

# TOPPING Y VACÍO



Cátedra Industrialización

# OBJETIVOS DE LA UNIDAD

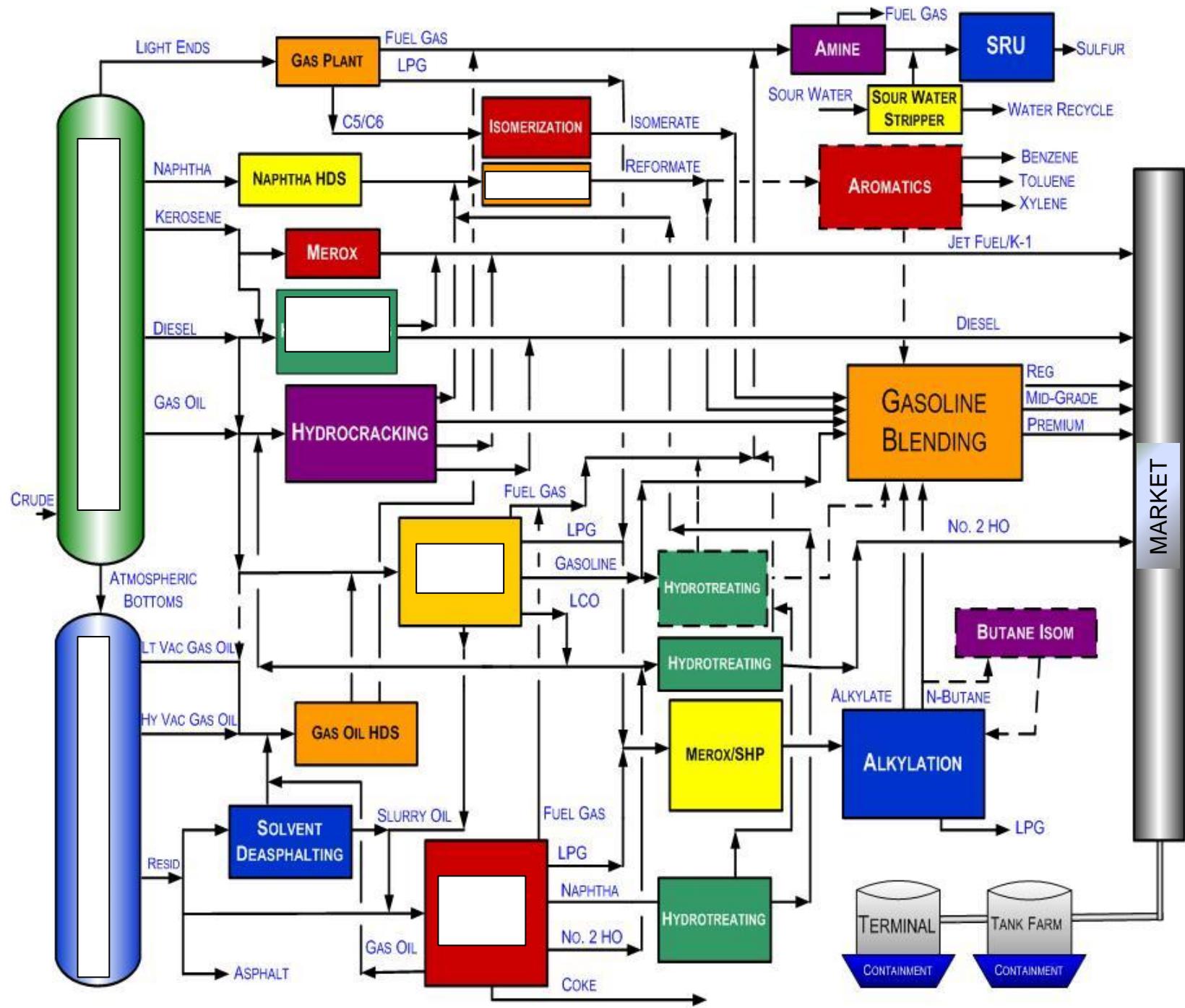
## Aprendizaje Esperado

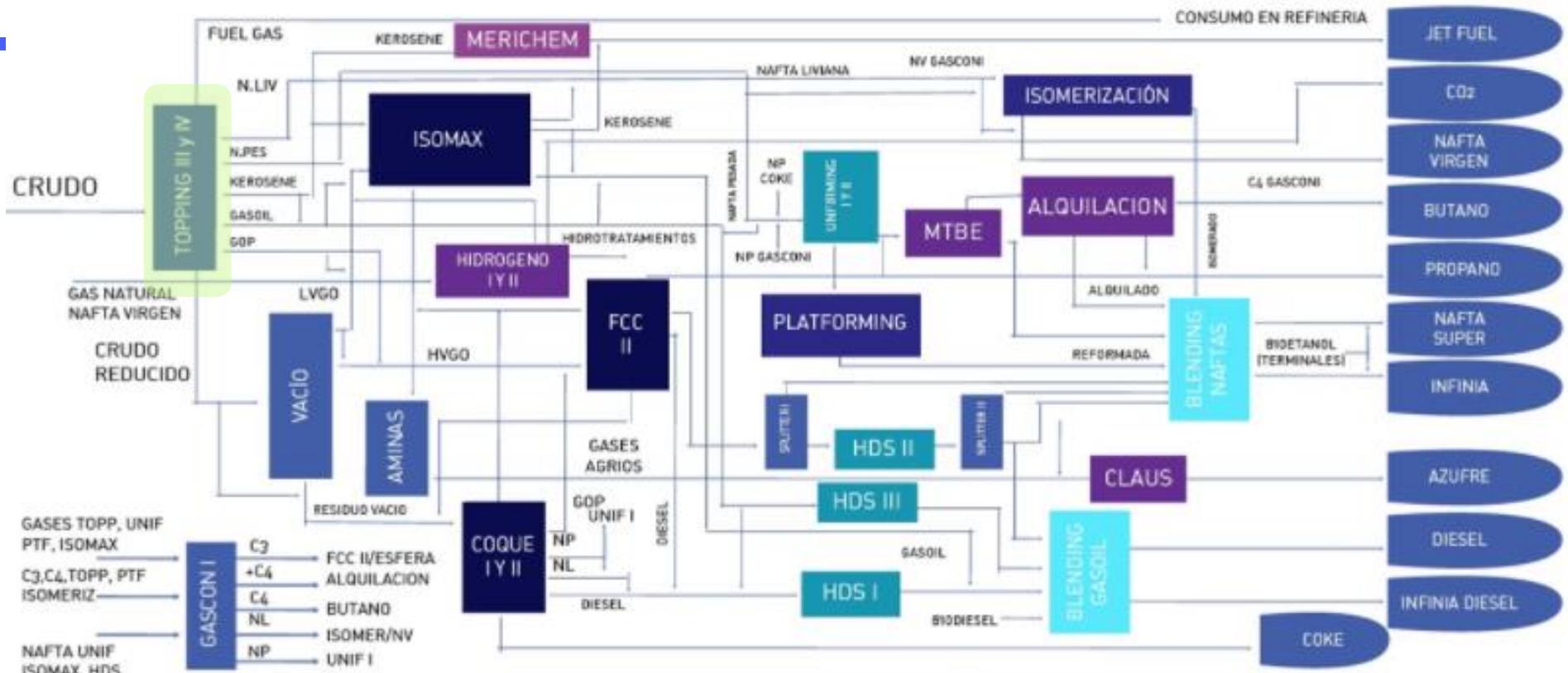
- Objetivo de la unidad, productos y otras generalidades
- Diagrama de flujo y condiciones operativas típicas
- Equipos principales de la unidad incluyendo intercambiadores, hornos, internos de torres y otros.

## Bibliografía Recomendada

- Petroleum Refining & Economics, James H. Gary-Cap 4
- Petroleum Refining in Nontechnical Language-W.L.Leffler Cap 3 & 4







# UNIDAD DE TOPPING



# Diagrama de Flujo Unidad Destilación Atmosférica

TREN DE INTERCAMBIO

TORRE FRACCIONADORA

DESALADOR

PLANTA DE NAFTAS

ACTIVIDAD  
ROMPEHIELO

SIST. DE CONDENSACIÓN

STRIPPERS LATERALES

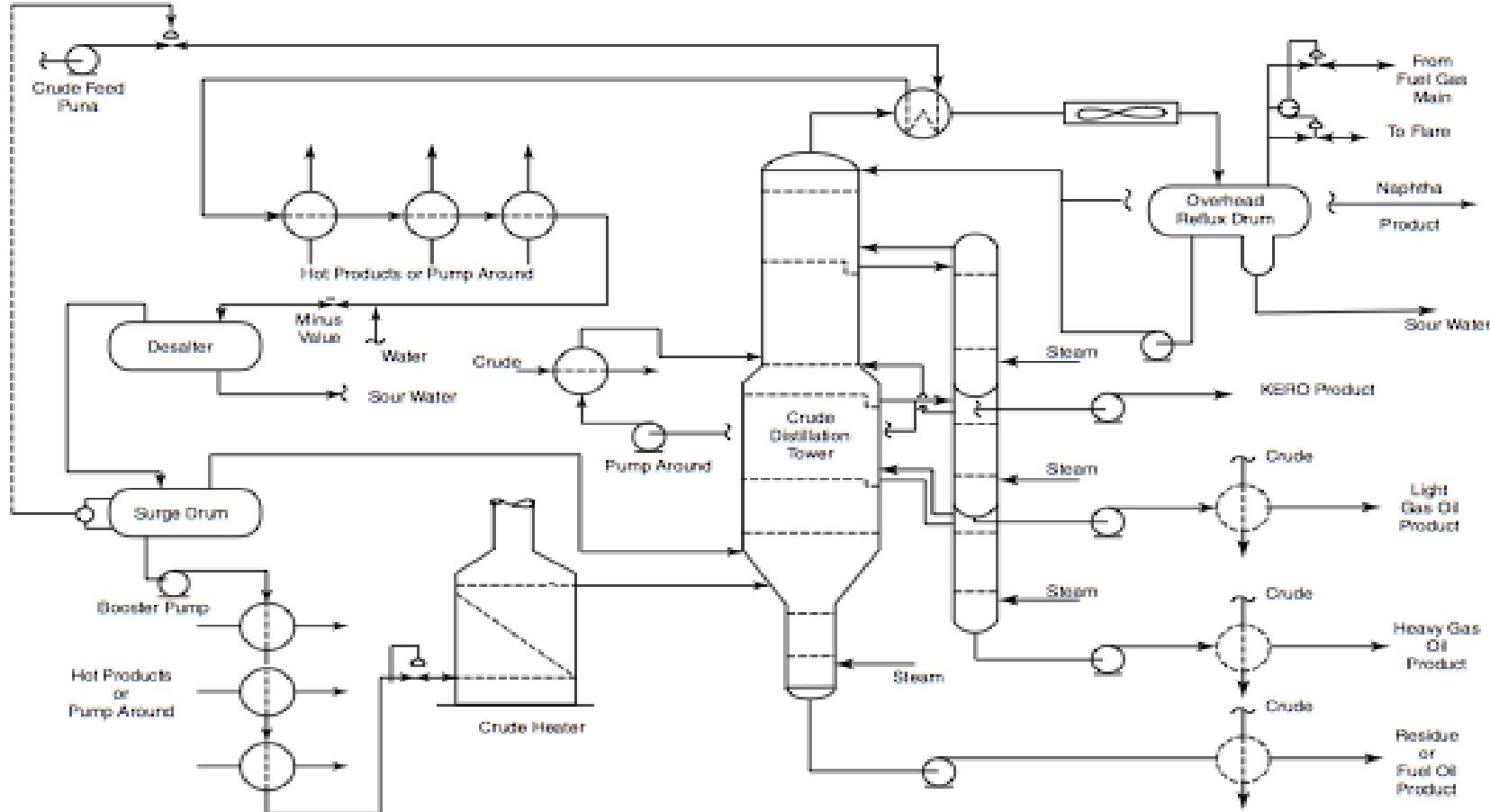
PREFLASH

ACUMULADORES

HORNO

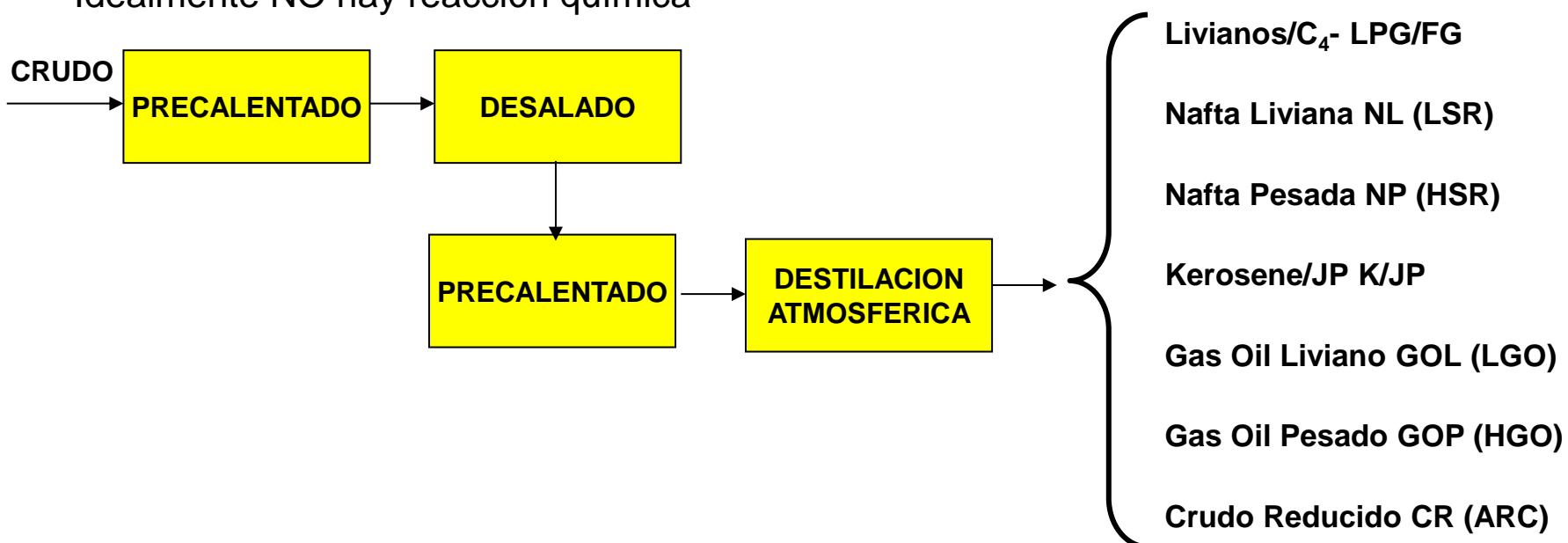


# Diagrama de Flujo Unidad Destilación Atmosférica



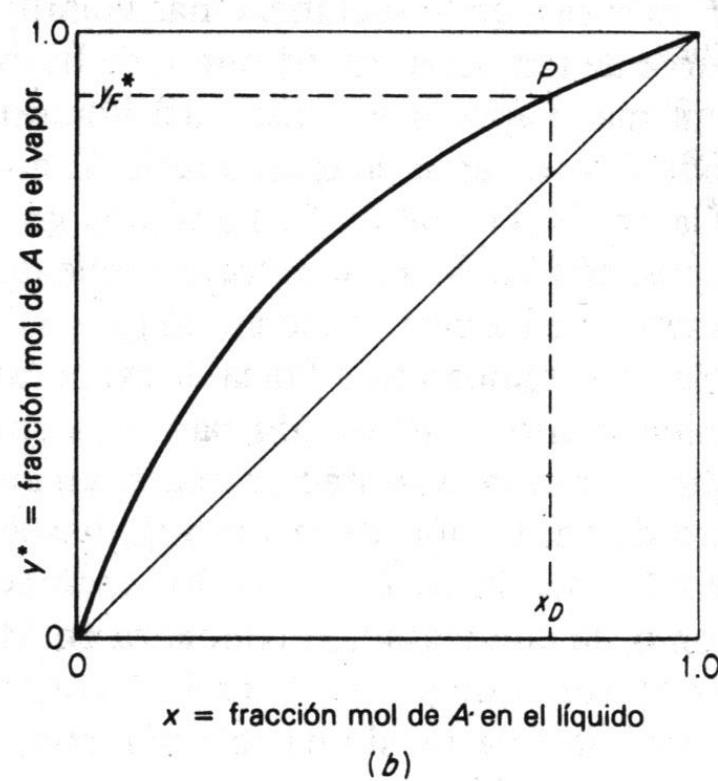
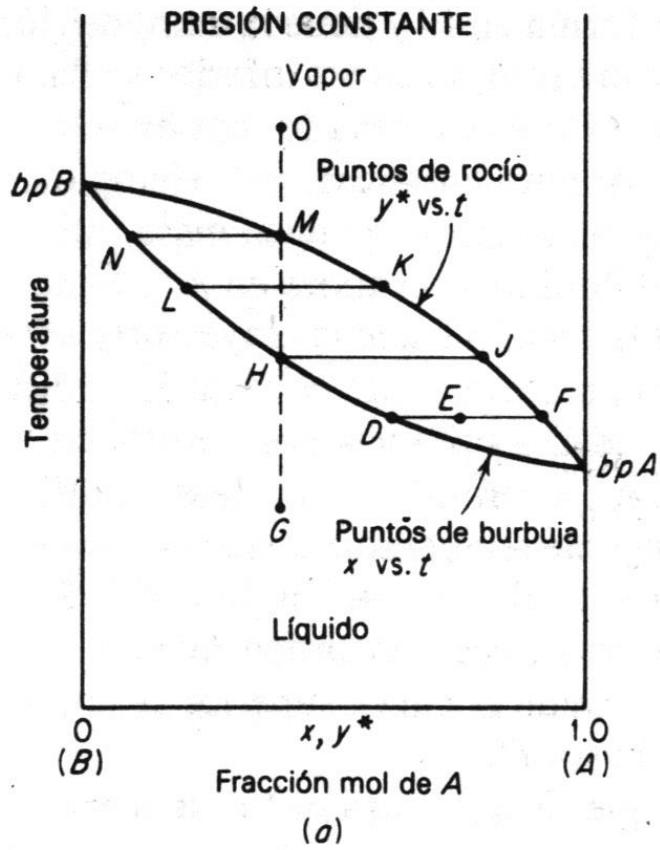
# Destilación Atmosférica o *Topping*

- Operación básica en la refinación del petróleo
- Separación en corrientes o *cortes* de acuerdo al rango de puntos de ebullición
- Casi siempre precedida por *desalado* del crudo
  - Requerido cuando se procesan crudos pesados o con alto contenido de sales
- Se trabaja próximo a la presión atmosférica ( $P_{abs} \approx 1$  bar o 760 mmHg)
- Idealmente NO hay reacción química

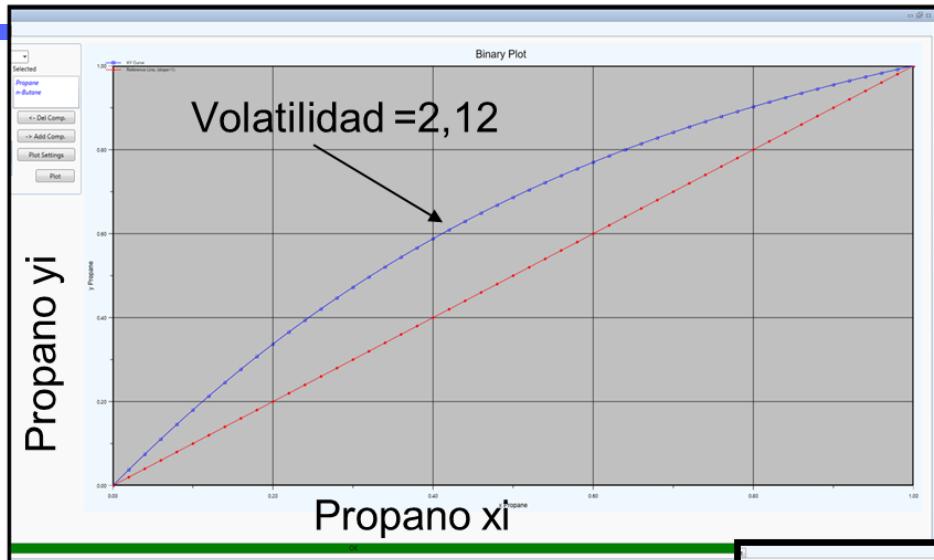


# Destilación Atmosférica o *Topping*

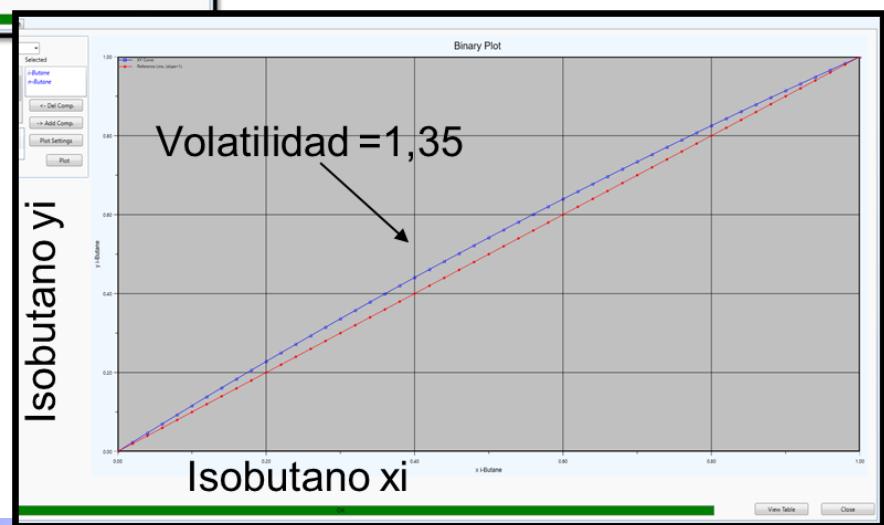
## Equilibrios a Presión Constante



# Destilación Atmosférica o *Topping*



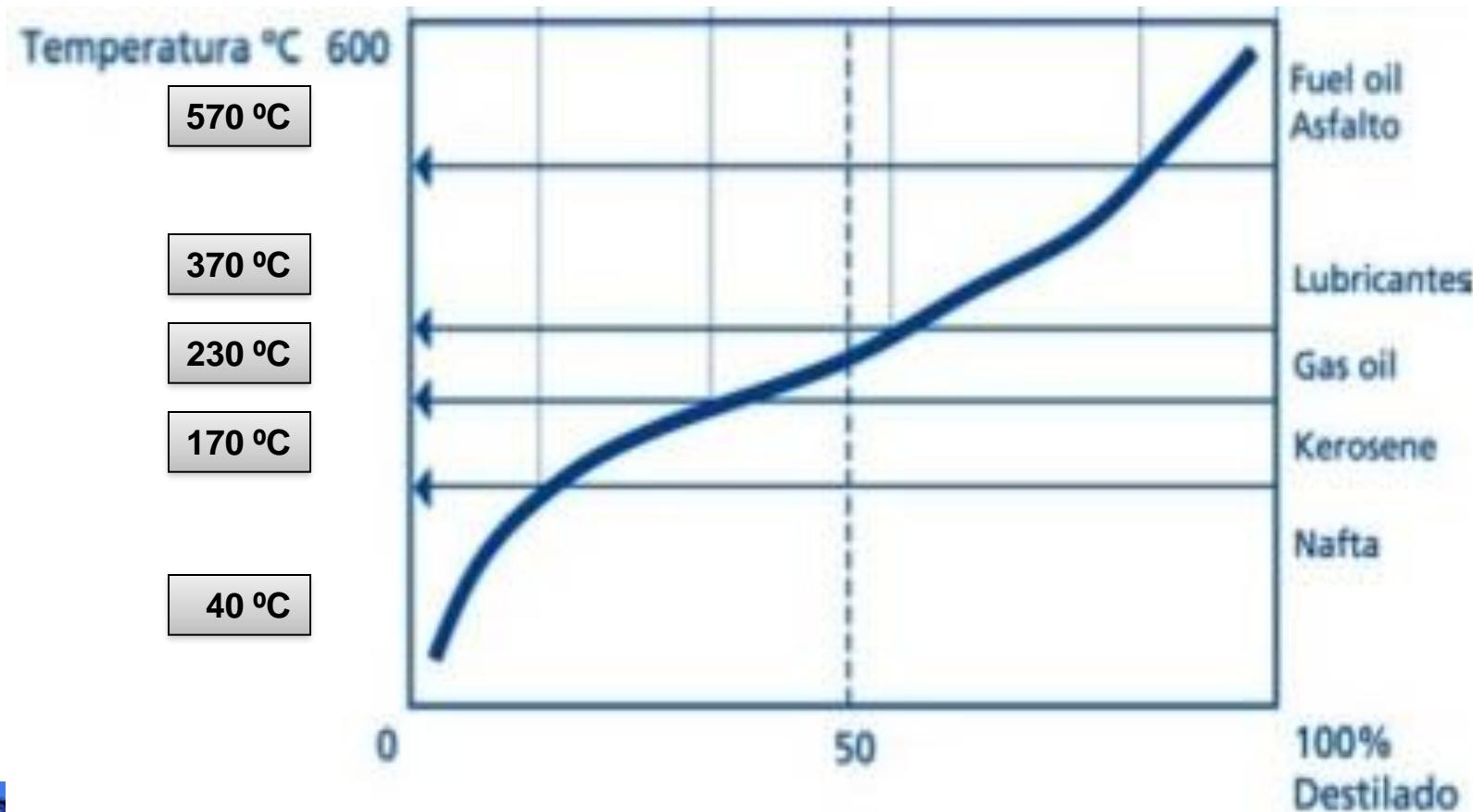
Mezcla binaria propano-n butano.  
 $P=16 \text{ kg/cm}^2\text{g}$ .Diagrama  $x_i$ , $y_i$



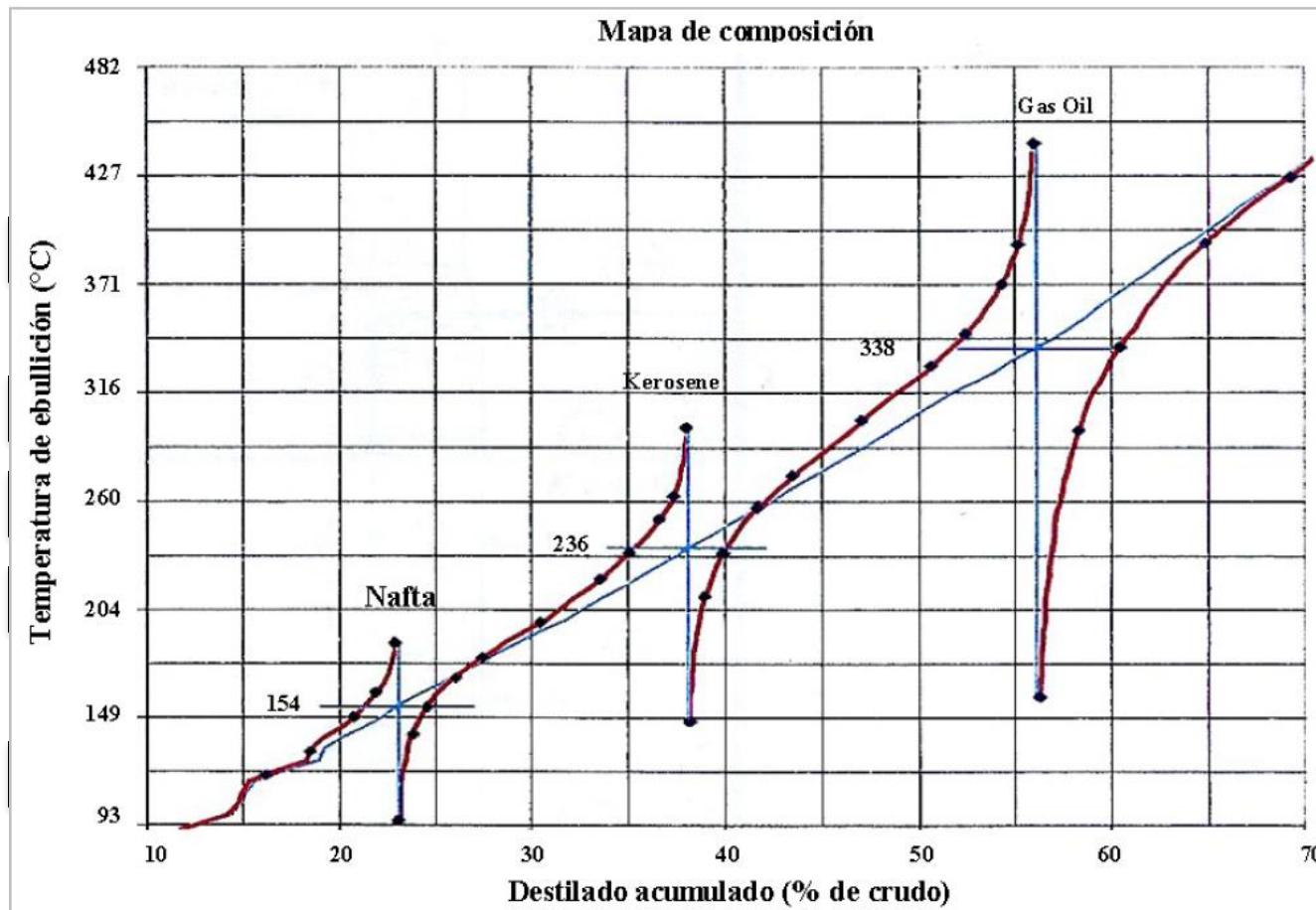
Mezcla binaria i-Butano – n-Butano.  
 $P=16 \text{ kg/cm}^2\text{g}$ .Diagrama  $x_i$ , $y_i$



# Cortes producidos por Destilación de Crudo

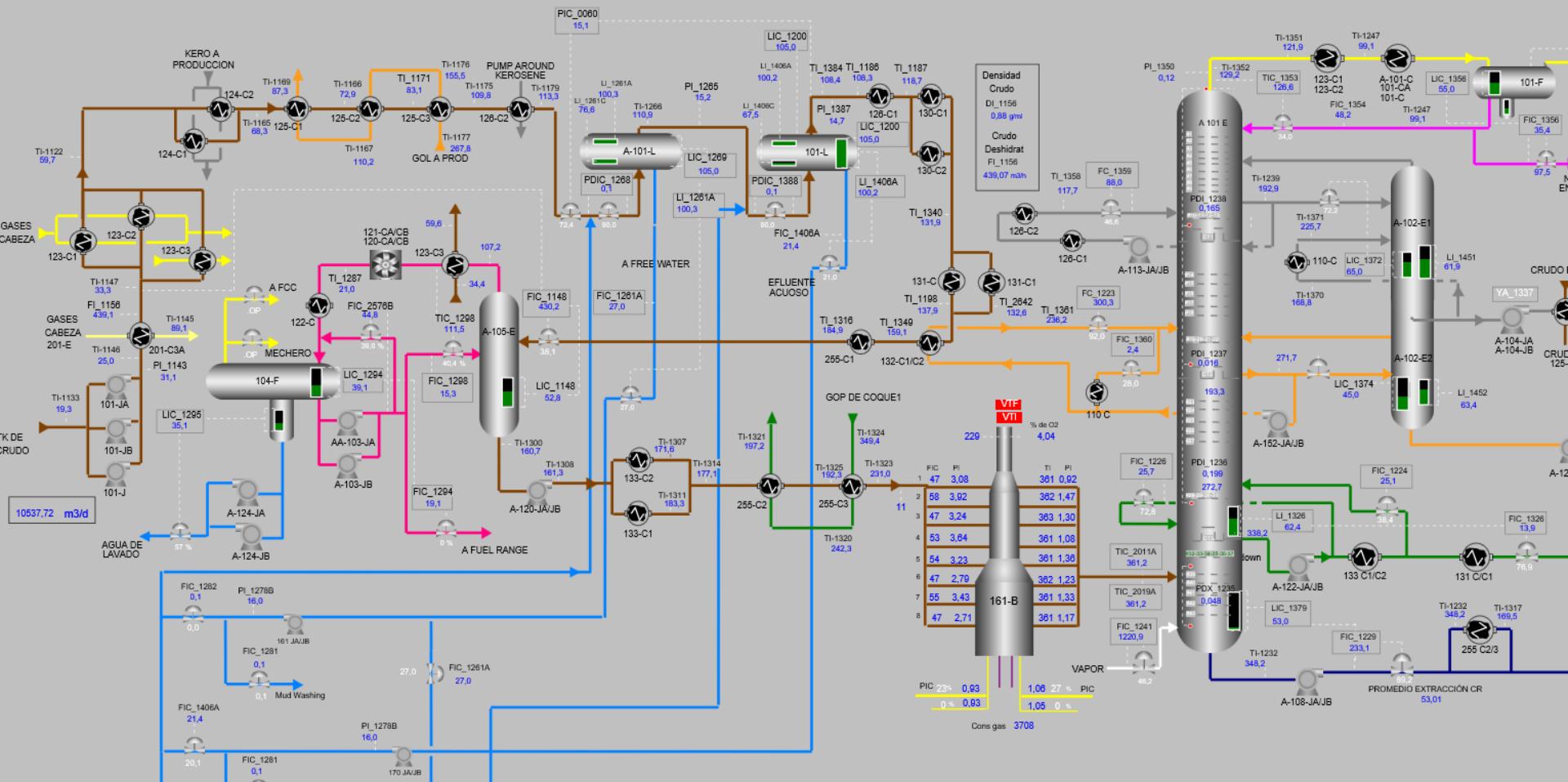


# Cortes producidos por Destilación de Crudo



# Diagrama de Flujo

## Unidad Destilación Atmosférica

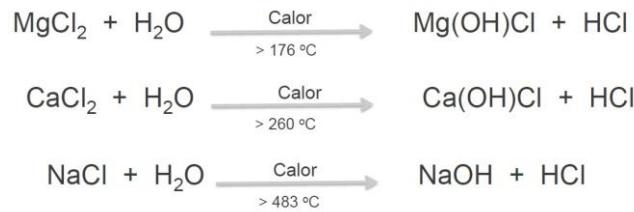
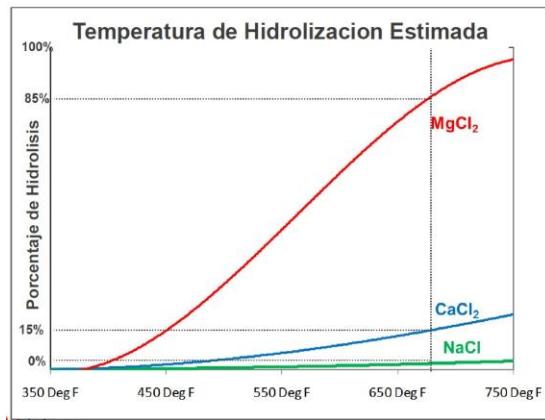


# DESLADO



# Desalado del crudo

- PRIMER PASO EN LA REFINACIÓN DEL CRUDO – EN UNA O DOS ETAPAS
- ES PARA ELIMINAR SALES:  $MgCl_2$ ,  $CaCl_2$ ,  $NaCl$ , y AJUSTAR EL % DE AGUA PARA EVITAR:
  - COMPUESTOS CORROSIVOS POR HIDRÓLISIS → HCl



Inyección de Soda  
en el Crudo Carga

## Concentraciones típicas en el Crudo

NaCl	~70%
$MgCl_2$	~20%
$CaCl_2$	~10%

- DEPÓSITOS EN INTERCAMBIADORES
- PRECURSORES DE CRAQUEO EN HORNOS
- INESTABILIDAD OPERATIVA Y CONSUMO DE ENERGÍA PARA VAPORIZAR EL AGUA
- ALTO CONTENIDO DE SALES EN EL FO.
- TAMBIÉN TIENE COMO OBJETIVO REMOVER SÓLIDOS (LOS QUE SUE SEDIMENTAN Y LOS QUE SE MANTIENEN EN SUSPENSIÓN)



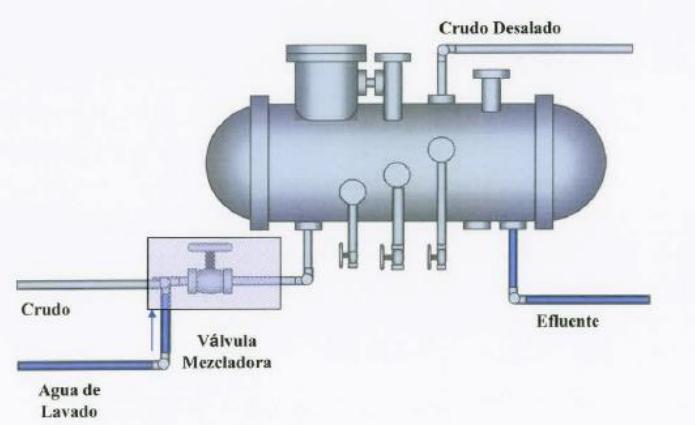
# Desalado del crudo

## PROCESO DE DESALADO:

- 1) CONTACTO: Se mezcla agua “fresca” con crudo para diluir sales y remover sólidos.  
Se debe dar óptima energía de mezclado
- 2) SEPARACIÓN: Se separa agua + sal + sólidos del crudo

- Coalescencia
- Gravedad

$$V = \frac{KD^2(\rho_w - \rho_o)}{\mu}$$

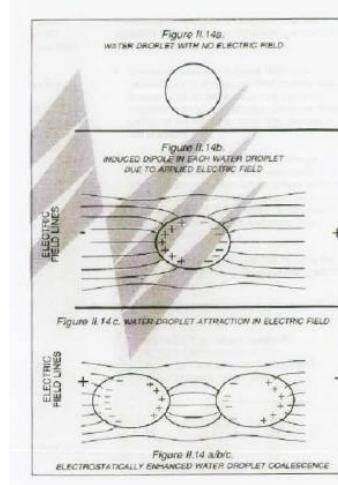
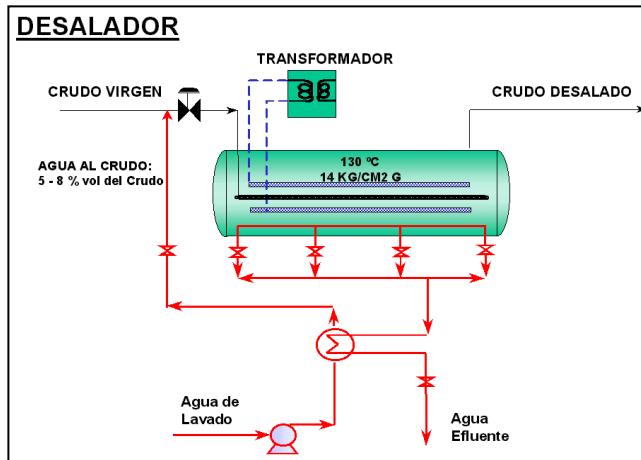


<https://www.youtube.com/watch?v=OWbF4f0DUvQ&pp=ygUSZGVzYWxhZG9yIGRIIGNydWRv>



# Desalado del crudo

- EL CAMPO ELÉCTRICO FAVORECE LA COALESCENCIA DE LAS GOTAS (V= 12 A 35 KV CA / CC)
- SUELE INCORPORARSE ADITIVO ANTI-EMULSIONANTE



Gota de agua sin campo eléctrico

Dipolo Inducido en una gota de agua debido a un campo eléctrico aplicado

Atracción electrostática de dipolo inducidos, coalescencia

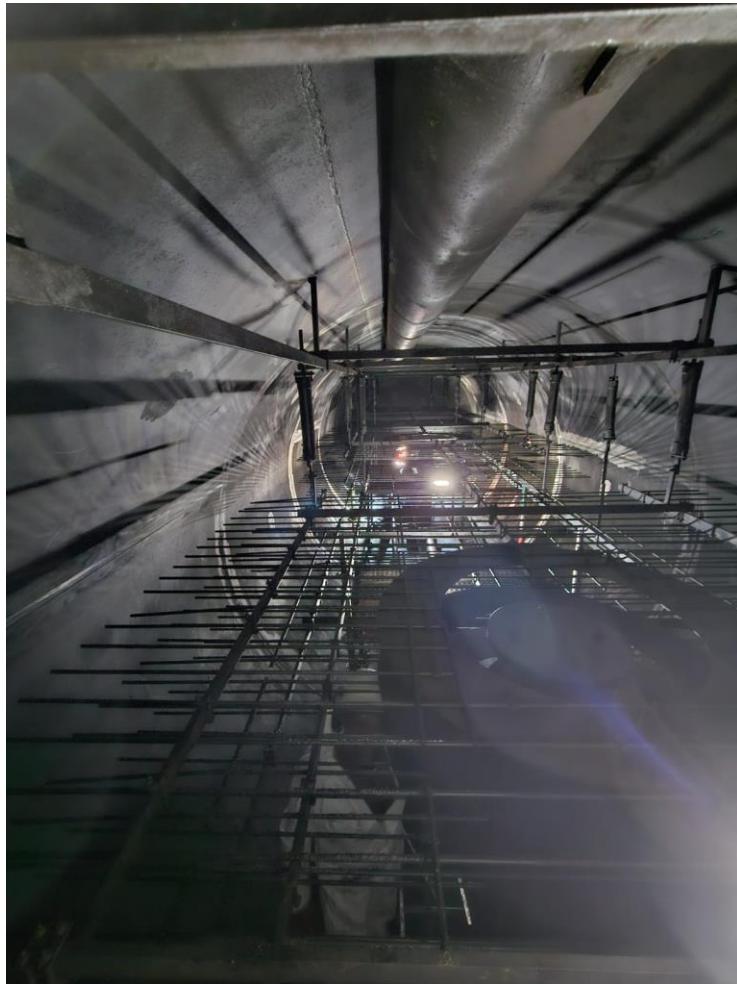
- CRUDOS MÁS LIVIANOS → MÁS FACIL DESALADO
  - DIFERENCIA DENSIDAD CRUDO/AGUA
  - CRUDO PESADO → MÁS COMP. EMULSIFICANTES
  - CRUDO LIVIANO → MENOR VISCOSIDAD
- CRUDO/H<sub>2</sub>O DEPENDENDIENDO DEL TIPO DE CRUDO

T° SUFICIENTE PARA QUE FUNDAN LAS PARAFINAS DE ALTO PM

°API	Agua % Vol	Temp. °C
>40	3-4	115-125
30-40	4-7	125-140
<30	7-10	140-150



# Desalado de Crudo



# Desalado del crudo

## •SÓLIDOS PRESENTES EN EL CRUDO

### Sólidos Sedimentables ( > 20 MICRONES)

#### CARACTERÍSTICAS PPALES.

Generalmente comprenden entre 0.05 a 1 %

El tamaño de partícula se encuentra entre 20 – 2000 micrones

Derivan de los procesos y técnicas de producción de petróleo

Sólidos inorgánicos insolubles en agua. Ejemplos: arena, barros, silicatos, óxidos.

Son relativamente fácil de remover.

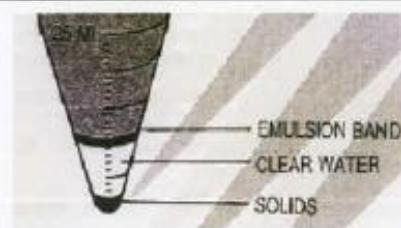
#### MÉTODOS DE REMOCIÓN

Tanques de recepción de crudo

Proceso de Desalado

#### MÉTODOS DE MEDICIÓN

Centrifugación (BS&W)



#### PROBLEMAS QUE CAUSAN

Ensuciamiento

Incremento de los costos operativos

Limpieza frecuente intercambiadores

Formación de espuma

Productos fuera de especificación (FO)

Erosión



# Desalado del crudo

## •SÓLIDOS PRESENTES EN EL CRUDO

### Sólidos Filtrables ( < 20 MICRONES)

#### CARACTERÍSTICAS PPALES.

Rango aceptable: 120 – 150 ppm

El tamaño de partícula se encuentra por debajo de 20 micrones ( 4 – 7  $\mu$  típico)

Sólidos inorgánicos insolubles en hidrocarburo y agua

No pueden ser centrifugados.

Su superficie está cubierta con hidrocarburo

Se acumulan en la superficie de las gotas de agua y evitan la coalescencia

Composición: carbonatos, sulfatos, óxidos (FeS).

#### MÉTODOS DE REMOCIÓN

Proceso de Desalado

La eficiencia de remoción varía según características y cantidad

#### MÉTODOS DE MEDICIÓN

Filtración

#### PROBLEMAS QUE CAUSAN

Ensuciamiento

Formación de espuma en la torre

Estabilización de emulsión en el desalador

Idem Sólidos Sedimentables.

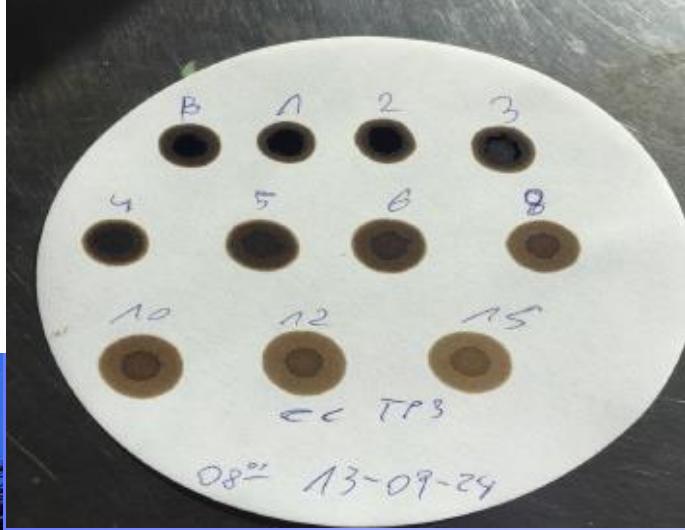


# Desalado del crudo

Eficiencia Desalador	
Sales	CC <40, Cdesa 7 CC<40 Cdesa 8
% Remoción de Solidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solidos 0,04 Remoción: 55%-65%</li> <li>Solidos 0,04-0,06 Remoción:45%-35%</li> <li>Solidos 0,06 Remoción: 45%-35%</li> </ul>
% Agua	Debajo de 0,3%

## Contaminantes del Crudo

- Polímeros (Extracción por Solvente)
- Asfáltenos (Spot Test)



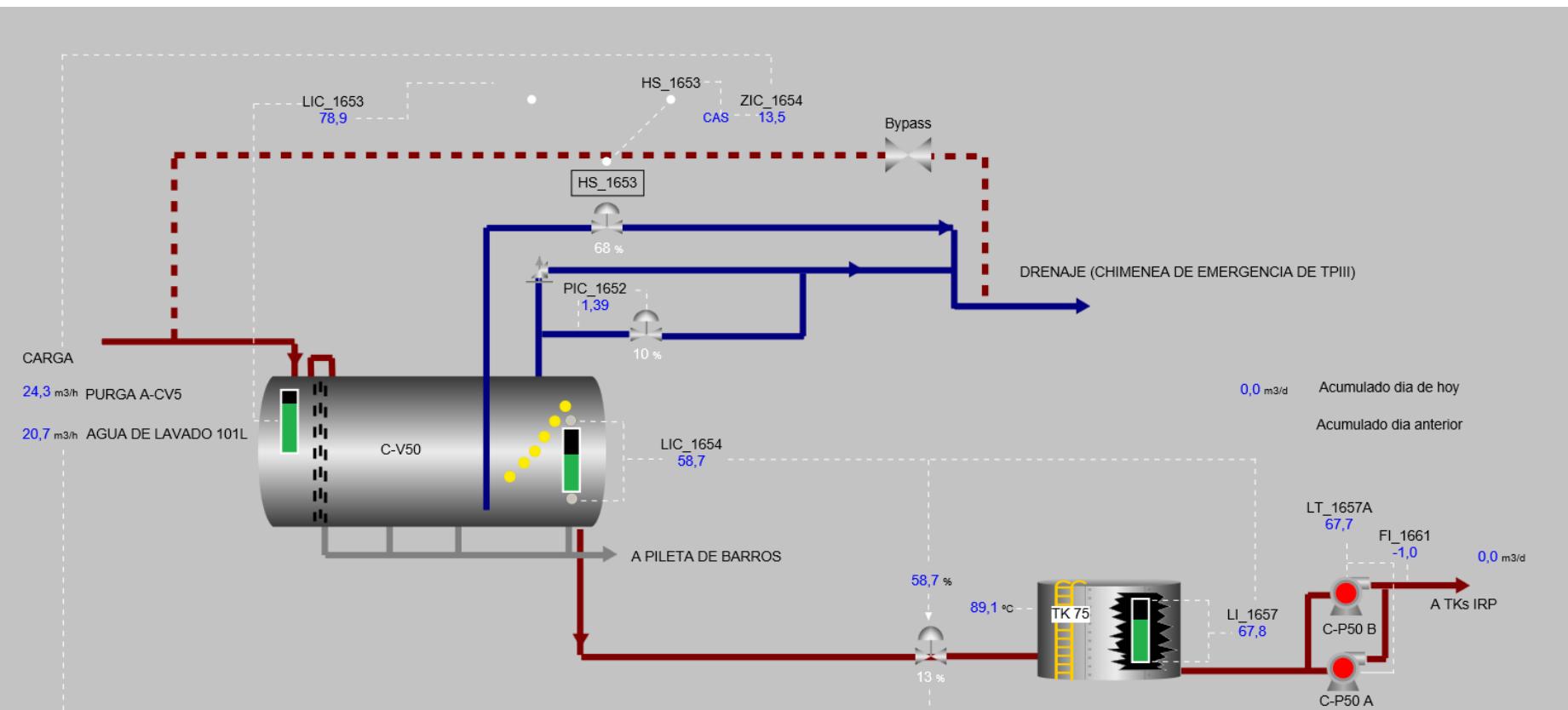
## Adición de Químicos

- Desemulficantes
- Dispersantes de asfaltenos
- Ruptor de emulsión en TK, deshidratador de crudo
- Soda Caustica



# Desalado del crudo

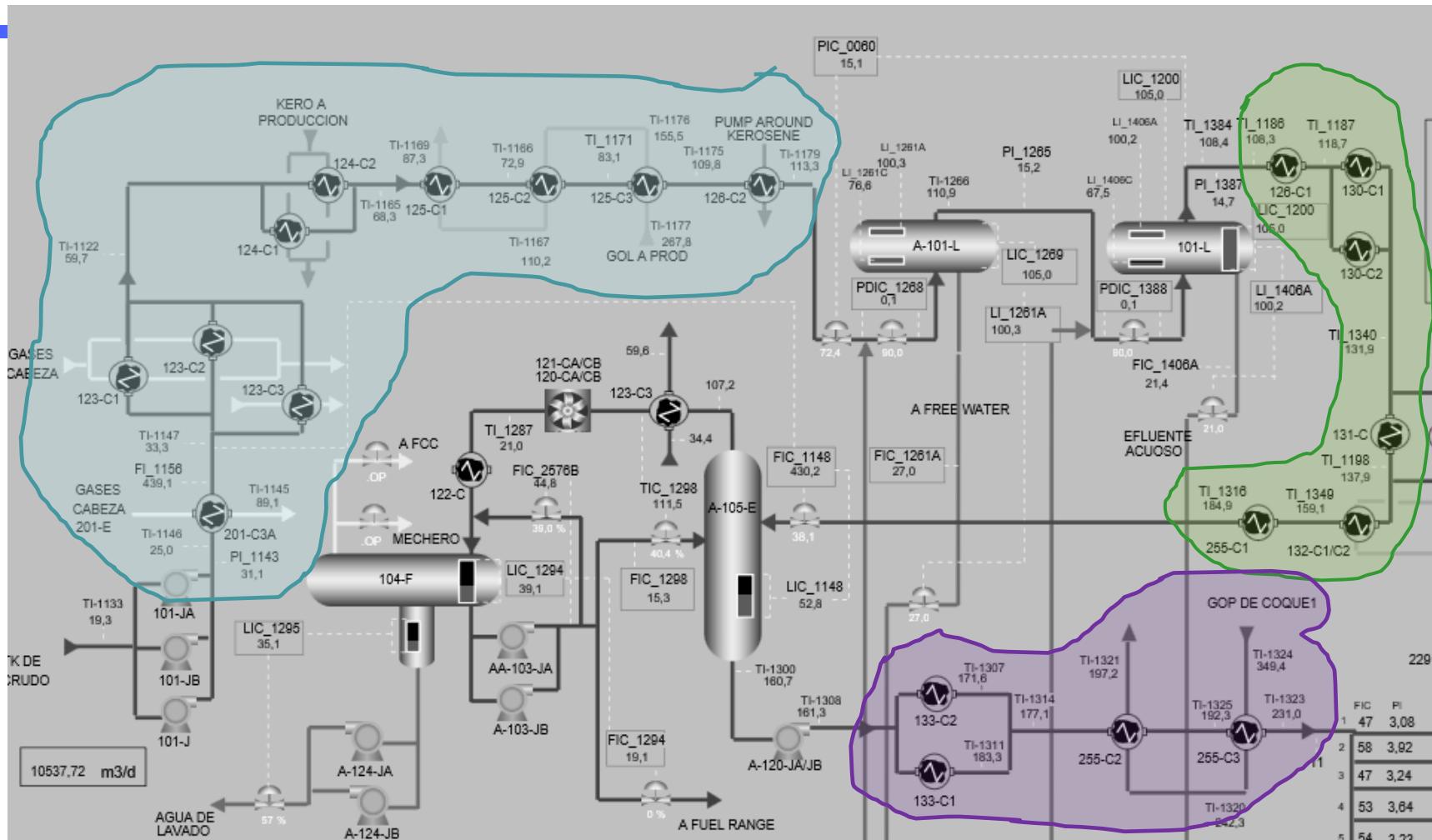
- FREE WATER E IRP (Intermedio recuperado de Pileta)



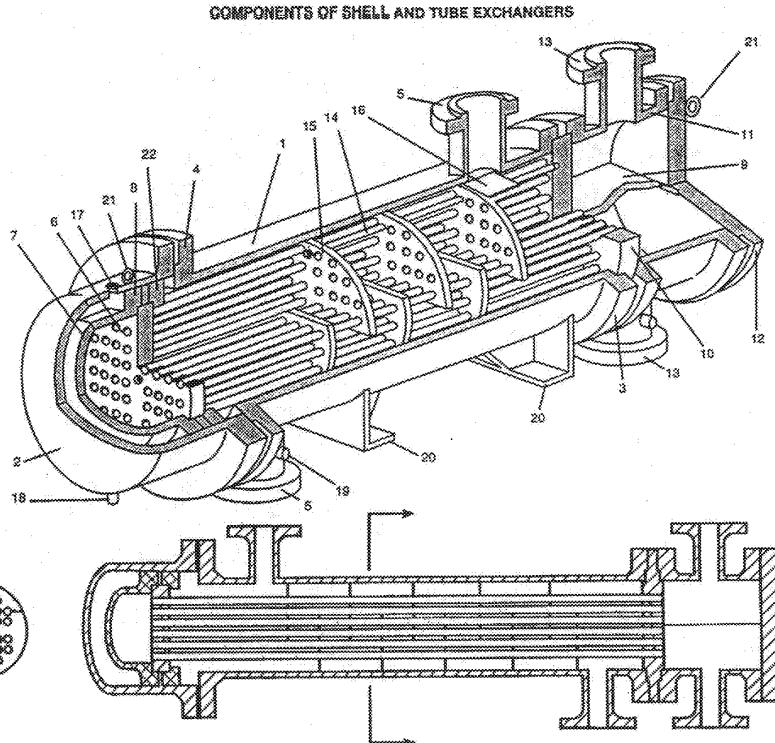
# TRANSFERENCIA DE CALOR



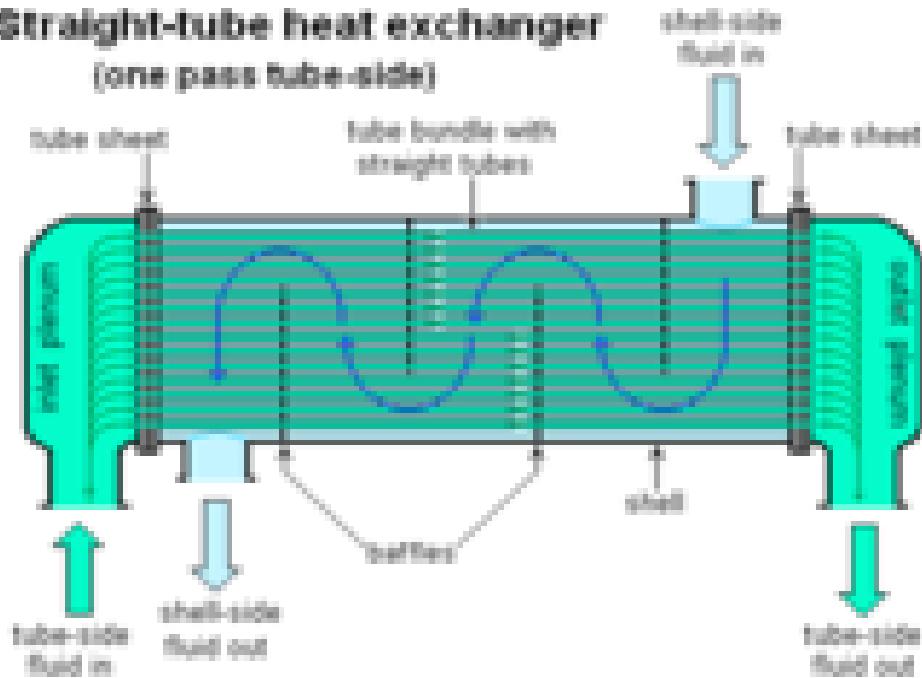
# TRENES DE INTERCAMBIO



# Intercambiadores de Calor



**Straight-tube heat exchanger  
(one pass tube-side)**



Se usan trenes de intercambiadores para precalentar el petróleo crudo con energía que se extrae de los cortes laterales



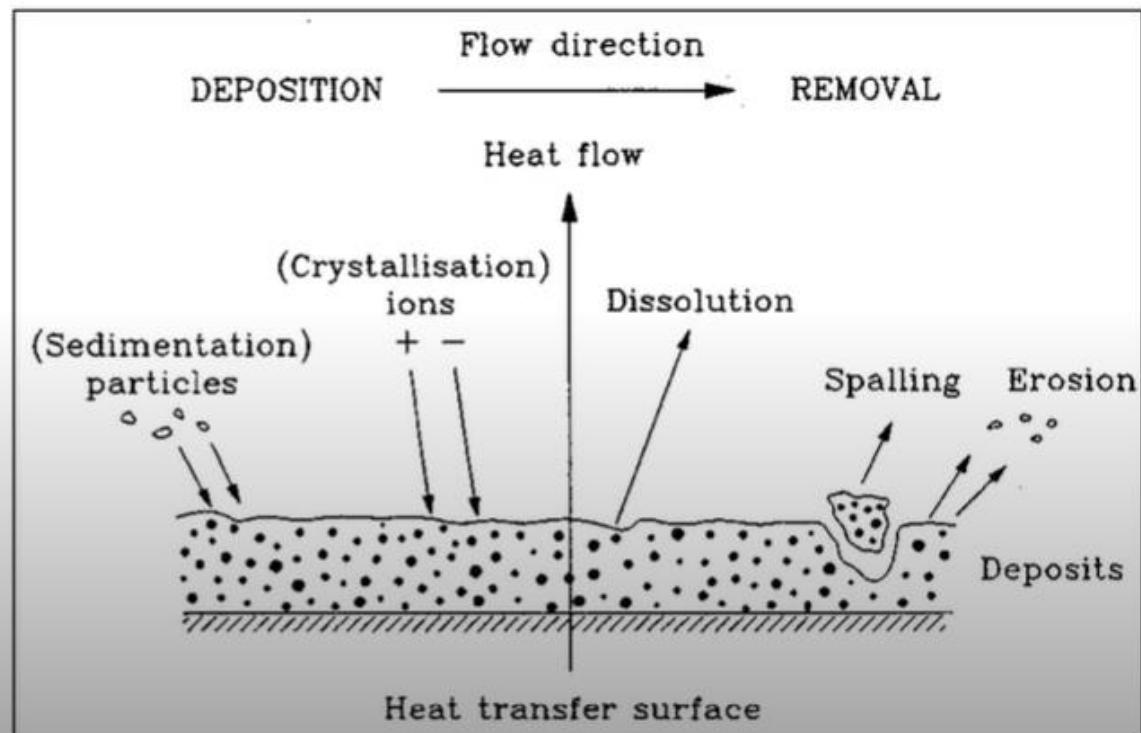
# Intercambiadores de Calor

## MECANISMOS DE ENSUCIAMIENTO

$$Q = U A \Delta T m l$$

$$U = \frac{1}{h_i \times \frac{D_o}{D_i} + \frac{1}{h_o} + R_{cond} + R_f}$$

$$R_f = f(\text{espesor, naturaleza})$$



# Intercambiadores de Calor

## TIPO DE ENSUCIAMIENTO

Incrustaciones (por carbonatos, depósitos calcáreos, silicatos, etc.)



Coquización (por alta temperatura de piel de tubo sumado a algún tipo de deposición – precursores de gomas)



Corrosión



Biofouling (generado por bacterias, algas, protozoos)



Precipitación de sales



Deposición (sólidos arrastrados)

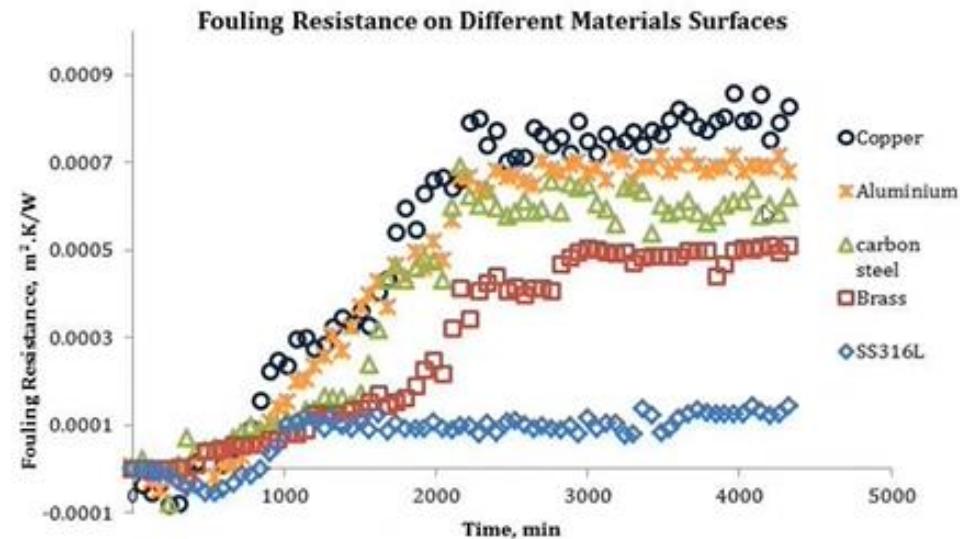


# Intercambiadores de Calor

## INCRUSTACIONES



$\text{CaCO}_3$   
 $\text{MgCO}_3$   
 $\text{Mg(OH)}_2$   
 $\text{Ca(OH)}_2$   
 $\text{SiO}_2$



Resistencia de ensuciamiento en función del tiempo para diferentes superficies a 50°C, velocidad de 0,15 m/s y 300 mg/l de concentración de carbonatos.

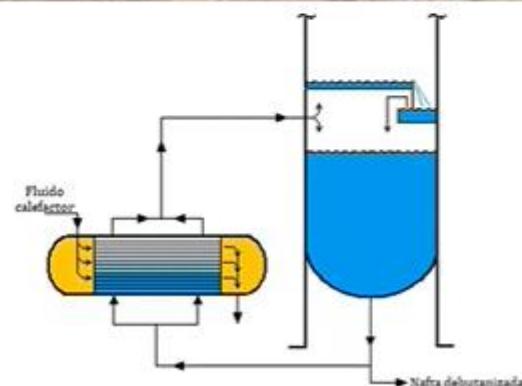
### Parámetros de control

- Calidad del agua empleada (dureza, alcalinidad)
- Máxima temperatura alcanzada en los equipos
- Índice de incrustación (LSI ó RSI)



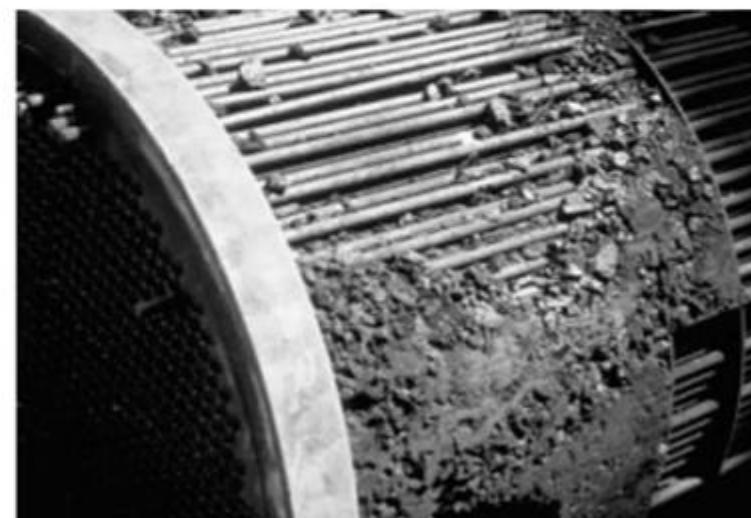
# Intercambiadores de Calor

## COQUIZACIÓN



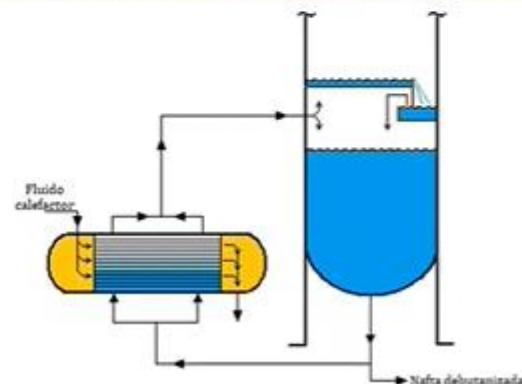
### Parámetros de control

- Contenido de diolefinas
- Fe (corrosión)
- Temperatura de piel de tubo
- Puntos calientes en intercambiador / Velocidades
- Separación de fases



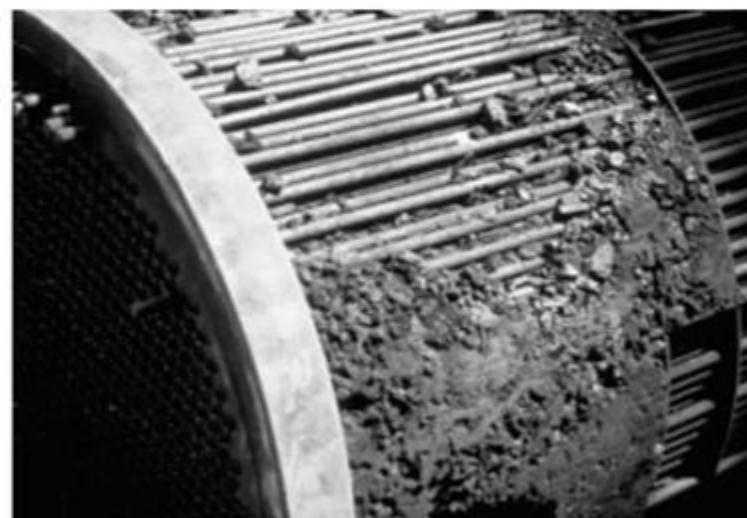
# Intercambiadores de Calor

## COQUIZACIÓN



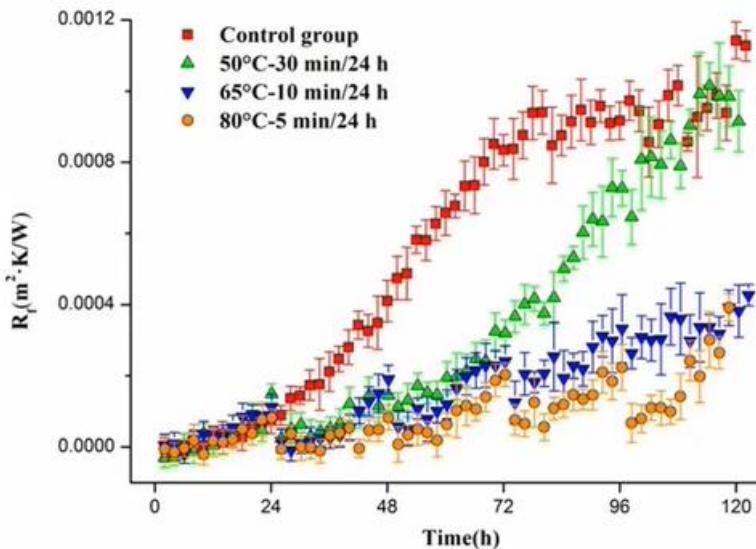
### Parámetros de control

- Contenido de diolefinas
- Fe (corrosión)
- Temperatura de piel de tubo
- Puntos calientes en intercambiador / Velocidades
- Separación de fases



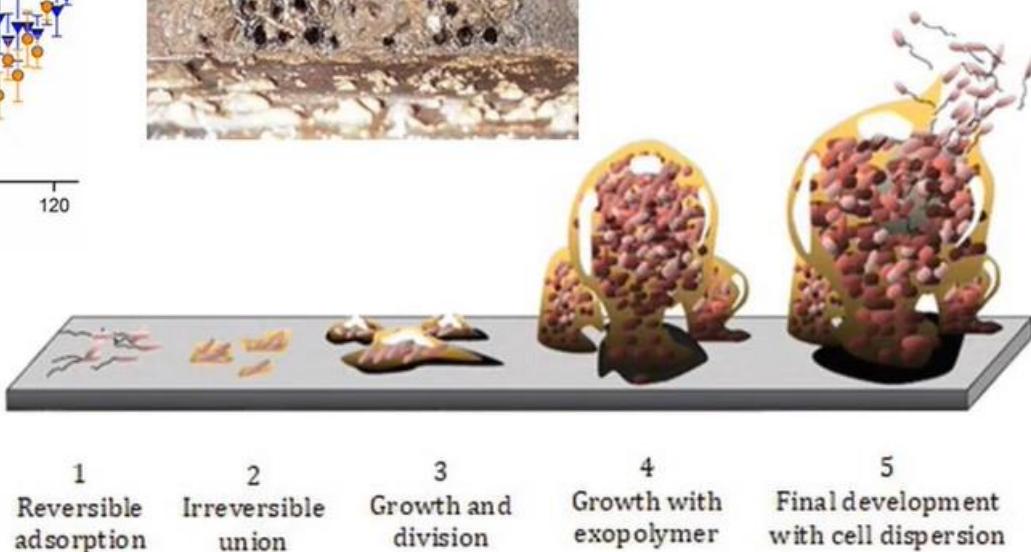
# Intercambiadores de Calor

## BIOFOULING



### Parámetros de control

- BATs
- Cloro Libre
- Velocidad en intercambiador



# Intercambiadores de Calor

## CORROSIÓN



### Parámetros de monitoreo (corrosión)

- O<sub>2</sub> en agua
- pH
- Cupones de corrosión

La resistencia mecánica de los depósitos de corrosión es baja, por lo que se suele tener un comportamiento asintótico de la resistencia por ensuciamiento.

Material	Cond. Térmica (W/m <sup>2</sup> °C)
Aluminio (Aleación)	168-177
Bronce (89 Cu – 11% Sn)	54
Hierro	80
Acero al carbono	40-64
Acero Inoxidable	13-15
Óxido de hierro (FeO/Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2 / 0,6



# Intercambiadores de Calor

## CONCEPTOS GENERALES

U limpio ( $U_L$ ): coeficiente de transferencia de calor en donde no existe resistencia por ensuciamiento.

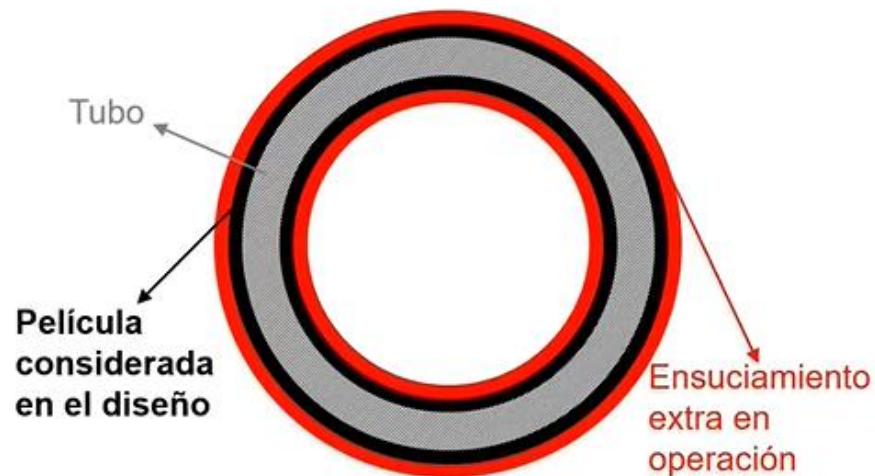
U diseño ( $U_D$ ): coeficiente con el que se diseña el intercambiador. Considera un ensuciamiento base dado por la naturaleza del fluido o del servicio.

U sucio ( $U_S$ ): coeficiente de transferencia real del intercambiador. Considera una resistencia al ensuciamiento que puede ser mucho mayor a la de diseño.

$$\frac{1}{U_D} = \frac{1}{U_L} + R_{f,Diseño}$$

$$\frac{1}{U_S} = \frac{1}{U_D} + R_{f,extra}$$

$$\frac{1}{U_S} = \frac{1}{U_L} + R_{f,TOTAL}$$



# Intercambiadores de Calor

24	VELOCITY	m/SEC.	10.4
27	PRESSURE DROP CALC/ALLOWED	kg/cm <sup>2</sup>	0.66 / 0.7
28	TOTAL FOULING FACTOR	m <sup>2</sup> HR. °C/kcal	0.0002
29	PHYSICAL PROPERTIES FROM		
30	HEAT EXCHANGED - kcal/hr.	754000	L.M.F.O. (CORRECTED) WEIGHTED 21.56 °C
31	TRANSFER RATE - SERVICH	kg/cm <sup>2</sup> hr. °C	385.33
			ULIAN

$$R_{f,Diseño\ Externo} = 0,0002 \frac{h\ m^2\ °C}{kcal}$$

$$R_{f,Diseño\ Interno} = 0,0004 \frac{h\ m^2\ °C}{kcal}$$

$$R_{f,Diseño\ Total} = R_{f,Diseño\ Externo} + R_{f,Diseño\ Interno} \frac{D_o}{D_i}$$

$$R_{f,Diseño\ Total} = 0,0002 \frac{h\ m^2\ °C}{kcal} + 0,0004 \frac{h\ m^2\ °C}{kcal} \frac{19\ mm}{14,8\ mm} = 0,00071 \frac{h\ m^2\ °C}{kcal}$$

Valor esperado  
luego de una  
limpieza

$$\frac{1}{U_D} = \frac{1}{U_L} + R_{f,Diseño} \rightarrow \frac{1}{385,33} = \frac{1}{U_L} + 0,00071 \rightarrow U_L = 530 \frac{kcal}{h\ m^2\ °C}$$

Seguimiento de diferentes variables:

- **Parámetros térmicos:** Temperaturas, Diferenciales de temperatura, Coeficientes de transferencia, Resistencias de ensuc.
- **Caudales:** comportamiento de un flujo clave en el tiempo
- **Presión:** aumento de la caída de presión
- **Vibraciones:** una disminución del área de pasaje, genera altas velocidades y un aumento de las vibraciones

# Intercambiadores de Calor

## INTERCAMBIADORES SIN CAMBIO DE FASE

Se asumen propiedades constantes en el rango de temperatura estudiado.

- Si se conocen los dos caudales de fluido entonces:

$$Q = Q_H = Q_C$$

$$\dot{m}_H \times C_p H \times \Delta T_H = \dot{m}_C \times C_p C \times \Delta T_C$$

Si  $Q_H \neq Q_C$  y la diferencia es mayor al 5%, entonces chequear los caudales empleados. Considerar el calor que resulta del cálculo con el flujo con menos incertidumbre.

- Tomar mediciones de PI o con Pirómetro de las 4 temperaturas que intervienen  $\rightarrow \Delta T_{ml}$
- Considerar área según planos y Nº de tubos anulados

- Determinar  $U$  según la ecuación  $U = \frac{Q}{A \Delta T_{ml}}$

## ¿POR QUÉ MONITOREAR EL $U$ Y NO LA $R_f$ ?

- Simplicidad en el cálculo  $\rightarrow$  Implementación en PI
- No se requiere el valor de  $U_{LIMPIO}$  para cada una de las situaciones

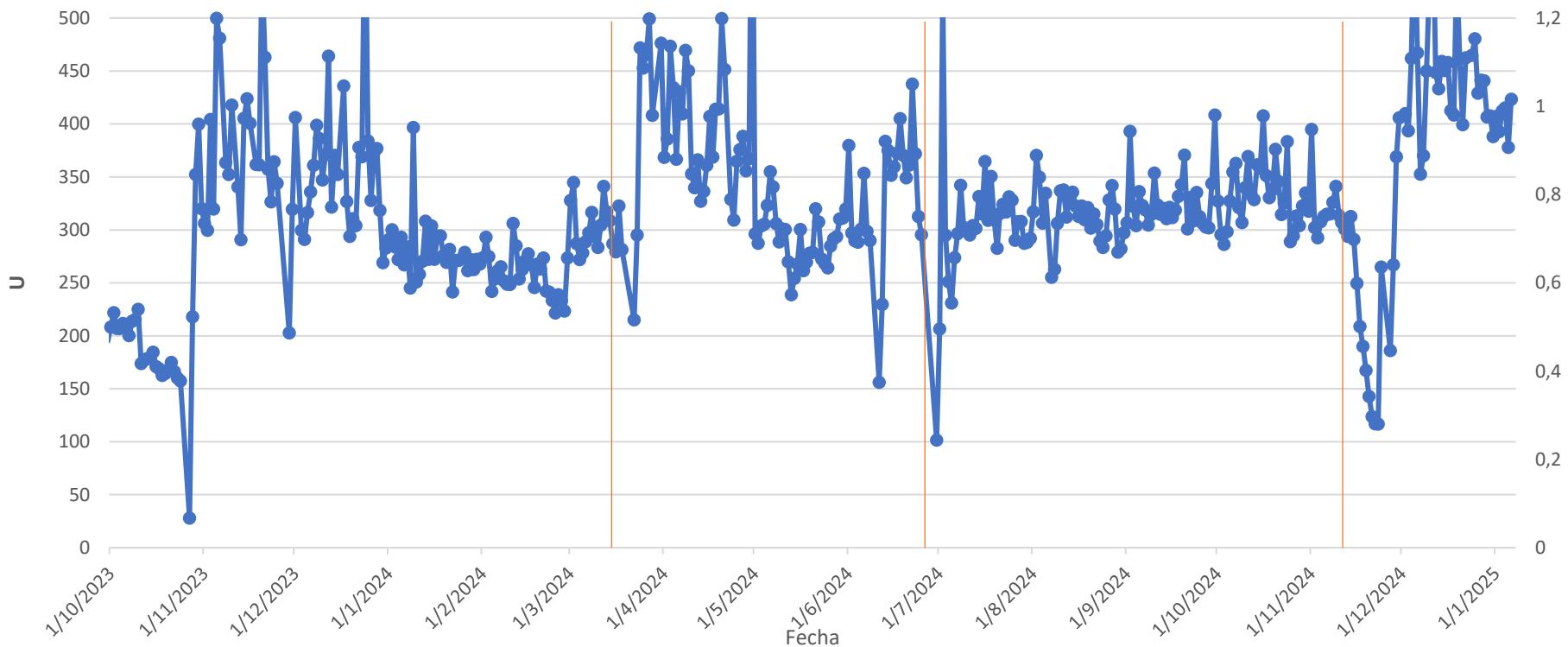
$$\frac{1}{U_{REAL}} = \frac{1}{U_{LIMPIO}} + R_f$$

- Solo es aplicable cuando tengo condiciones de entrada relativamente estables: Caudales y temperaturas

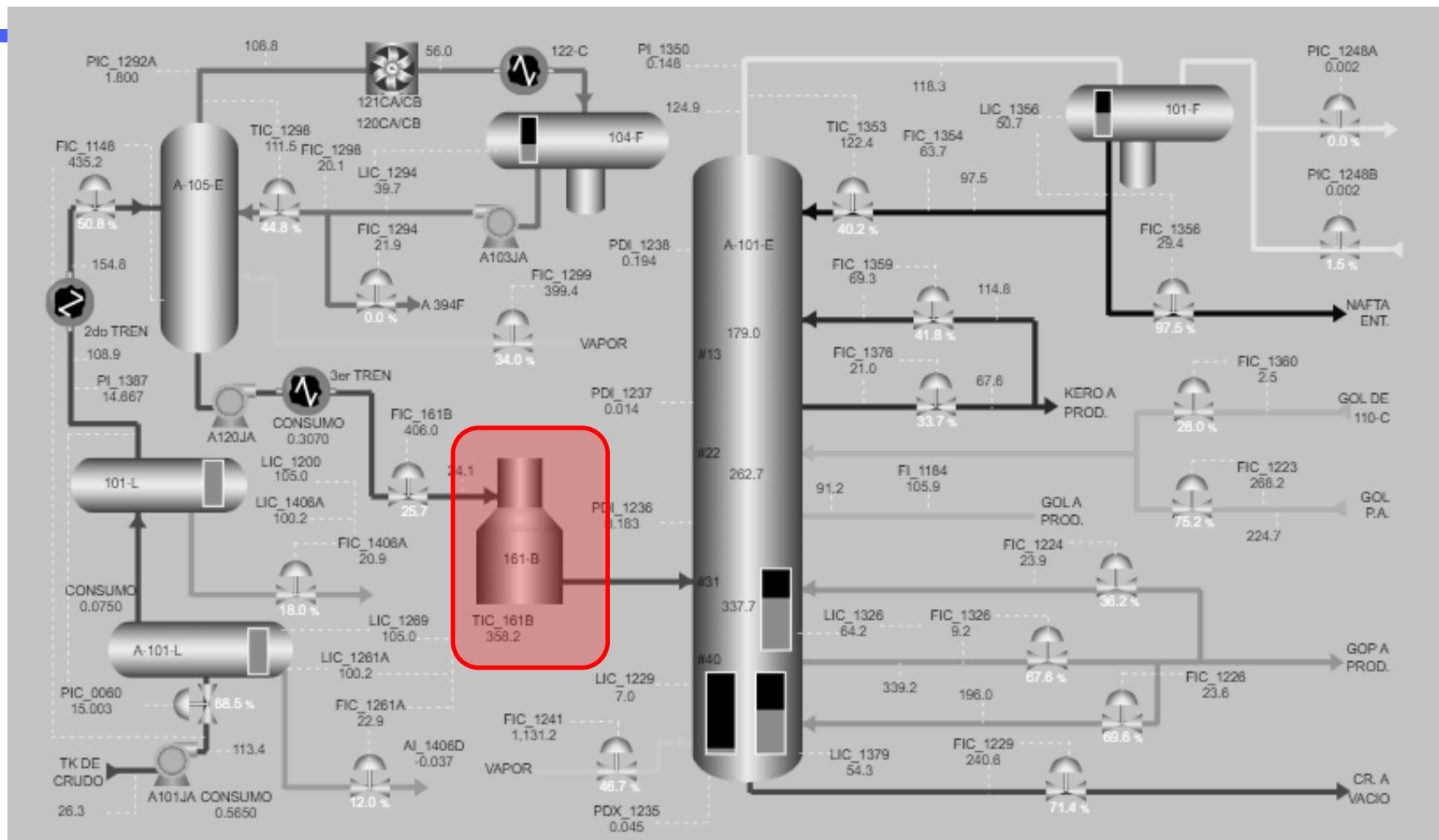


# Intercambiadores de Calor

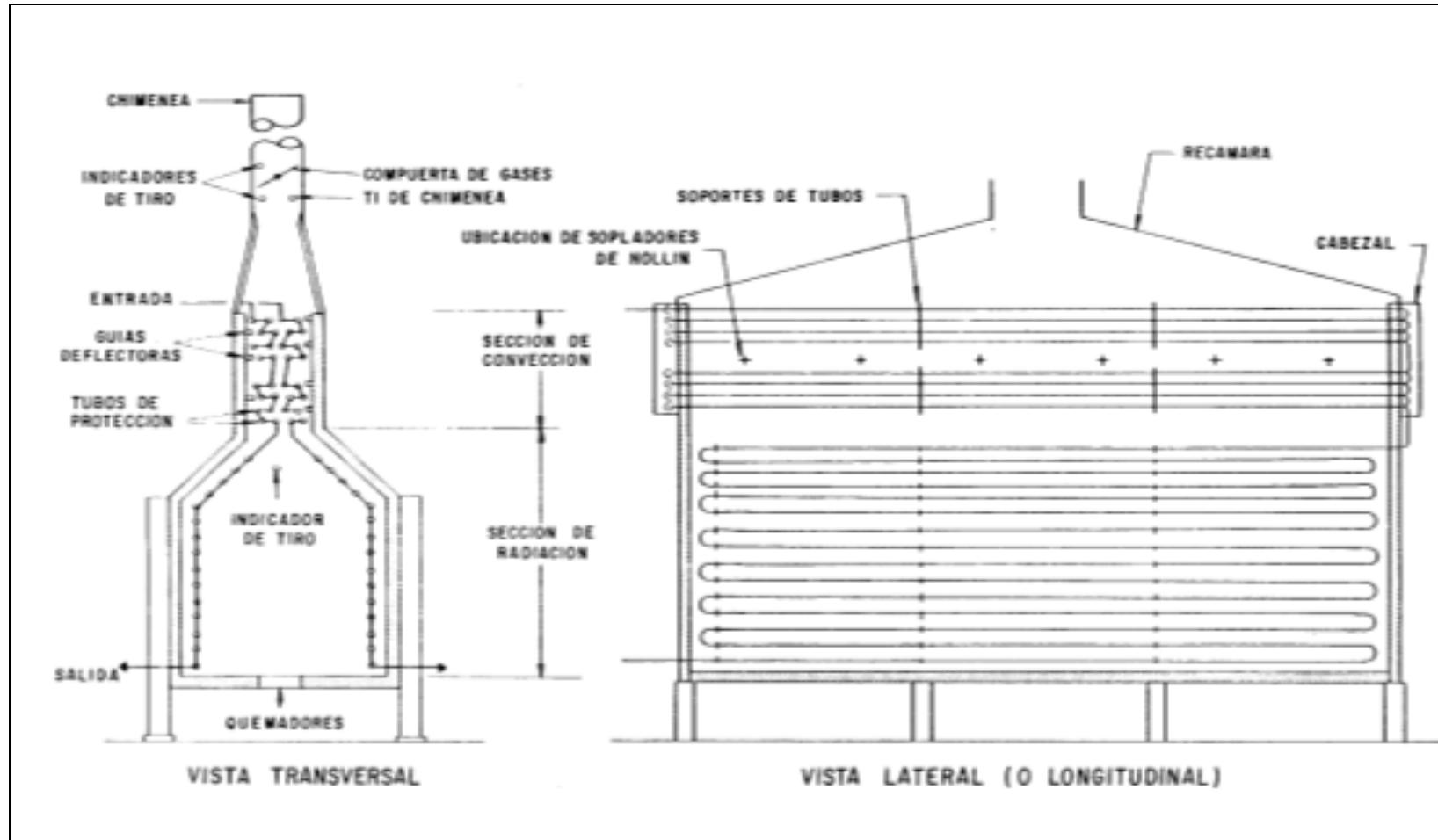
206-C (Nafta Debutanizada y Agua)



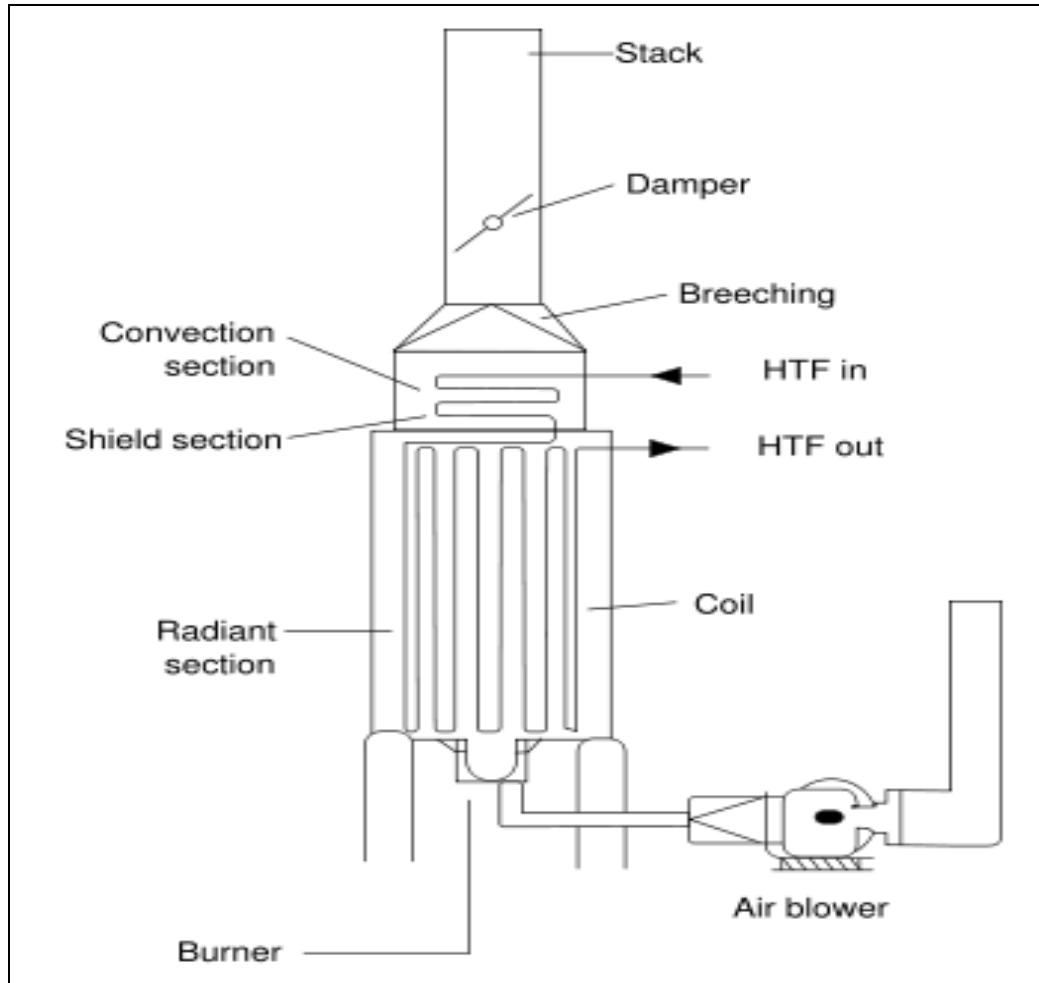
# HORNO



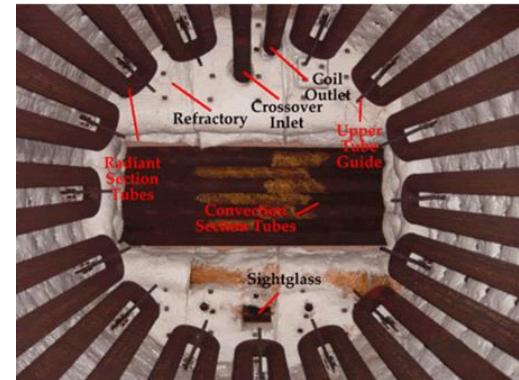
# Horno de Caja Horizontal



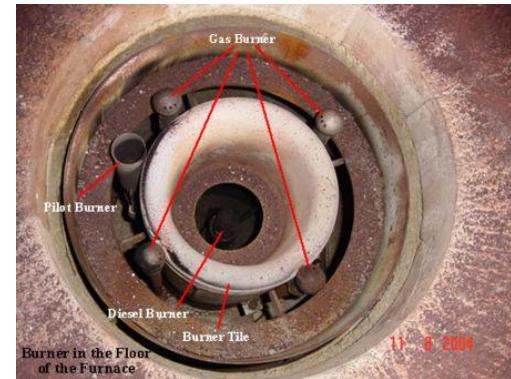
# Esquema de Horno Vertical



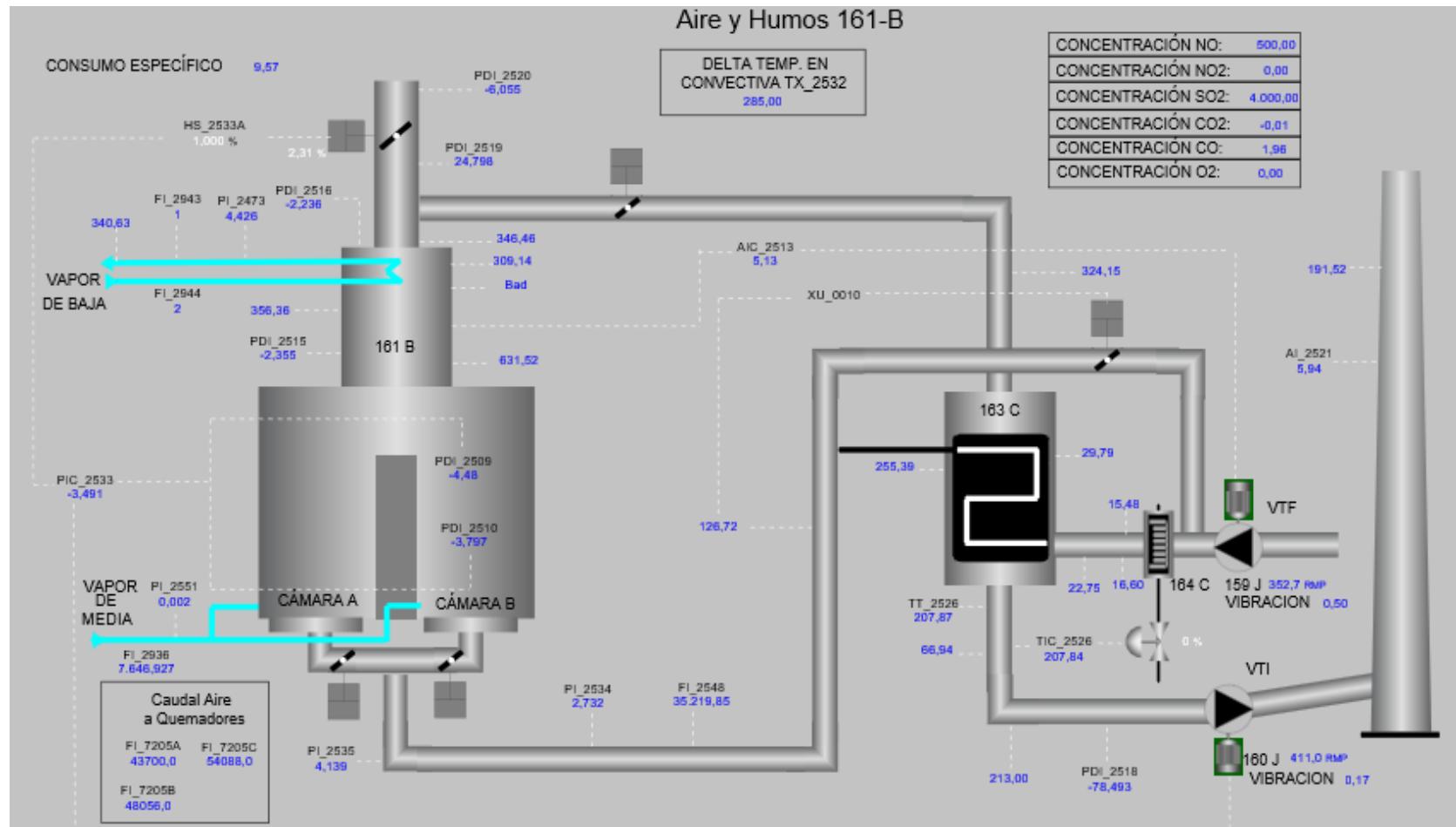
Vista Tubos Radiantes



Vista Quemador a Gas



# Aire y Humos



# Horno

## KPIs Energía

Eficiencia del Horno	Objetivo 2025 > 87,5%
Exceso de Oxígeno	< 3,1%
Temperatura de Chimenea	> 248° C
Temperatura de Transferencia	Aprox 360° C

- Calor Absorbido (Duty)  $Q = \text{calor latente} + \text{calor sensible}$
- Calor Liberado  $Q = \text{consumo de combustible} * \text{poder calorífico.}$
- Eficiencia =  $(\text{Calor absorbido} / \text{Calor liberado}) * 100$   
 $= f(T^\circ \text{ chimenea, Exceso de O}_2)$

98-((0.017 +(0.00015\*(100\*`CV-AI\_1336.PV`)/(21\*`CV-AI\_1336.PV`)))\*(`T4-TI\_1167.PV`\*1.8+32))-(0.000005+(0.00000004\*(100\*`CV-AI\_1336.PV`)/(21\*`CV-AI\_1336.PV`)))\*(`T4-TI\_1167.PV`\*1.8+32)^2



# **TORRE DE DESTILACIÓN**



# Destilación Atmosférica - Cortes

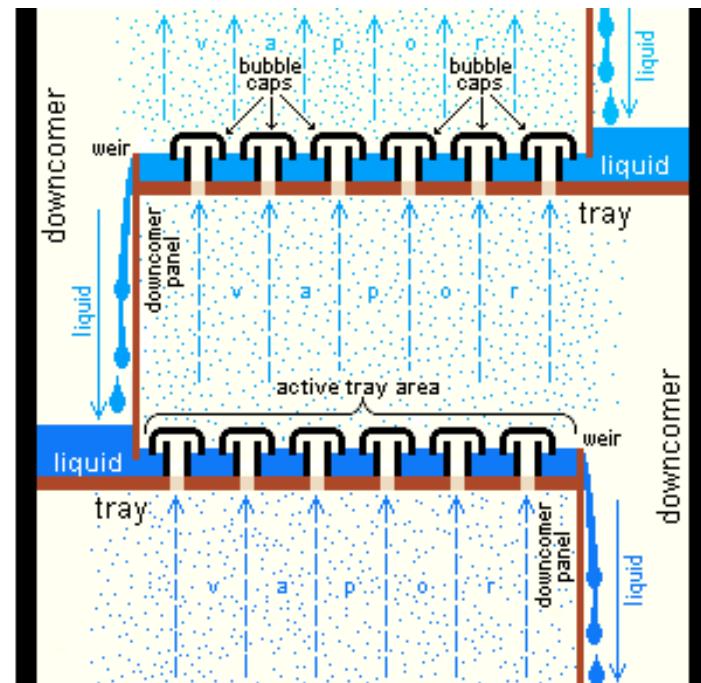
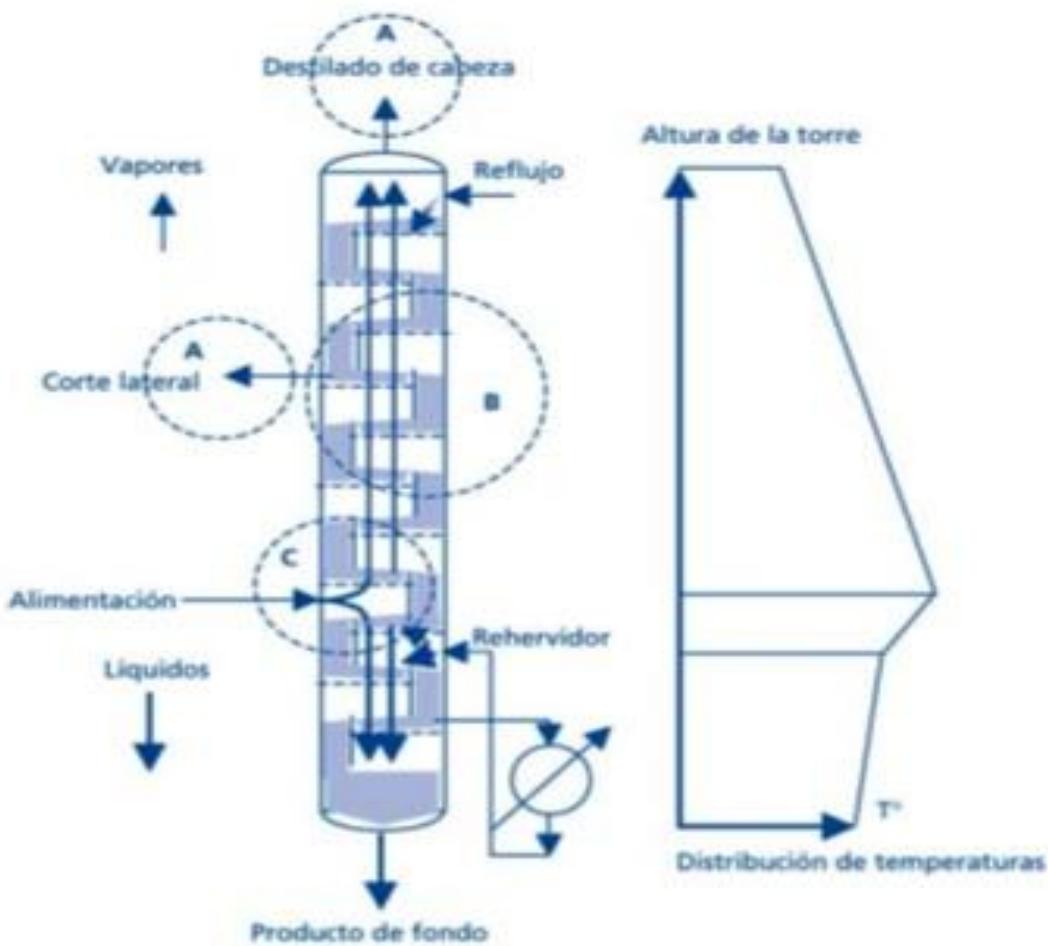


(1) CIERTA FLEXIBILIDAD PARA PROCESAR DISTINTOS TIPOS DE CRUDO

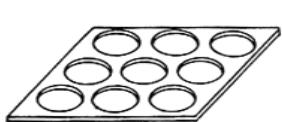
(2) TIPICAMENTE UNOS 30 PLATOS



# Operación de una Torre de Destilación



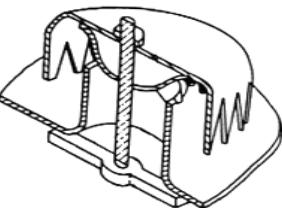
# TIPOS DE PLATOS



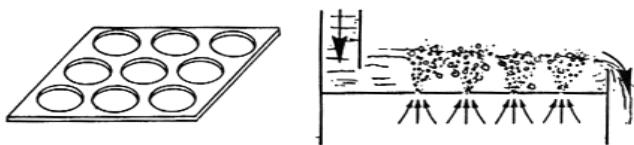
PLATO PERFORADO



PLATO DE VALVULAS



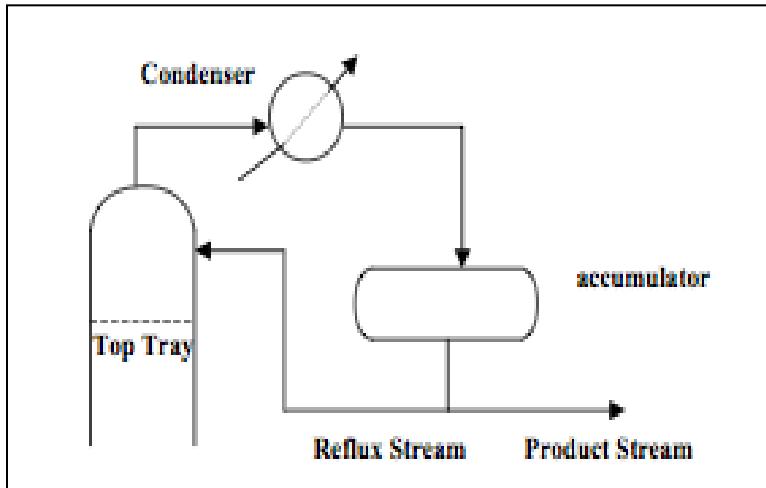
PLATO DE CASQUETE DE BURBUJEOS



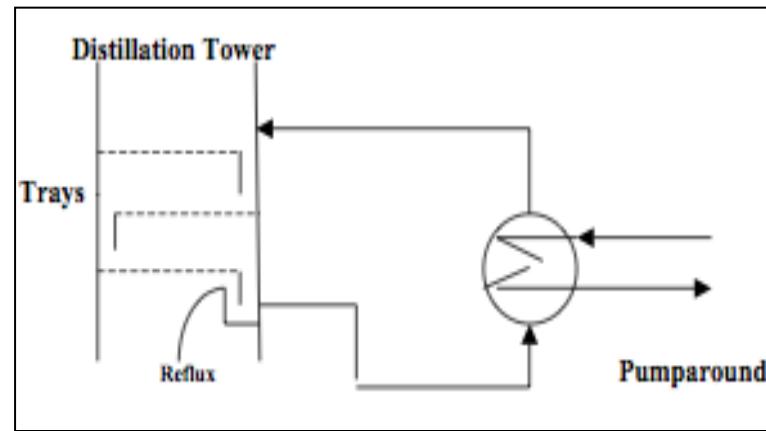
# TIPOS DE PLATOS



# Sistema de Cabeza y Recirculaciones



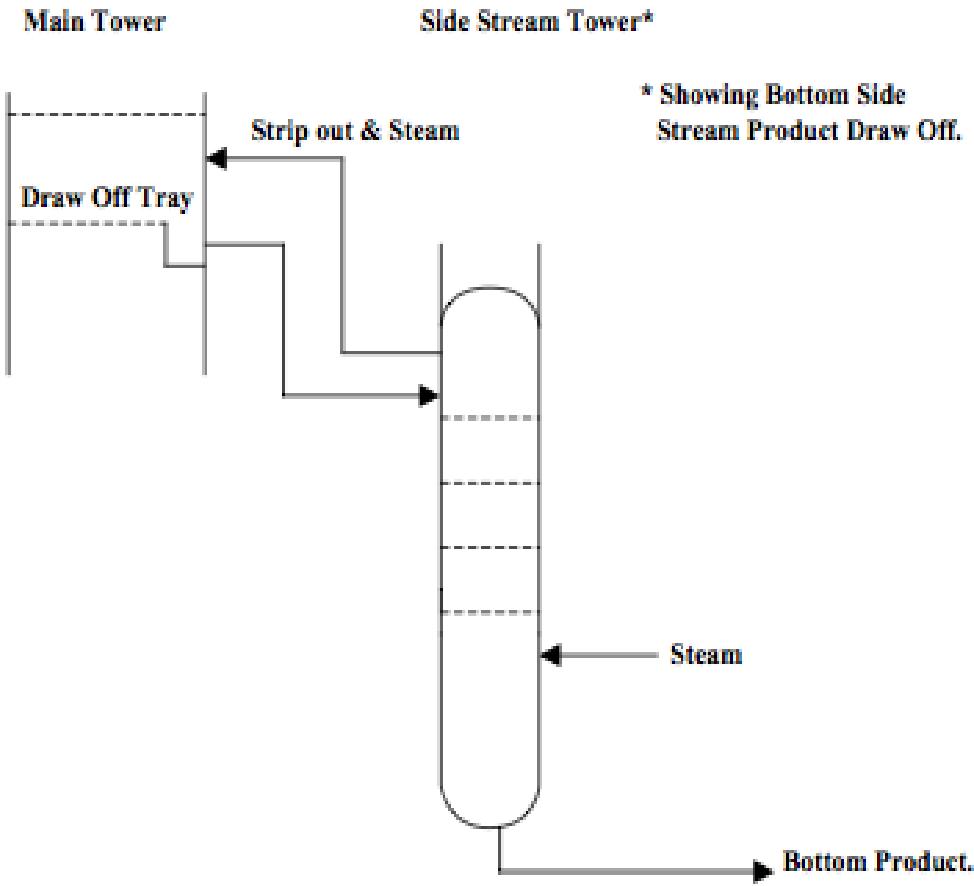
- Casi todos los vapores de cabeza se condensan por intercambio con crudo, agua y/o aire
- El acumulador permite separar gases, agua y la corriente de nafta de reflujo y producción



- Varias recirculaciones a distinto nivel de la torre para remover calor y controlar temperatura
- Intercambio con crudo de alimentación
- Control del flujo de calor a través del caudal y temp. de retorno



# Stripping de Cortes Laterales

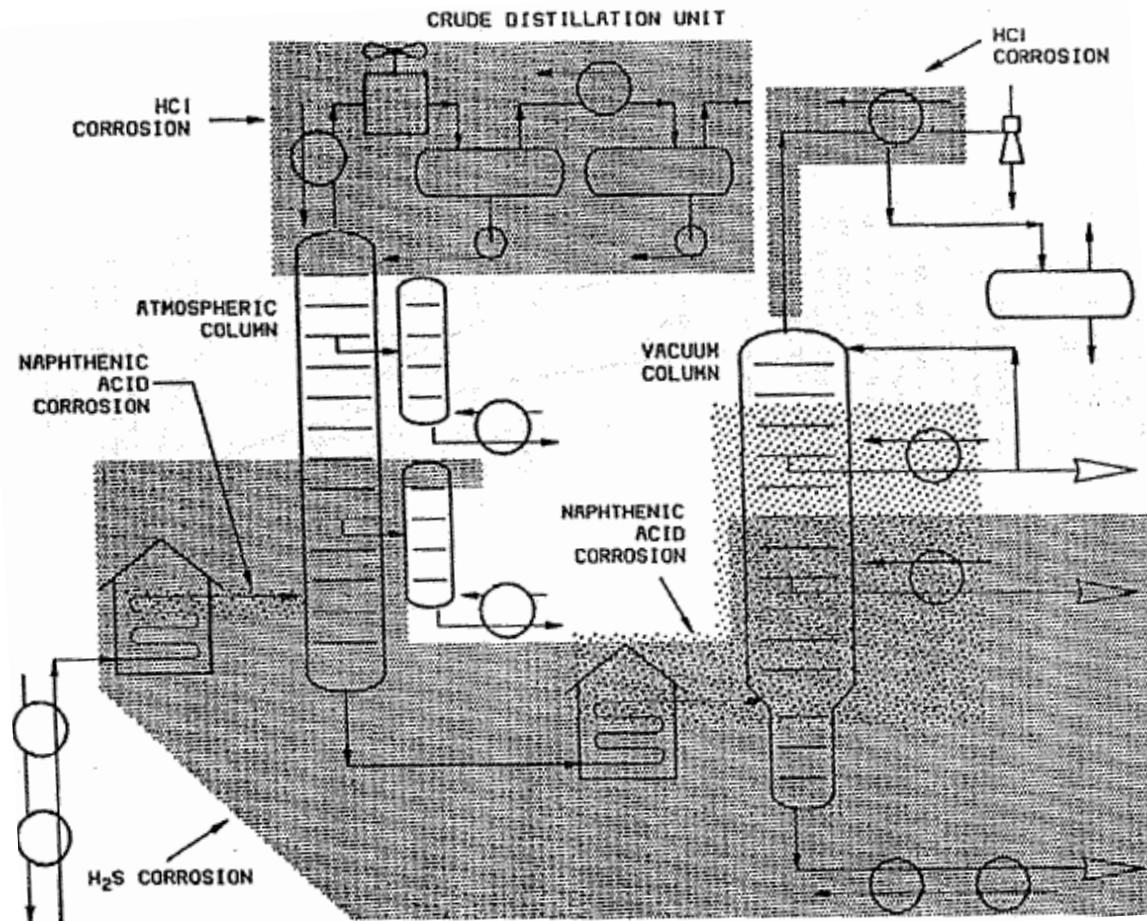


- Objetivo: rectificar la curva de destilación de los cortes laterales
- Destilación por arrastre con vapor por fondo del *stripper* o despojador
- Los despojadores tienen 4-6 placas con campanas de burbujeo
- Se usa aprox. 0.5 Lb/Galón y se despoja 5-8% del producto.
- Normalmente se agrupan varios strippers en una misma estructura



# Seguimiento de Unidades

## CORROSIÓN



# Seguimiento de Unidades

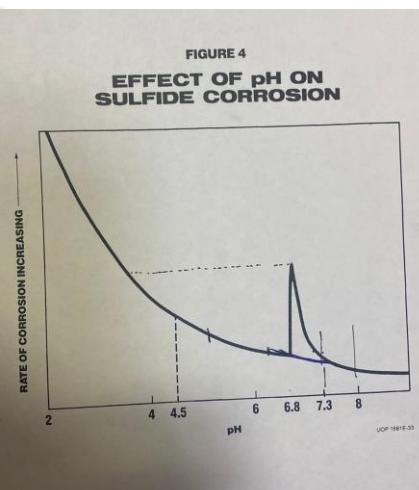
## CORROSIÓN HCl

### Causa:

- Presencia de Cloruros en el crudo con una tendencia a Hidrolizar (reaccionar con agua) a elevadas temperaturas para formar cloruro de Hidrogeno (HCl), que es altamente corrosivo.

### Consecuencias:

- Corrosión en cabeza de la torre.
- Disminución de espesor en manga de gases, salida de la fraccionadora.
- Corrosión bajo deposito en condensadores de cabeza.



Aqua de Bota de los  
Acumuladores

- Desalado constante e inyección de soda en el crudo para minimizar los cloruros en la cabeza del sistema.
- Inyección de amina fílmica para recubrir la superficie metálica.
- Control del pH con amina neutralizante en la cabeza de la torre.
- Inyección de agua de lavado para evitar la deposición de cloruro de amina. independientemente de la deposición de sal, tiene el beneficio adicional de estabilizar el pH y diluir posibles agentes corrosivos.
- Si los controles del proceso y el agua de lavado no proporcionan una buena vida útil para el equipo, se pueden utilizar materiales más resistentes a la corrosión (aunque más costosos).
- Cloruros <20 ppm
- Rango 5,5-6,5 y 7,2-7,8
- Hierro <1 ppm

# Seguimiento de Unidades

## CORROSIÓN Ácidos Nafténicos:

### Causas:

- Los ácidos nafténicos causan corrosión al convertir el sulfuro de hierro (normalmente protector) en naftenato de hierro, soluble en hidrocarburos. El ácido puede disolver total o parcialmente el sulfuro de hierro, dejando un residuo débilmente adherido que se desprende fácilmente ante alta velocidad o turbulencia.
- Se encuentran en el crudo y se cuantifican mediante el TAN (Número Total de Ácidos). Debido a su peso molecular, suelen concentrarse en productos pesados y de fondo del sistema.

### Variables de Seguimiento:

- Velocidad del Fluido: A mayor velocidad, mayor riesgo de remoción de la capa pasivante y de corrosión.
- Rango Crítico de Temperatura: 175 ° C – 290 ° C (350 ° F – 550 ° F)
  - Ácidos en fase líquida o parcialmente vaporizados.
  - No se forma capa pasivante protectora.
- Aleaciones Recomendadas: Aceros con molibdeno como 316L o 317L.
- Control de TAN y tipo de carga.
- Dosificación de inhibidores específicos de corrosión nafténica.

### Ejemplo CE5 Crudo/GOPV

Metalurgia: SA 387 Y Temp 310° C, además de un TAN



# Seguimiento de Unidades

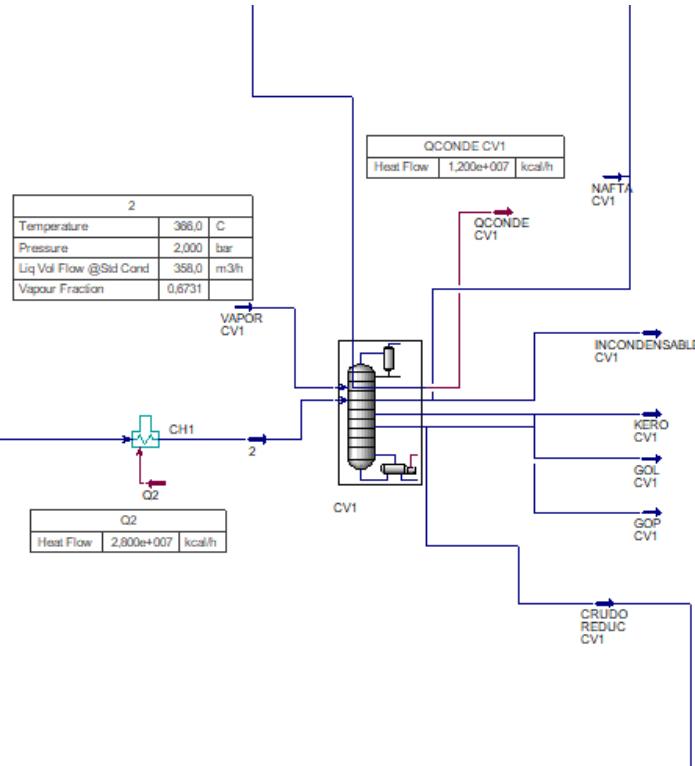
Calidad de Corrientes Topping	
5% NL	Aprox 47° C
5% Nafta Pesada	
PF Nafta Pesada	Aprox 175° C
Pto de Inflamación	Aprox 48° C
Pto de Congelamiento Kero	Aprox .48° C
T 95% GOL	Aprox 360° C
GOL Pto de Enturbiamiento	
T95 GOP	Aprox. 460° C
Metales GOP	0,1 ppm

Rendimiento de Corrientes Topping (Comparación entre Destilación Simulada vs Real)	
Off Gas	
LPG	1,5-2%
Nafta Liviana	6,5%
Nafta Pesada	8,7
Kerosene	7,5%
GOL	21%
GOP	3,5%
Crudo Reducido	48%

[PI Vision - Balances Intermedios](#)



# Simulación Torre Topping



NL CV14		
Temperature	156,2	°C
Pressure	11,70	bar
Liq Vol Flow @Std Cond	17,77	m <sup>3</sup> /h
D <sub>86</sub> IBP	25,00	°C
D <sub>86</sub> FBP	104,6	°C

NP_CV12		
Temperature	156,6	°C
Pressure	2,400	bar
Liq Vol Flow @Std Cond	21,39	m <sup>3</sup> /h
D <sub>86</sub> IBP	108,0	°C
D <sub>86</sub> FBP	183,1	°C

KERO CV1		
Temperature	210,0	°C
Pressure	1,863	bar
Liq Vol Flow @Std Cond	22,87	m <sup>3</sup> /h
D <sub>86</sub> IBP	170,5	°C
D <sub>86</sub> FBP	285,7	°C

GOL CV1		
Temperature	288,1	°C
Pressure	1,705	bar
Liq Vol Flow @Std Cond	79,97	m <sup>3</sup> /h
D <sub>86</sub> IBP	228,1	°C
D <sub>86</sub> FBP	382,8	°C

GOP CV1		
Temperature	407,4	°C
Pressure	1,768	bar
Liq Vol Flow @Std Cond	10,03	m <sup>3</sup> /h

CRUDO REDUC CV1		
Temperature	354,4	°C
Pressure	1,800	bar
Molar Flow	376,0	kgmole/h
Liq Vol Flow @Std Cond	201,6	m <sup>3</sup> /h

## Liquid Pump Around Summary

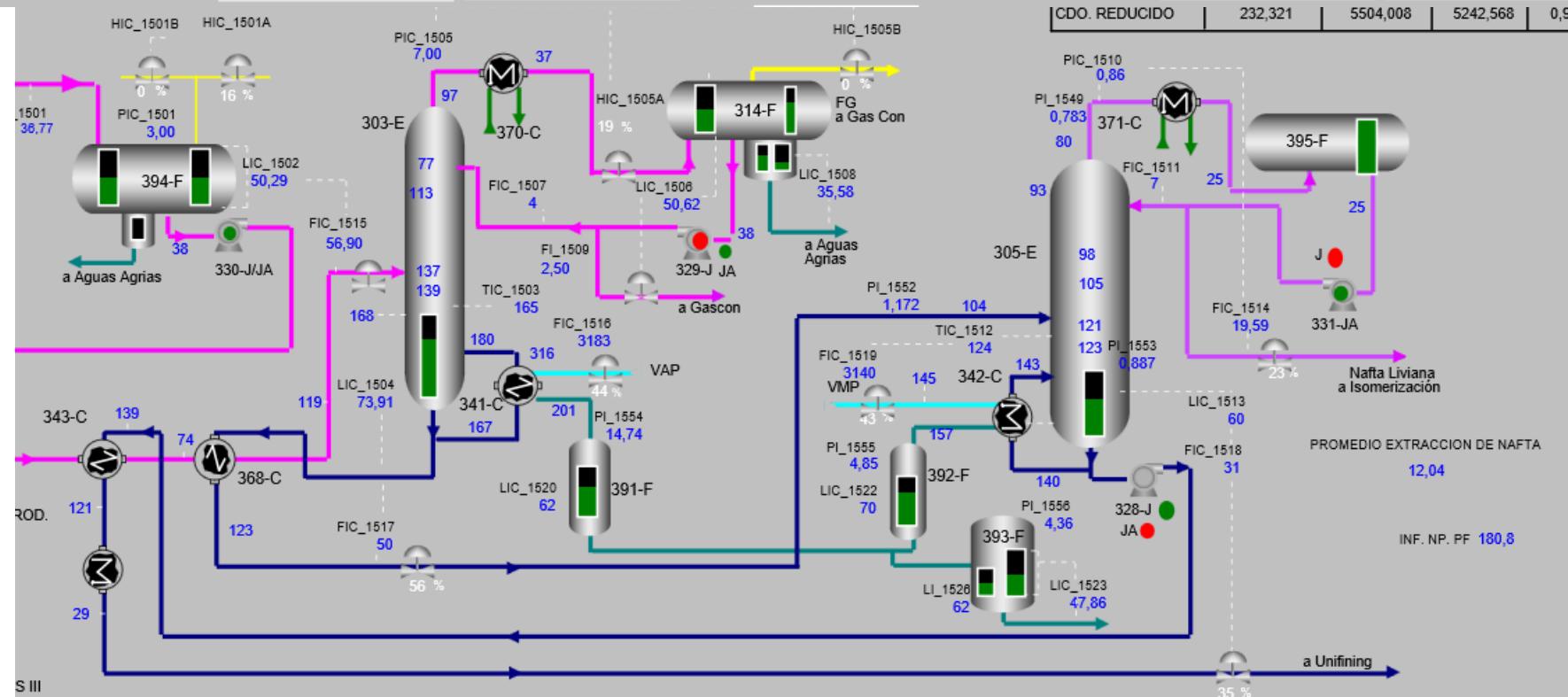
	Draw Stage	Return Stage	Flow [kgmole/h]	Duty [kcal/h]	Draw T [C]	Return T [C]
PA_GOL	11_Main Tower	9_Main Tower	862,1	-3,000e+006	238,6	210,0
PA_KERO	7_Main Tower	5_Main Tower	1530	-9,700e+006	190,0	112,0
PA_GOP	17_Main Tower	15_Main Tower	133,6	-3,900e+006	341,4	206,7

	Stage	Pressure [bar]	Temp [C]	Net Liquid [kg/h]	Net Vapour [kg/h]
Condenser	0	0,8000	40,79	1,057e+005	1451
1_Main Tower	1	1,600	122,2	1,189e+005	1,368e+005
2_Main Tower	2	1,611	134,5	1,232e+005	1,501e+005
3_Main Tower	3	1,621	145,2	1,252e+005	1,544e+005
4_Main Tower	4	1,632	154,0	1,248e+005	1,563e+005
5_Main Tower	5	1,642	163,1	3,712e+005	1,559e+005
6_Main Tower	6	1,653	170,0	3,806e+005	2,399e+005
7_Main Tower	7	1,663	176,9	1,732e+005	2,335e+005
8_Main Tower	8	1,674	192,0	1,616e+005	2,313e+005
9_Main Tower	9	1,684	213,0	3,228e+005	2,197e+005
10_Main Tower	10	1,695	222,2	3,206e+005	2,156e+005
11_Main Tower	11	1,705	239,7	6,401e+004	2,134e+005
12_Main Tower	12	1,716	279,5	6,194e+004	1,994e+005
13_Main Tower	13	1,726	295,1	5,957e+004	1,973e+005
14_Main Tower	14	1,737	301,8	5,388e+004	1,949e+005
15_Main Tower	15	1,747	306,7	1,542e+005	1,892e+005
16_Main Tower	16	1,758	321,2	1,558e+005	2,365e+005
17_Main Tower	17	1,768	330,9	3,897e+004	2,347e+005
18_Main Tower	18	1,779	354,2	2,161e+005	1,965e+005
19_Main Tower	19	1,789	351,0	2,062e+005	2,444e+004
20_Main Tower	20	1,800	347,1	1,942e+005	1,450e+004



# PLANTA DE NAFTA

CRUDO CARGA		CRUDO DESALADO		AGUA 101F		NAFTA LIVIANA		NAFTA PESADA		KEROSENE		GOL	
AGUA	0 % VOLUMEN	AGUA	0 % VOLUMEN	CLORUROS	35 mg/l Cl-	PI	33 °C	PI	109 °C	PC	-51 °C	PI	208 °C
SALES	38 mg/l Cl-	SALES	9 mg/l Cl-	AGUA 104F		5%	47 °C	5%	114 °C	5%	179 °C	5%	242 °C
DENSIDAD	0,881 g/cm3	SOLIDOS	0,038 %P.	CLORUROS	4 mg/l Cl-	95%	93 °C	95%	159 °C	95%	242 °C	95%	362 °C
SOLIDOS	0,038 %P.					PF	108 °C	PF	174 °C	P.Inf.	42 °C	PF	387 °C
												AZUFRE	2247 ppm



# Resumen Operación Torre Atmosférica

- Opera a una presión levemente superior a la atmosférica, con un gradiente de temperatura de 350/375 °C a 100/110 °C
  - Control de presión en el sistema de cabeza
  - Control perfil de temperatura mediante reflujo y recirculaciones que intercambian calor
- El Crudo parcialmente vaporizado ingresa a la torre en el tercio inferior
  - La fracciones vaporizadas ascienden intercambiando calor y masa con el líquido descendente
  - Las fracciones pesadas caen al fondo de la torre
- Los platos o bandejas permiten el contacto Vapor/Líquido y pueden ser de distinto tipo (Campanas de burbujeo, relleno, etc)
- El fraccionamiento (separación entre cortes) mejora con:
  - Mayor número de etapas / de fraccionamiento (Bandejas/platos/relleno)
  - Mayor relación de reflujo (de cabeza o intermedios)



# Destilacion Atmosférica - Instalación típica



# ¿ PREGUNTAS ?

---

