Point)

- Medida de resistencia a fluir de un líquido
- Temperatura mas baja a la cual fluye un líquido al ser enfriado
- Definen requerimientos para transporte y bombeo
  - Dimensiones de oleoductos, capacidad y potencia de bombeo
  - Restricciones adicionales en invierno y/o requerimientos de blending

## Acidez, agua y sedimentos, sales

- Sólidos (barros, arenas, arcillas), sales y agua remanentes de los procesos de extracción. Sales y acidez propia del crudo
- Anticipan la tendencia a incrustaciones, depósitos y taponamiento en equipos de proceso, corrosión
- Establecen necesidades de tratamiento adicional del crudo y productos
- El contenido de agua no debe superar el 2%. Adicionalmente, incrementa el costo del transporte y dificulta la destilación primaria

## Residuo de carbón en el crudo o en sus cortes

- Tendencia a la formación de carbón a elevada temperatura
- Anticipa la performance de los procesos de craqueo y coqueo
- Suele medirse por 3 métodos
  - Ramsbottom Carbon Residue (RCR)
  - Conradson Carbon Residue (CCR)
  - Micro Carbon Residue (MCR)

## Nitrógeno

- Pueden afectar los catalizadores y la calidad de productos derivados de la conversión de fondos (diesel, naftas)
- Se remueve con hidrotratamiento

## Metales (Níquel, Vanadio, Hierro, etc.)

- Acompañan las sales, pudiendo generar corrosión
- También afectan la actividad de los catalizadores

## Azufre

- Problemas de corrosión en los gases de combustión
- Efectos ambientales adversos
- Afectan los catalizadores

# Caracterización de Crudos

- Para conocer la calidad de los crudos se realizan ensayos estándar normalizados
- Se destila en laboratorios especiales una muestra representativa de crudo, simulando o reproduciendo las condiciones de destilación de una refinería
- Se obtienen alrededor de 10 cortes, por rangos de ebullición
- Se somete al crudo en su conjunto y a las fracciones destiladas a ensayos específicos de laboratorio
- Los resultados se recopilan y se presentan de forma de permitir obtener conclusiones y realizar comparaciones y correlaciones
- El documento generado se conoce como “Crude Assay”



- Los crude assays se encuentran disponibles para interés de productores, refinadores y comercializadores
  - Bibliotecas públicas
  - Bibliotecas y programas por suscripción
  - Programas de monitoreo de calidad
  - Estudios comparativos y de tendencias
  - Los propios productores publican las propiedades de sus crudos como parte de su plan de comercialización
- Incluyen datos esenciales para los modelos de simulación de refinerías
- Permiten predecir rendimientos y calidades de productos de destilación finales e intermedios

# Equipo de destilación para Crude Assays



# Crude Assay – Crudo Medanito

Distillation Summary	Light	Medium	Heavy	Kero	Atm	Light	Heavy	Vac	Atm	
	Naphtha	Naphtha	Naphtha		Gas Oil	VGO	VGO	Resid	Resid	
TBP Temp At Start, °C	10	80	150	200	260	340	450	570	340	
TBP Temp At End, °C	80	150	200	260	340	450	570	End	End	
Yield at Start, vol%	1.2	7.6	20.6	28.5	36.8	51.9	70.4	84.2	51.9	
Yield at End, vol%	7.6	20.6	28.5	36.8	51.9	70.4	84.2	100.0	100.0	
Yield of Cut (wt% of Crude)	4.9	11.3	7.2	8.0	15.0	19.3	14.9	18.5	52.7	
Yield of Cut (vol% of Crude)	6.4	13.0	7.8	8.3	15.1	18.5	13.7	15.8	48.1	
TBP Distillation, vol%	°C Start	10	79	150	200	260	340	450	570	340
	°C 5%	28	81	152	203	264	345	455	578	353
	°C 10%	28	90	155	207	269	350	460	586	367
	°C 30%	36	98	164	219	285	371	481	624	425
	°C 50%	60	118	174	232	301	392	504	671	492
	°C 70%	69	126	184	243	317	414	528	738	578
	°C 90%	69	142	195	255	332	438	555	861	731
	°C 95%	72	146	197	257	336	444	563	926	813
	°C End	79	150	200	260	340	450	570	End	End

# Crude Assay – Crudo Medanito

Summary of Major Cuts	Whole Crude	Light Naphtha	Medium Naphtha	Heavy Naphtha	Kero	Atm Gas Oil	Light VGO	Heavy VGO	Vacuum Resid	Atm Resid
TBP Temp At Start, °C	Start	10	80	150	200	260	340	450	570	340
TBP Temp At End, °C	End	80	150	200	260	340	450	570	End	End
Yield at Start, vol%		1.2	7.6	20.6	28.5	36.8	51.9	70.4	84.2	51.9
Yield at End, vol%		7.6	20.6	28.5	36.8	51.9	70.4	84.2	100.0	100.0
Yield of Cut (wt% of Crude)		4.9	11.3	7.2	8.0	15.0	19.3	14.9	18.5	52.7
Yield of Cut (vol% of Crude)		6.4	13.0	7.8	8.3	15.1	18.5	13.7	15.8	48.1
Gravity, °API	32.9	84.0	58.0	49.3	40.0	34.1	26.7	20.9	9.4	19.0
Specific Gravity	0.86	0.66	0.75	0.78	0.82	0.85	0.89	0.93	1.00	0.94
Sulfur, wt%	0.47	0.01	0.01	0.02	0.04	0.18	0.45	0.67	1.35	0.83
Mercaptan Sulfur, ppm		7	13	4	4					
Nitrogen, ppm	1213	0	0	1	1	18	403	1342	5029	2295
Hydrogen, wt%		16.3	14.4	14.4	13.8	13.3	12.9	12.3		
Viscosity @ 40 °C (104 °F), cSt	8.60	0.43	0.61	1.00	1.77	4.34	24.22	3.30E+02	3.E+06	5.53E+02
Viscosity @ 50 °C (122 °F), cSt	6.70	0.40	0.56	0.88	1.51	3.50	16.62	1.74E+02	7.E+05	2.92E+02
Viscosity @ 100 °C (212 °F), cSt	2.62	0.31	0.40	0.56	0.83	1.53	4.44	1.98E+01	4.E+03	3.19E+01
Viscosity @ 135 °C (275 °F), cSt	1.64	0.28	0.34	0.45	0.64	1.02	2.42	7.86E+00	4.E+02	1.24E+01

# Crude Assay – Crudo Medanito

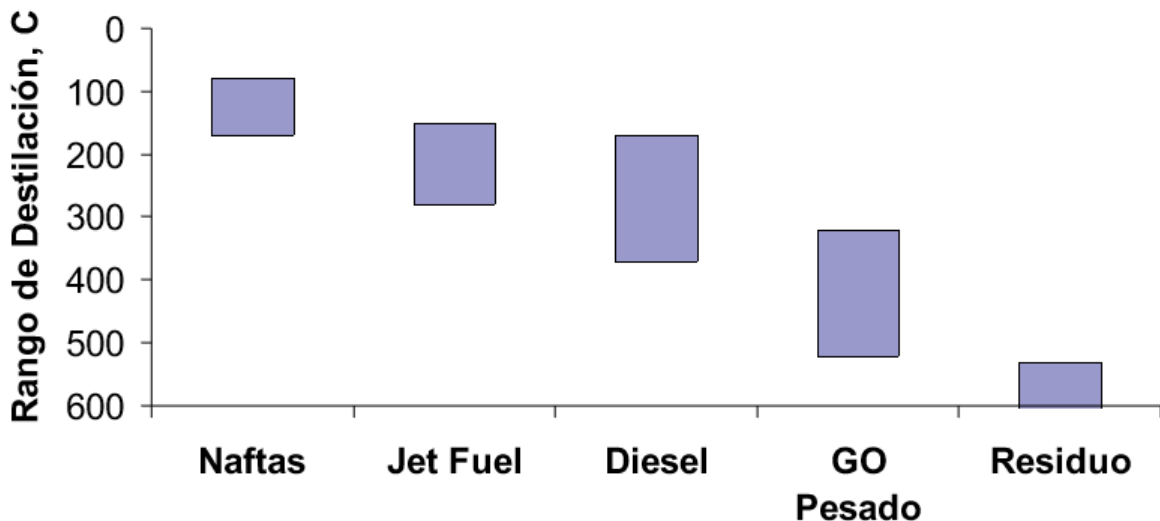
Summary of Major Cuts	Whole Crude	Light Naphtha	Medium Naphtha	Heavy Naphtha	Kero	Atm Gas Oil	Light VGO	Heavy VGO	Vacuum Resid	Atm Resid
Freeze Point, °C	46	-124	-99	-72	-42	-7	24	46	71	57
Pour Point, °C	-24	-130	-104	-75	-46	-12	19	41	73	18
Smoke Point, mm (ASTM)	5	38	35	30	24	17	8	3	1	3
Aniline Point, °C	80	72	56	59	64	73	86	97	105	96
Total Acid Number, mg KOH/g	0.7	0.0	0.0	0.1	0.2	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
Cetane Index, ASTM D4737				44	47	56				
Diesel Index	58	135	77	68	59	56	50	43	21	39
Characterization Factor (K Factor)	12.0	12.7	11.9	11.9	11.8	11.8	11.9	12.1	12.0	12.0
Research Octane Number, Clear		71.9	61.5	37.6						
Motor Octane Number, Clear		71.5	60.6							
Paraffins, vol%		90.9	53.4	42.1	36.5					
Naphthenes, vol%		9.1	33.8	43.9	46.2					
Aromatics, vol%		0.0	12.8	13.8	17.1					
Thiophenes, vol%										
Molecular Weight	255	103	117	145	176	227	316	469	813	443
Gross Heating Value, MM BTU/bbl	5.90	4.81	5.30	5.50	5.72	5.87	6.06	6.22	6.51	6.26
Gross Heating Value, kcal/kg	10888	11617	11272	11160	11006	10905	10753	10631	10286	10569
Gross Heating Value, MJ/kg	45.6	48.6	47.2	46.7	46.0	45.6	45.0	44.5	43.0	44.2
Heptane Asphaltenes, wt%	0.8								4.3	1.5
Micro Carbon Residue, wt%	3.4								17.8	6.5
Ramsbottom Carbon, wt%	3.0								15.7	5.7
Vanadium, ppm	13								70	25
Nickel, ppm	5								27	10
Iron, ppm	3								17	6

# Selección de crudos para una Refinería

- Habitualmente, una Refinería procesa una mezcla variable de crudos
- El proceso de selección involucra evaluaciones logísticas, técnicas y económicas
- Cada Refinería dispone de una canasta de crudos factibles de procesar
  - Cercanía del yacimiento, propiedad del crudo, logística de transporte, contratos vigentes, disponibilidad en el mercado
  - Compatibilidad entre la configuración e instalaciones de la Refinería y las características del crudo
  - Experiencia de procesamiento

Los productos de refinación son conjuntos de moléculas de distintas formas, tamaños y rangos de ebullición

- Productos Principales: Naftas, Diesel, Fuel Oil
- Productos Especiales: LPG, Jet Fuel, Solventes, Bases Lubricantes
- Productos Residuales: Carbón, Azufre, Gas Combustible



# Especificaciones técnicas de productos

- Requeridas para establecer parámetros homogéneos de calidad
- Basadas en requerimientos de usuarios y medioambientales
  - Performance de motores y turbinas
  - Propiedades requeridas para usos como materia prima
  - Nivel de emisiones gaseosas
- En casos, fijadas por autoridades de aplicación y/o regulación
- Parámetros mínimos, máximos, pasa/no pasa
- Incluyen métodos estándar de testeo
- Para cada producto se desarrollan hojas de especificación
- Cada refinador cuenta con un laboratorio especializado que realiza los análisis de productos y certifica el cumplimiento de las especificaciones
- Ciertos desvíos menores son aceptados (con el nivel de aprobación correspondiente), otros no



# Algunos parámetros típicos de calidad

## ■ Naftas

- Octanaje (RON/MON)
- Azufre
- Tensión de vapor
- Curva de destilación
- % de Alcohol

## ■ Fuel Oil

- Viscosidad
- Azufre

## ■ Diesel

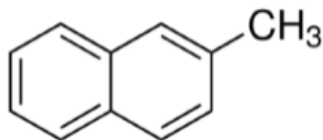
- Cetano (CN/CI)
- Azufre
- Flash Point
- Curva de destilación
- % de Biodiesel

## ■ Jet Fuel

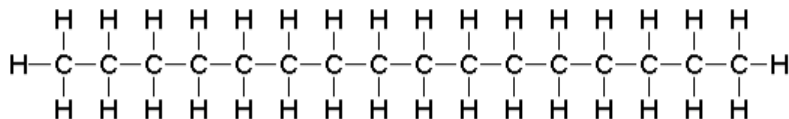
- Curva de destilación
- Freeze Point
- Smoke Point

# Referencias para Octano y Cetano

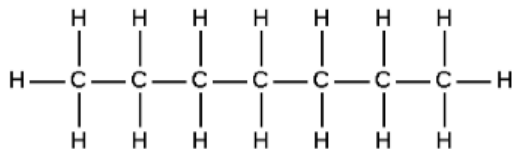
0 Cetano: alfa Metil Naftaleno



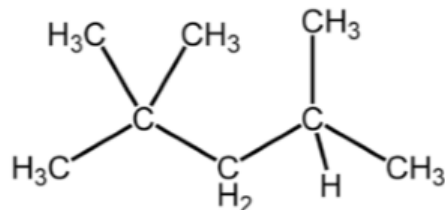
100 Cetano: Hexadecano



0 Octanos: n- Heptano



100 Octanos: Iso-octano



# Parámetros de calidad típicos de las naftas: Octanaje

- **NÚMERO OCTANO NAFTA:**

Es la Capacidad ANTIDETONANTE de una NAFTA que es la tendencia a encenderse en forma explosiva o prematuramente generando golpeteo o pistoneo

**MON (NÚMERO de OCTANO de Investigación):** ==> 600 rpm, T entrada Aire 70°F.

Tendencia del MOTOR para DETONAR a BAJAS VELOCIDADES del MOTOR.

Mide Bajas Revoluciones ==> Durante Momentos de Pique.

**RON (NÚMERO de OCTANO del MOTOR):** ==> 900 rpm, T entrada Aire 70°F.

Tendencia del MOTOR para DETONAR a ALTAS VELOCIDADES del MOTOR.

Mide Altas Revoluciones ==> Durante Aceleración en Ruta.

**NÚMERO de OCTANO COMERCIAL:**  $(RON + MON) / 2$ .

**PRODUCTOS UTILIZADOS:**

\_ ISOCTANO valor 100. <===== ( 2-2-4 trimetilPentano).

\_ n HEPTANO valor 0.

## ■ Corrosión a la Plata, al Cobre; Doctor Test

- Combustibles corrosivos pueden dañar componentes internos metálicos y no metálicos de motores y de sus sensores electrónicos
- La corrosión en general se produce por la presencia de trazas de azufre en el combustible
- Los distintos tests se complementan para asegurar la calidad del producto

- Curva de Destilación ASTM, Presión de Vapor, “Driveability Index”, Temperatura del vaporización del 20%, Densidad
  - De distintas maneras, miden la tendencia de las naftas a vaporizar
  - La curva de destilación busca asegurar que la nafta no sea demasiado liviana ni demasiado pesada para la operación del motor
  - La Presión de Vapor se limita para permitir un almacenamiento seguro y evitar excesiva evaporación de combustible. Es estacional.
  - El “Driveability Index” predice la performance de arranque en frío y calentamiento de la nafta en un motor, ponderando empíricamente la temperatura de destilación al 10%, al 50% y al 90%

- Presencia de gomas, estabilidad a la oxidación
  - Resistencia al envejecimiento
  - Ciertos productos contenidos en las naftas generan tendencia a la formación de gomas
  - Al evaporarse el combustible, se producen depósitos en los internos de los motores
  - También pueden formarse gomas por acción del oxígeno en casos de almacenamiento prolongados, deteriorando la calidad del combustible

# Otros parámetros

## ■ Contenido de azufre

- Control de corrosión de los motores y conductos de escape
- especificación de carácter medioambiental

## ■ Presencia de Plomo, Fósforo, Manganeso

- Para proteger los convertidores catalíticos de los motores
- especificación de carácter medioambiental

## ■ Color

- Aspecto físicos, para reducir el riesgo de mezcla entre grados

## ■ Contenido de Etanol, MTBE, Oxigenados, Benceno

- Elevadores de octano, en ocasiones requeridos para fomentar actividades industriales complementarias, limitados por temas ambientales, de salud y/o performance de motores

# Hoja típica de datos Nafta Súper Argentina

Junio 2016

## ANÁLISIS TÍPICOS

Ensayos	Unidad	Método	SUPER
Densidad a 15 °C	g/cm <sup>3</sup>	ASTM D-1298/4052	0,740
RON – Research Octane Number		ASTM D-2699	95
MON – Motor Octane Number		ASTM D-2700	84
Destilación	°C	ASTM D-86	
10 %			51
50 %			79
90%			159
Punto final			209
Bioetanol *	% vol.	ASTM D-4815	10-12
Azufre	mg/kg	ASTM D-5453	75
Benceno	% vol.	ASTM D-6839	0,7
Color		Visual	Azul

(\*) Depende de la zona geográfica. Por debajo del paralelo 42, las naftas se comercializan sin bioetanol.

Los datos procedentes de análisis típicos no conforman una especificación, los mismos son representativos de valores estadísticos de producción.



## ANÁLISIS TÍPICOS

Ensayos	Unidad	Método	INFINIA
Densidad a 15 °C	g/cm <sup>3</sup>	ASTM D-1298/4052	0,748
RON – Research Octane Number		ASTM D-2699	>98
MON – Motor Octane Number		ASTM D-2700	>85
Destilación	°C	ASTM D-86	
10 %			50
50 %			78
90%			158
Punto final			202
Bioetanol *	% vol.	ASTM D-4815	10-12
Azufre	mg/kg	ASTM D-5453	40
Benceno	% vol.	ASTM D-6839	0,7
Color		Visual	Natural

(\*) Depende de la zona geográfica. Por debajo del paralelo 42, las naftas se comercializan sin bioetanol.

Los datos procedentes de análisis típicos no conforman una especificación, los mismos son representativos de valores estadísticos de producción.

# Hoja típica de datos Nafta Premium Argentina

Junio 2016

# Parámetros de calidad típicos del diesel

- Número de Cetano, Índice de Cetano
  - Performance
  - Miden la demora en la ignición de un diesel. Cuanto menor es el tiempo entre la inyección del combustible y su ignición, mayor es su cetano
  - Propiedad clave para el arranque en frío, la suavidad de la marcha y la eficiencia de la combustión
  - El número de cetano se mide en un motor, mientras que el índice de cetano se estima a partir de la curva de destilación y la densidad del combustible

## PRODUCTOS UTILIZADOS:

$\alpha$ -metil Naftaleno valor 100.

n CETANO valor 0.

- Curva de Destilación ASTM, Punto de Inflamación (Flash Point), Densidad
  - La curva de destilación y la densidad se relacionan con el poder calorífico del diesel
  - Se limita la fracción más pesada (90% destilado) para asegurar la combustión y reducir el riesgo de depósitos carbonosos en los motores
  - El Punto de Inflamación permite determinar la presencia (ausencia) de pequeñas cantidades de naftas a efectos de permitir un almacenamiento seguro. No se relaciona con la performance de combustión.

- Cloud Point, Pour Point, Freeze Point, CFPP/POFF
  - Debe asegurarse buena performance a baja temperatura ambiente
  - El Cloud Point es la temperatura a la cual se comienzan a formar cristales parafínicos. Al llegar al Pour Point, el diesel dejará de fluir. Se congelará al llegar al Freeze Point
  - El CFPP/POFF es la temperatura a la cual el diesel no puede fluir libremente a través de los filtros de combustible (punto aproximadamente intermedio entre el CP y el PP)
  - Estas especificaciones son estacionales
  - Suelen utilizarse aditivos para mejorar la fluidez del diesel a bajas temperaturas
  
- Contenido de azufre
  - Control de corrosión de los motores y conductos de escape
  - especificación de carácter medioambiental

## ■ Viscosidad, Lubricidad

- La viscosidad adecuada es necesaria para un buen flujo y lubricación del diesel en el motor, proteger sus internos, prevenir el desgaste del sistema de inyección y permitir una buena atomización y combustión
- La remoción de azufre reduce las propiedades lubricantes naturales del diesel, requiriendo la incorporación de aditivos
- Para medir la lubricidad se usa un test ASTM (High Frequency Reciprocating Rig), que mide el desgaste de una pieza de referencia

## ■ Color, aspecto visual

- Aspecto físicos, para reducir el riesgo de mezcla entre grados y para detectar trazas de agua

- **Corrosión al Cobre**
  - Para proteger los internos de los motores
  
- **Contenido de Biodiesel**
  - Requerimiento ambiental
  - Desarrollo de industria complementaria
  
- **Conductividad eléctrica**
  - Capacidad del diesel de disipar las cargas eléctricas que se generan durante las operaciones de bombeo y filtrado. Debe ser lo suficientemente alta para disipar la carga acumulada con rapidez y evitar riesgos por cargas acumuladas
  
- **Cenizas**
  - Tienen efectos abrasivos sobre los internos del motor y generar depósitos

# Hoja típica de datos Diesel Argentina

Septiembre 2016

## ANÁLISIS TÍPICOS

Ensayos	Unidad	Método	D-500
Densidad a 15 °C	g/cm <sup>3</sup>	ASTM D-1298/4052	0,840
Viscosidad a 40 °C	cSt	ASTM D-445	3,4
Número de cetano		ASTM D-613	51
Punto de inflamación	°C	ASTM D-93	50
Destilación 90%	°C	ASTM D-86	350
Biodiésel *	% vol.	EN 14078	10
Azufre	mg/kg	ASTM D-4294	470
Lubricidad (HFRR a 60 °C)	micrones	ASTM D-6079	300
POFF **	°C	IP-309	-
Color		Visual	Ámbar

[\*] De acuerdo con la Resolución 1125/13 de la Secretaría de Energía.

[\*\*] Depende de la zona geográfica y de la variación de temperatura según la estación del año.

Los datos procedentes de análisis típicos no conforman una especificación, los mismos son representativos de valores estadísticos de producción.

# Hoja típica de datos Diesel Argentina

Noviembre 2016

## ANÁLISIS TÍPICOS

Ensayos	Unidad	Método	INFINIA DIESEL
Densidad a 15 °C	g/cm3	ASTM D- 1298/4052	0,840
Número de cetano		ASTM D-613	>55
Punto de inflamación	°C	ASTM D-93	60
Biodiésel *	% vol.	EN 14078	10
Azufre	mg/kg	ASTM D-5453	8
Lubricidad (HFRR a 60°C)	micrones	ASTM D-6079	250
Estabilidad a la Oxidación	mg/100ml	ASTM D-7462	0,5
POFF **	°C	IP-309	-
Color		Visual	Verde

(\*) De acuerdo con la Resolución 1125/13 de la Secretaría de Energía.

(\*\*) Depende de la zona geográfica y de la variación de temperatura según la estación del año.

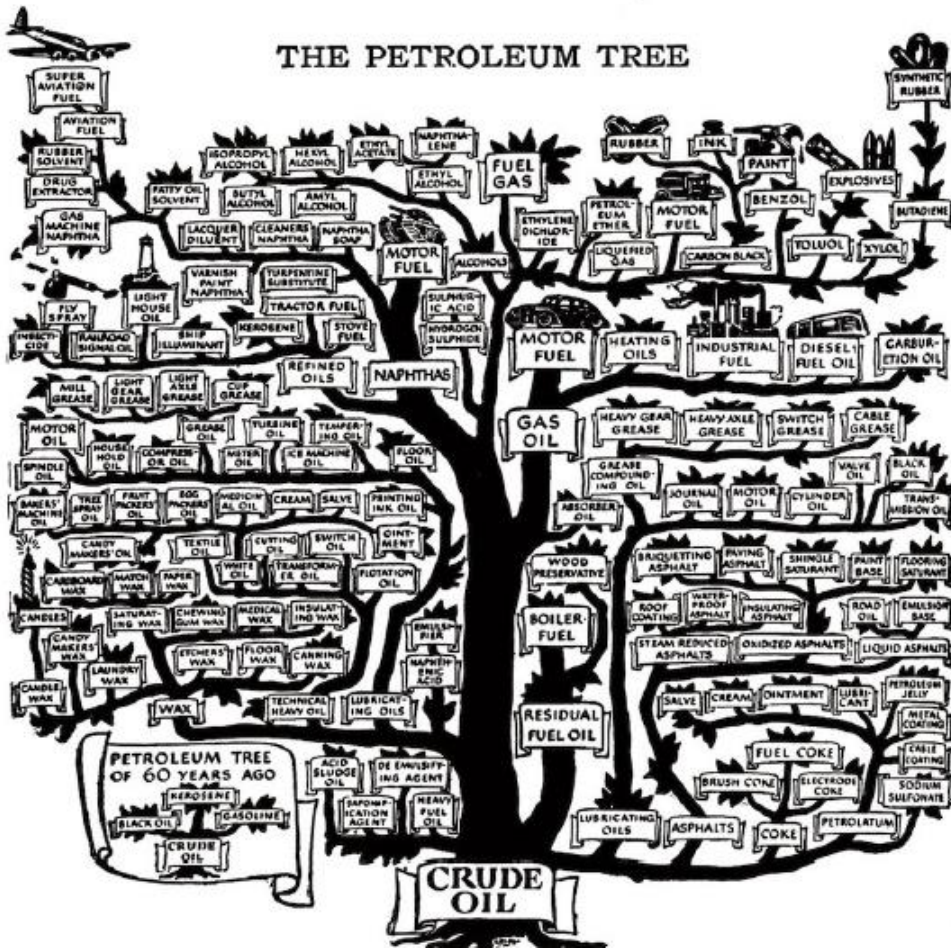
Los datos precedentes de análisis típicos no conforman una especificación, los mismos son representativos de valores estadísticos de comercialización.



## Breve historia...

- Originalmente, el petróleo se usaba para alumbrado y para lubricación de máquinas
- En 1862, se construye la primer “Refinería” en Pennsylvania para recuperar kerosene y así reemplazar al aceite de ballenas como combustible para lámparas
- En 1911, un “producto de descarte”, la gasolina, desplaza al kerosene en la demanda de derivados
- Tomó un siglo desarrollar mercados para todas las fracciones del petróleo
  - Actualmente hay especificaciones para más de 2000 productos individuales de refinación

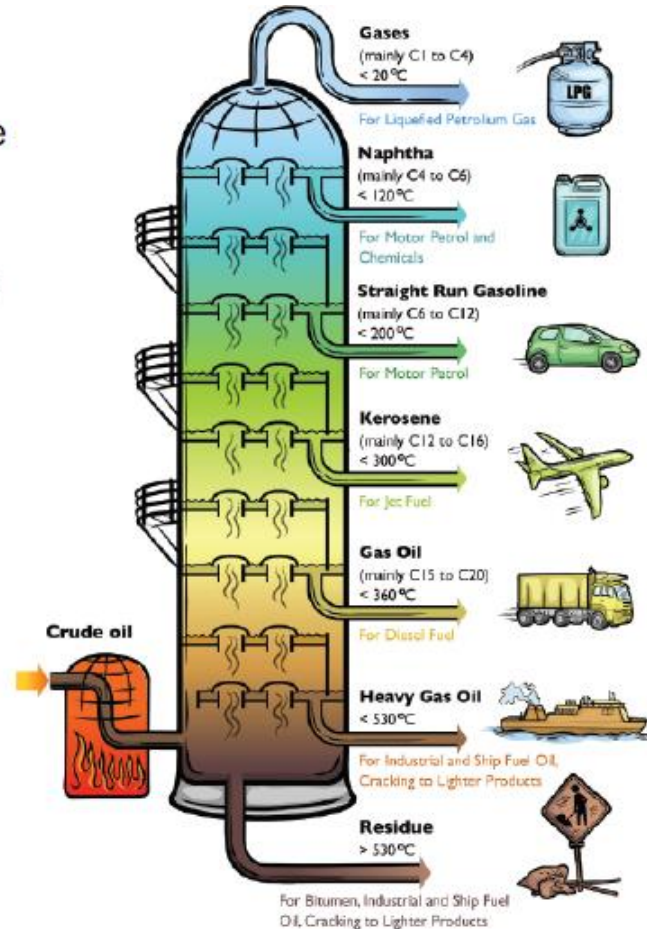
# THE PETROLEUM TREE



- Para un aprovechamiento económico adecuado, los componentes naturales del petróleo deben segregarse y transformarse en componentes derivados de características específicas, alineados con la demanda del mercado
  - Cantidad y Calidad
  
- Esto se logra en una Refinería de Petróleo mediante la combinación de distintos procesos físicos y químicos

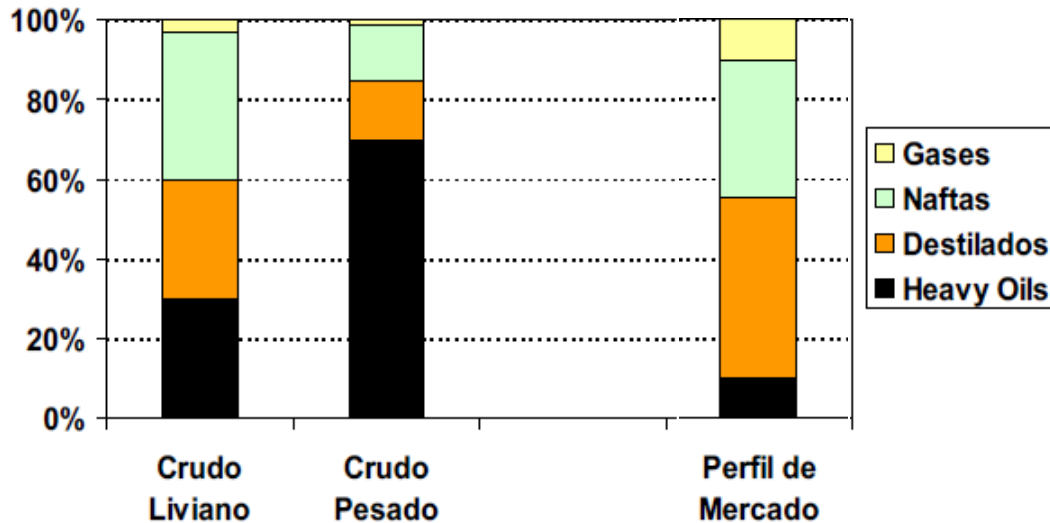
# Separación básica

- Por destilación atmosférica, se fracciona el crudo en sus productos primarios
- Fraccionamiento adicional por destilación al vacío (15-25 mmHg) del residuo pesado



Los productos del fraccionamiento no satisfacen la demanda y calidad esperada por el mercado (octano, azufre, corrosividad, etc.).

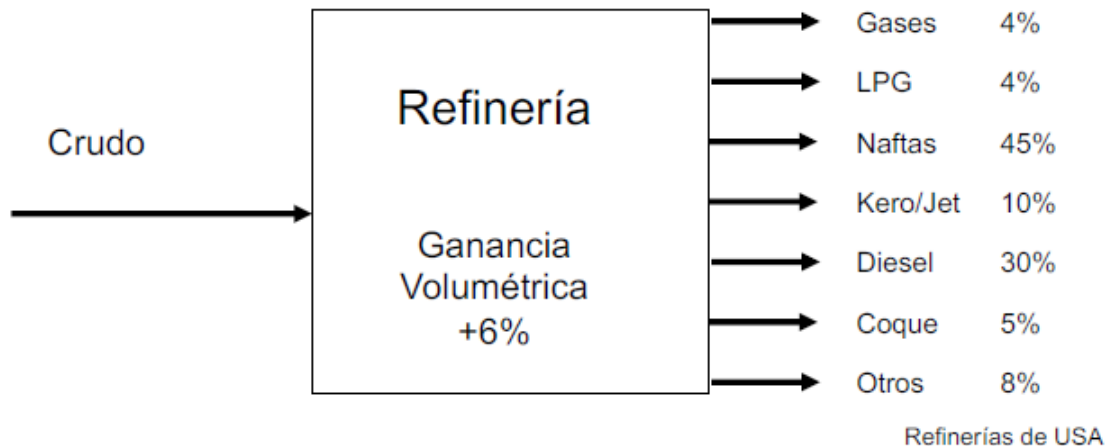
Rendimientos naturales típicos vs. perfil medio de mercado



## Procesos de Refinación

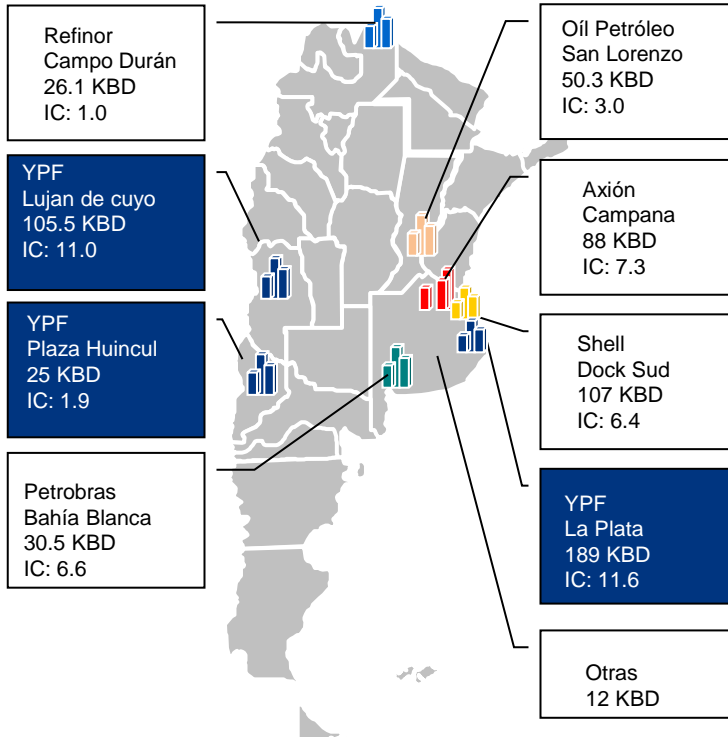
Tipo de Proceso	Objetivo	Ejemplos
Fraccionamiento	Separación de productos por rango de destilación	Destilación atmosférica y de vacío
Conversión Térmica	Rotura (craqueo) controlada de moléculas pesadas formando moléculas más livianas	Visbreaker, Delayed Coker, Coqueo continuo en lecho fluido, Flexicoking
Conversión Catalítica		Craqueo Catalítico Fluido, Hydrocracker
Mejoramiento	Modificación de la estructura molecular de los hidrocarburos	Reforming, Isomerización, Alquilación
Tratamiento	Remoción de impurezas y contaminantes	Hidroprocesamiento

## Rendimientos típicos de Refinerías

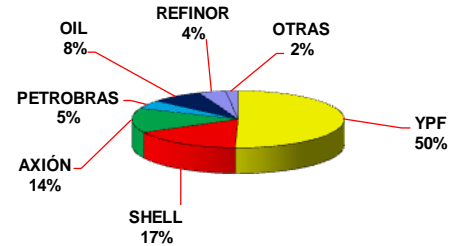


Los rendimientos de producto dependen de cada crudo, de cada refinería y de cada operación y son moderadamente intercambiables

# REFINERÍAS PRINCIPALES ARGENTINAS:



## Participación en Capacidad de Elaboración

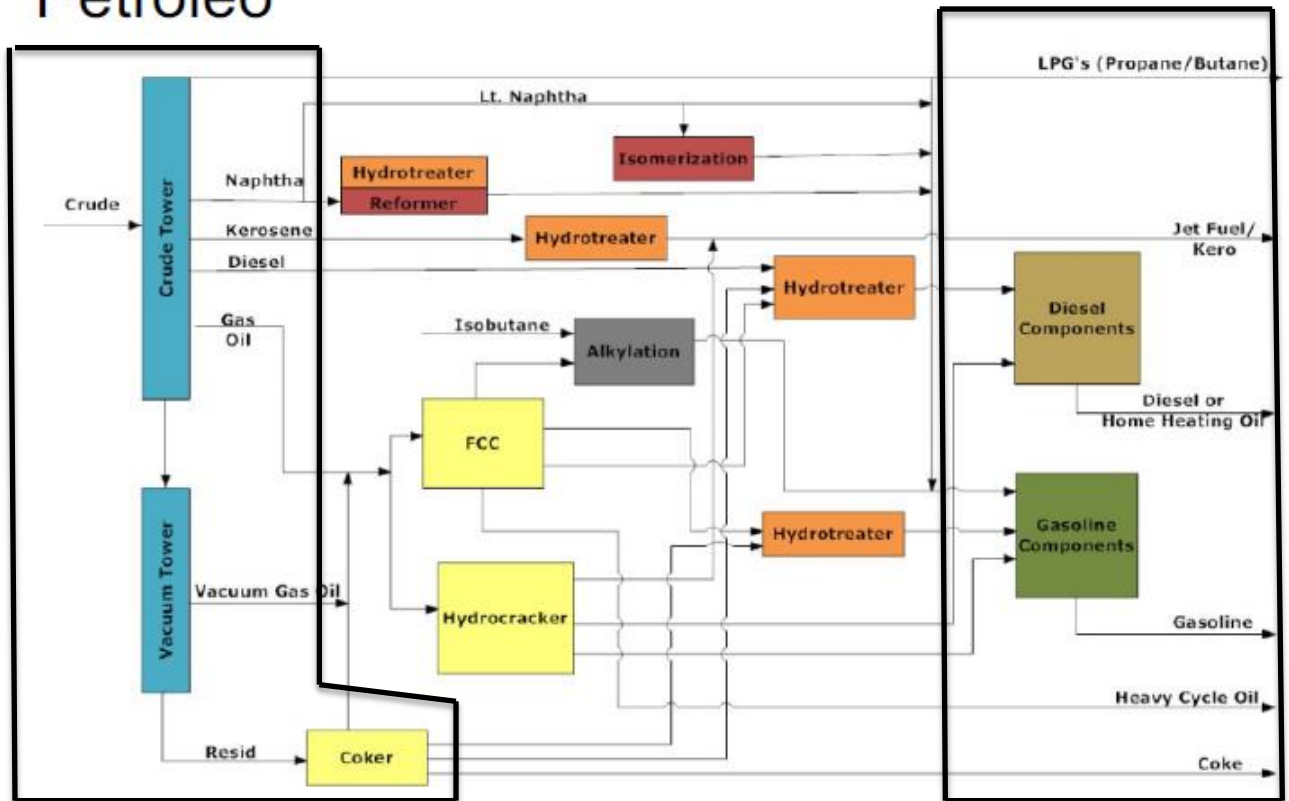


Total Capacidad de Elaboración 633.400 bep/día





# Configuración típica de Refinerías de Petróleo



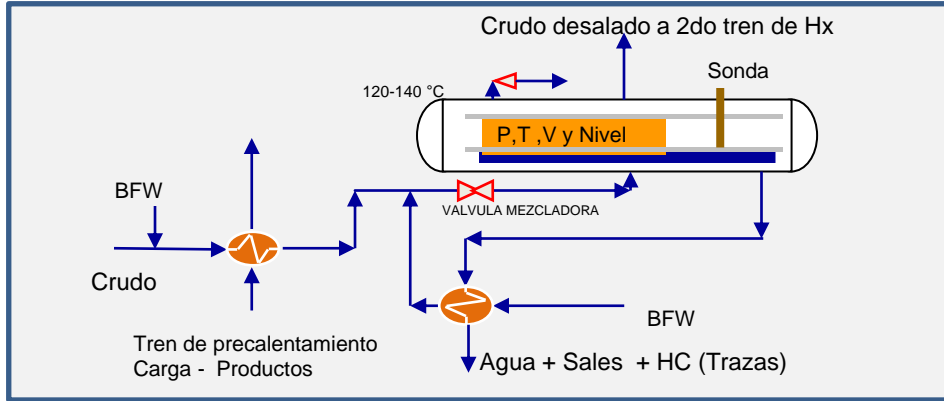
## Tipo de configuraciones de Refinerías

- Topping (Destilación y Blending)
- Hydroskimming (+ Reforming e Hidrotratamiento)
- Alta Complejidad (+ Destilación al Vacío, + Conversión, + Isom/Alky, + Químicos, + Lubricantes, etc.)
  - Diversos grados de complejidad

Categoría de Refinería	Rendimientos Típicos		
	Naftas	Jet/Diesel	
Topping	31%	30%	Rendimientos y nivel de azufre en productos según crudo procesado Nafta de bajo octano
Hydroskimming	28%	30%	Octano de la nafta mejorado por Reforming (caída de rendimientos) Reducción de nivel de azufre en productos por hidrotratamiento
Conversión	44%	32%	Importante mejora de rendimientos y calidad Reducción de nivel de azufre en productos por hidrotratamiento
Conversión Profunda	47%	42%	Máxima mejora de calidad Posibilidad de operar a cero residuo pesado

# Desalador

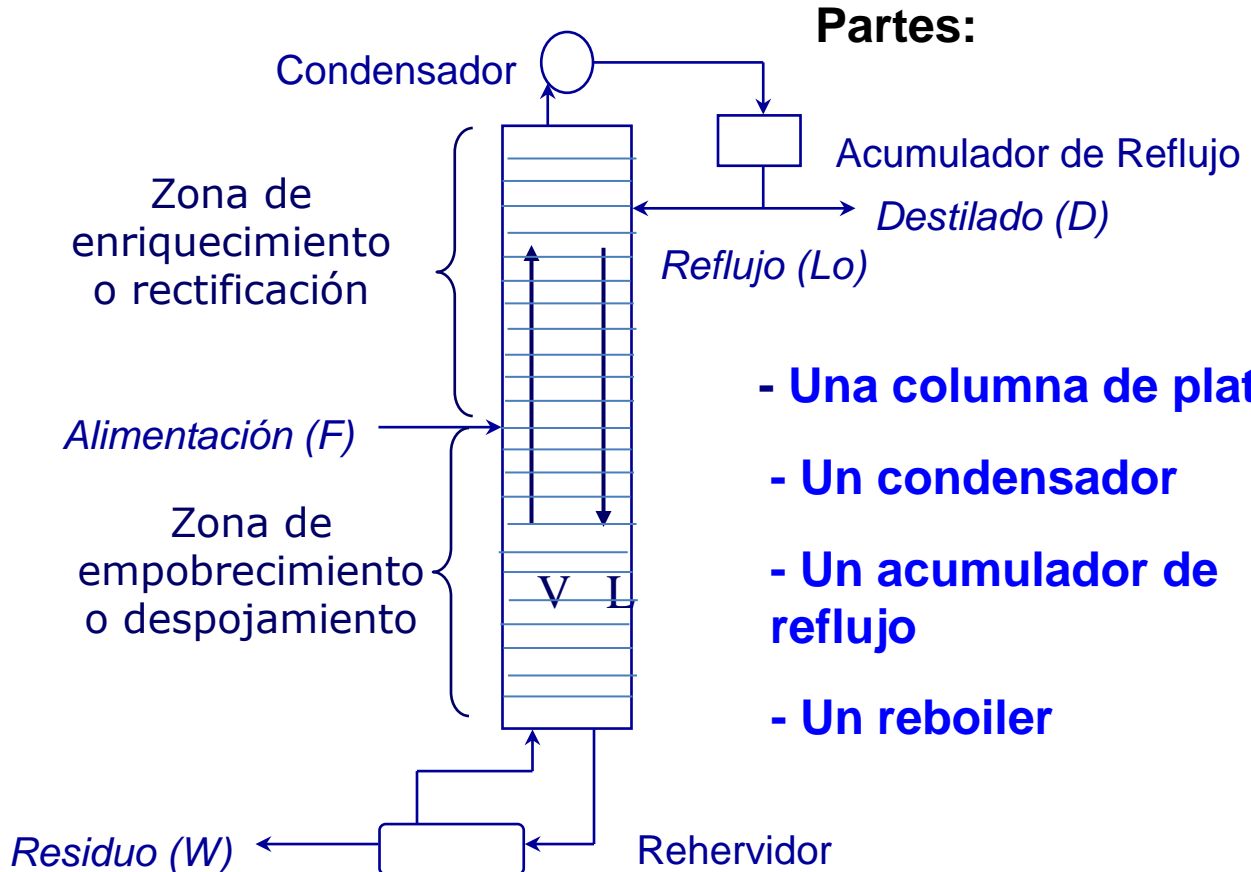
Antes de ingresar al horno se eliminan los sólidos en suspensión e impurezas disueltas en las gotas de agua en el desalador. Al crudo precalentado se le inyecta agua exenta de sales (agua de lavado), produciendo una mezcla que diluye en el agua las sales presentes en el crudo, generándose pequeños electrolitos (gotas), sensibles a la variaciones de un campo eléctrico.



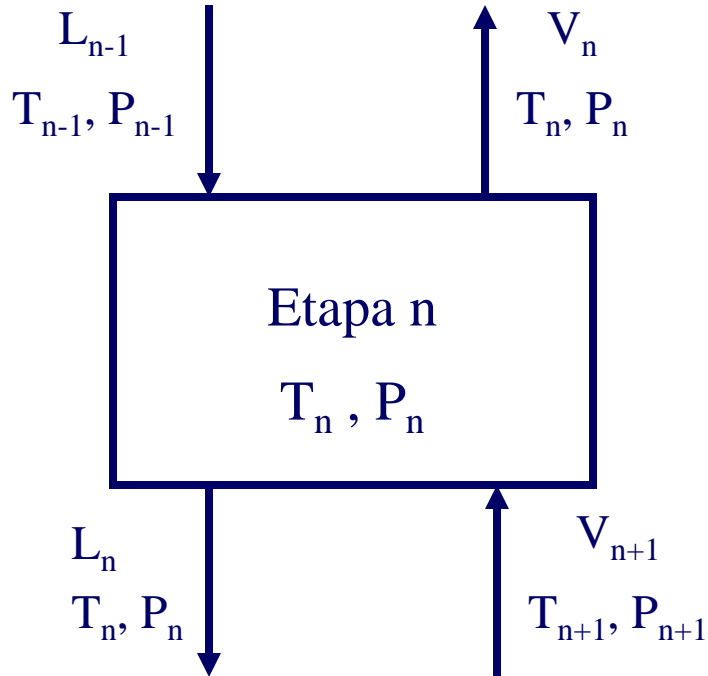
Para lograr la mezcla se usan válvulas emulsificadoras o mezcladores estáticos. Posteriormente se lo envía a un acumulador donde se hace fluir la corriente uniformemente a través de un campo eléctrico de alto voltaje (20.000 V), generado por pares de electrodos. Las fuerzas eléctricas dentro del campo provocan que las pequeñas gotas de agua coalezcan, formando gotas más grandes que pueden decantar en el equipo.

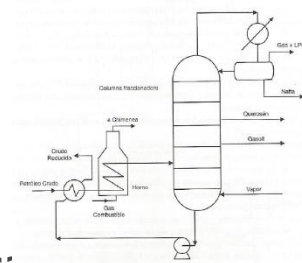
El crudo libre de sales (crudo desalado) sale por la parte superior del equipo. A este crudo se le inyecta una solución cáustica para transformar los cloruros de calcio y magnesio en cloruros de sodio, que minimiza la generación de cloruro de hidrógeno, por lo tanto menos corrosión.

# Esquema general de una columna de destilación



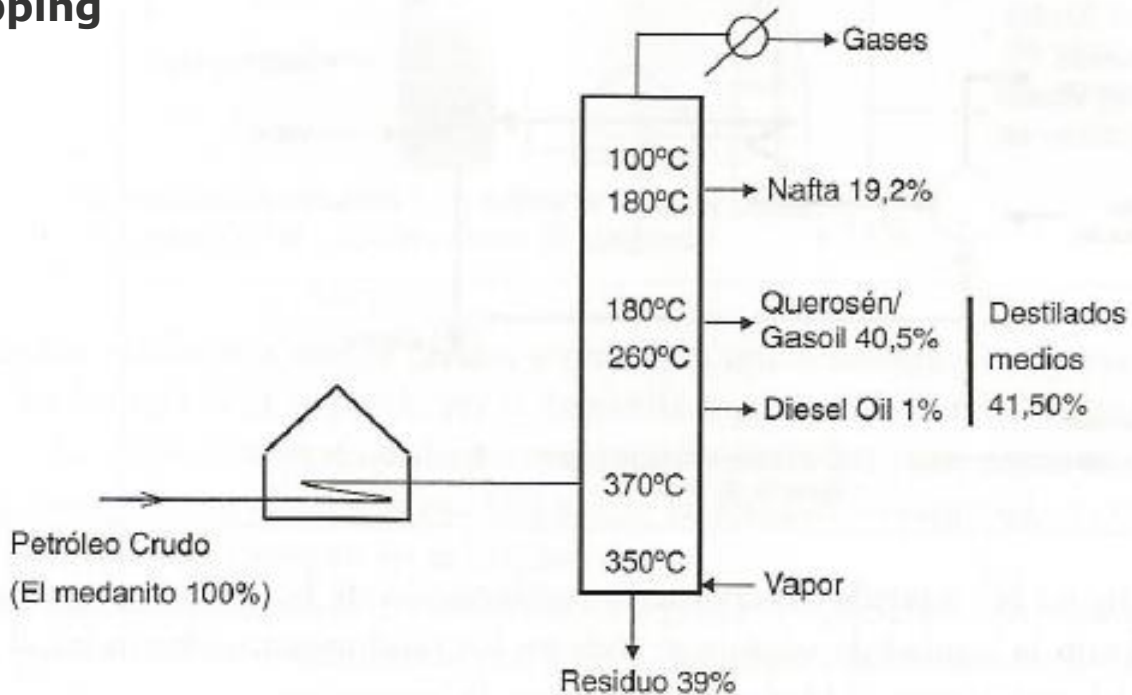
# Etapa de equilibrio en una columna de destilación



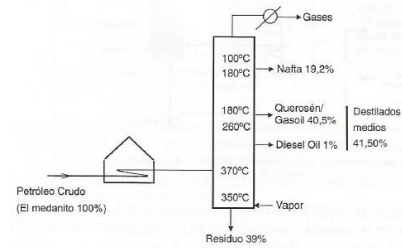


# Rendimiento de la destilación atmosférica.

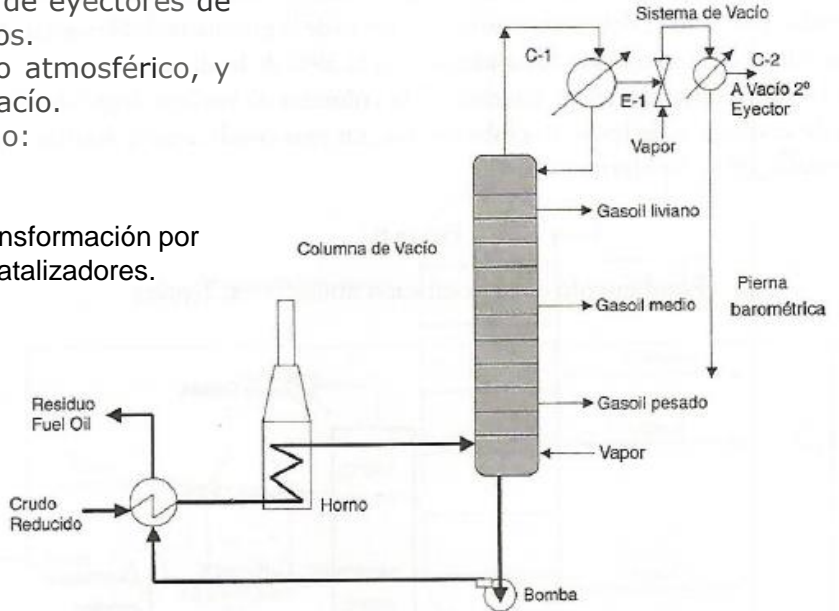
## Topping



## Unidad de destilación al vacío



- El vacío se produce por la acción de eyectores de vapor y condensadores intermedios.
- Se reduce el volumen del residuo atmosférico, y finalmente queda un residuo de vacío.
- Puede destinarse al consumo como:
  - **Fuel-oil**
  - **Asfalto**
  - **Nuevos destilados** mediante su transformación por descomposición térmica, con o sin catalizadores.

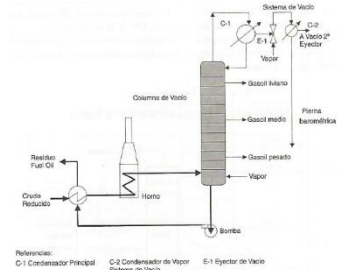
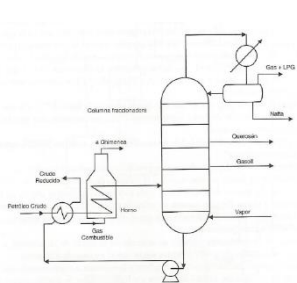


Referencias:

C-1 Condensador Principal

C-2 Condensador de Vapor  
Sistema de Vacío

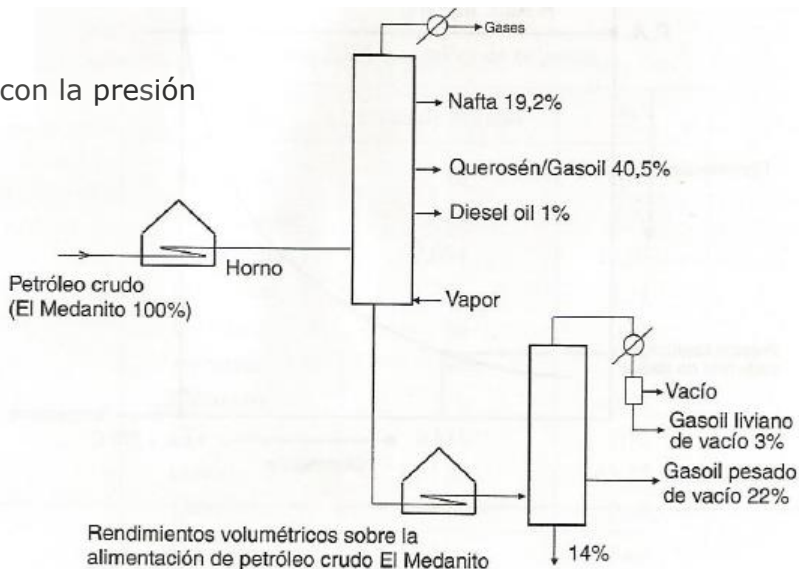
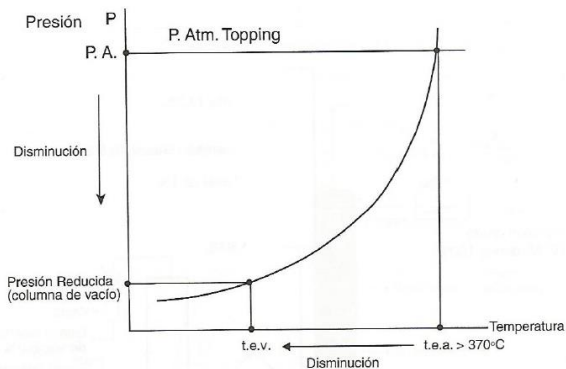
E-1 Eyectores de Vacío



Referencias:  
 C-1 Condensador Principal  
 C-2 Condensador de Vapor Sistema de Vacío  
 E-1 Ejector de Vacío

# Rendimiento de una unidad combinada de destilación atmosférica y de vacío

Variación del punto de ebullición con la presión



Rendimientos volumétricos sobre la alimentación de petróleo crudo El Medanita



# EYECTOR

- EL VAPOR DE AGUA A PRESION SE INYECTA A TRAVES DE UNA BOQUILLA HASTA UNA CAMARA EN LA QUE SE COMBINA Y ARRASTRA LOS VAPORES Y GASES.
- LA MEZCLA PASAN A GRAN VELOCIDAD POR UNA BOQUILLA CONVERGENTE-DIVERGENTE, LA ENERGIA DE VELOCIDAD SE CONVIERTE EN ENERGIA DE PRESION.

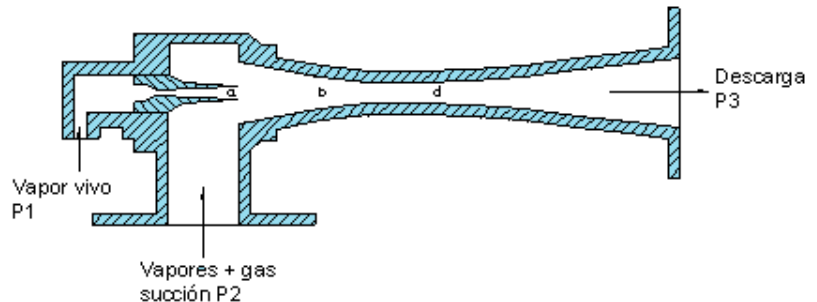
## VACIO PRODUCIDO

1 PASO = 60 cm DE Hg

2 PASO = 74 cm DE Hg

3 PASO = 76 cm DE Hg

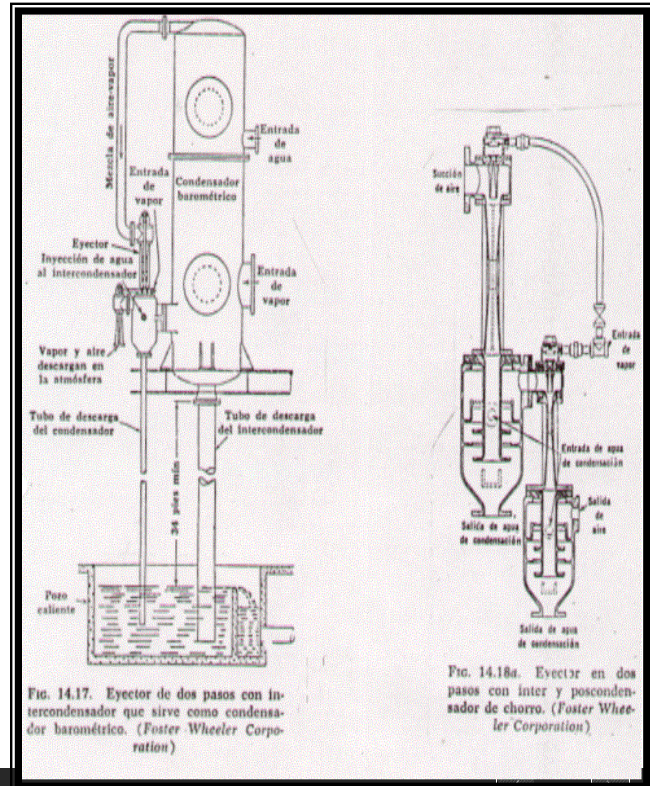
**EXTRAE LOS GASES  
INCONDENSABLES**

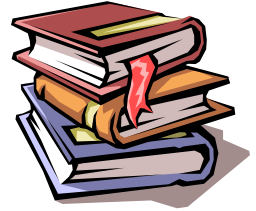


# CONDENSADOR BAROMETRICO

- EL VAPOR SE MEZCLA CON UNA LLUVIA DE AGUA DE REFRIGERACION.
- EL AGUA SE ELIMINA POR MEDIO DE BOMBAS DE CONDENSADO O POR UNA PIERNA BAROMETRICA.
- TUBO VERTICAL DE 10 m DE ALTURA.
- PARTE SUPERIOR CONECTADO CON EL VACIO, EXTREMO INFERIOR SELLADO CON AGUA DE UN POZO CALIENTE.

MANTIENE LA T° DE EBULLICION AL VALOR DESEADO.





- **Apuntes de la cátedra de Operaciones Unitarias.**
- **Operaciones Unitarias en Ingenieria Quimica, autor: Warren L. McCabe, Julian C Smith, Peter Harriott.**
- **Operaciones de Separacion en Ingenieria, autor: Pedro J Martinez de la Cuesta.**
- **Introduccion a la Refinacion del Petroleo, autor: René A. Dubois.**