

REBOILER AGUAS AGRIAS II

Mariano Hirscheegger. *Empresa YPF*. Correo electrónico mariano.hirscheegger@ypf.com.

Agustín de la Torre. *Empresa YPF*. Correo electrónico agustin.delatorre@ypf.com.

REBOILER AGUAS AGRIAS II

SINOPSIS

El stripper de Aguas Agrias II utilizaba como reboiler un intercambiador de Casco y Tubos que operaba por diseño con Vapor de Media Presión (VMP). La Refinería Luján de Cuyo es deficitaria de vapor de media presión y excedentaria en vapor de baja presión. Este excedente de vapor de baja era venteado a la atmosfera, produciendo un consecuente desahorro energético. El ahorro proyectado del proyecto equivale a 1627 KU\$\$/año o a una reducción en el consumo de combustible para generar ese vapor de 3.320 Ton FOE/año.

Sumado a esto, la alta temperatura del VMP (290°C resultado de laminación por turbinas de vapor de alta a vapor de media) producía polimerizaciones en el interior de los tubos, que desencadenaban en bajos factores de servicio, por intervenciones para su limpieza.

En el pasado se había evaluado la posibilidad de poner intercambiadores de casco y tubos con VBP, pero resultaba inviable por el alto costo y tamaño de los equipos. Poner un solo intercambiador para vapor de baja resultaba en un intercambiador demasiado grande e instalar dos intercambiadores de carcasa y tubos en paralelo generaban dudas sobre el control de la operación ya que es casi imposible asegurar cuánto fluye por cada equipo. Además en ambos casos se tenía la limitación de la falta de espacio físico para instalar los intercambiadores adicionales. Siempre se consideró dejar el intercambiador actual con vapor de media montado, que daría posibilidades de limpieza del reboiler sin parar la unidad y volver a la operación con vapor de media en caso de necesidad por balance.

El proyecto consistió en reemplazar el reboiler de casco y tubos, por un nuevo intercambiador de placas, utilizando como fluido calefactor vapor de baja presión (VBP). Esta tecnología ofrece una gran área de intercambio en un espacio reducido (intercambiador compacto). Otra ventaja, es que la temperatura del vapor de baja presión es menor que la del vapor de media presión, y los efectos de polimerización y ensuciamiento disminuirían. Además el flujo turbulento generado por la superficie de las placas aseguraba un efecto de auto limpieza que daría menores frecuencias de intervenciones para limpieza.

Mientras estuvo en servicio el equipo se lograron ahorrar aproximadamente 12 Tn/h de VBP, recuperando a su vez el condensado producido.

Al cabo de 8 meses de operación, se observó que el equipo había perdido eficiencia en el intercambio de calor, debido a ensuciamiento. Se dispuso entonces, la limpieza mecánica del mismo, de acuerdo a procedimientos suministrados por el fabricante.

La complejidad del equipo, imposibilitó que la máquina de alta presión removiera la suciedad, por lo que la limpieza hidrocínética no llegó a concluir con éxito.

REBOILER AGUAS AGRIAS II

Mariano Hirschegger. *Empresa YPF*. Correo electrónico mariano.hirschegger@ypf.com.

Agustín de la Torre. *Empresa YPF*. Correo electrónico agustin.delatorre@ypf.com.

Actualmente este equipo se encuentra fuera de servicio a la espera de una solución por parte del licenciatario.

INTRODUCCIÓN

El reboiler del stripper de Aguas Agrias II era un intercambiador de Casco y Tubos que operaba por diseño con Vapor de Media Presión (VMP).

El proyecto consistió en reemplazar este equipo por un nuevo intercambiador de placas que utilizara como fluido calefactor vapor de baja presión (VBP) que en ese momento se estaba venteando a la atmósfera.

La propuesta y análisis de alternativas surge del Departamento de Procesos de la Refinería.

El ahorro de combustible obtenido en la generación de vapor de media (fluido calefactor utilizado) es equivalente a 1.627 kU\$/año o a una reducción en el consumo de combustible para generar ese vapor de 3.320 Ton FOE/año. (Tonelada de Fuel oil equivalente).

ESQUEMA DE VAPOR DE LA REFINERÍA

Existen 3 niveles de vapor en el complejo industrial de Luján de Cuyo:

- ✓ Vapor de Alta presión - 42 Kg/cm²g – 32 Kg/cm²g
- ✓ Vapor de media presión - 13.5 Kg/cm²g
- ✓ Vapor de baja presión- 3.5 Kg/cm²g

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El complejo de Luján de Cuyo al ser deficitario en vapor de media presión y excedentario en vapor de baja presión, producía un venteo de 14.000 Kg/h de vapor lo cual conlleva a un desahorro de 3.320 Ton FOE/año equivalente a 1.627 kU\$/año.

Era evidente, que se debe reemplazar un consumo de vapor de media y por un consumo de vapor baja, para maximizar la eficiencia en el uso del vapor. Es aquí donde surge la idea de evaluar el reemplazo del reboiler de la planta de aguas agrias que utilizaba vapor de media por un reboiler que utilizara vapor de baja. Cabe destacar que este equipo consumía aproximadamente 9000 Kg/h de vapor de media presión.

DESCRIPCIÓN PLANTA DE AGUAS AGRIAS.

La eliminación del sulfuro de hidrógeno y el amoníaco se lleva a cabo por destilación. La unidad está diseñada para el tratamiento de aguas ácidas de alto contenido fenólico, mientras que las aguas ácidas de bajo contenido fenólico se procesarán en la Planta Tratadora de Aguas Agrias I.

Las corrientes de aguas ácidas a tratar en esta Unidad, son, fundamentalmente, procedentes de las siguientes Unidades:

REBOILER AGUAS AGRIAS II

Mariano Hirschegger. *Empresa YPF*. Correo electrónico mariano.hirschegger@ypf.com.

Agustín de la Torre. *Empresa YPF*. Correo electrónico agustin.delatorre@ypf.com.

Coque I, II; Catalítico II; HDS, HDSIII; Isomax; Platforming.

Los productos resultantes de las aguas ácidas procesadas en esta Unidad, son los siguientes:

- Un gas ácido que se envía a la Planta Recuperadora de Azufre (P. Claus)
- Un agua despojada de contaminantes que se envía a tratamiento biológico, para la degradación de los fenoles, o se reutiliza como agua de lavado en desaladores de crudo-
- Un hidrocarburo recuperado que se envía a tanques de intermedio, para su reprocesamiento.

ESQUEMA DE LA UNIDAD

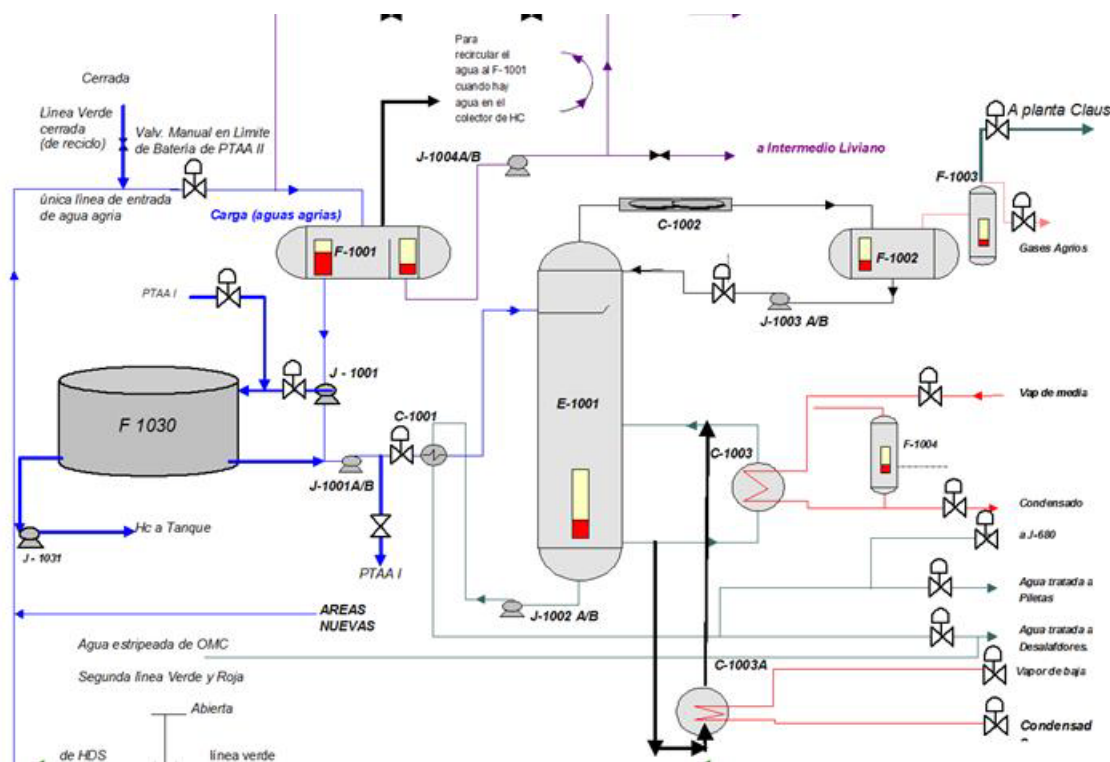


Ilustración 1 Esquema planta Aguas agrias

- **SECCIÓN DE ALIMENTACIÓN:** las corrientes de aguas ácidas de las diferentes Unidades de proceso, se reciben en un recipiente (F-1001) en el que, además, se separa la fase de hidrocarburo líquido que hubieran podido arrastrar las corrientes de alimentación,

REBOILER AGUAS AGRIAS II

Mariano Hirscheegger. *Empresa YPF*. Correo electrónico mariano.hirscheegger@ypf.com.

Agustín de la Torre. *Empresa YPF*. Correo electrónico agustin.delatorre@ypf.com.

el aceite así recuperado se envía a tanques de intermedio. Estas corrientes posteriormente son derivadas al tanque acumulador (T-1030) de donde mediante envío con bombas (J-1030 A/B) se toma la carga para la Unidad.

- **SECCIÓN DE PRECALENTAMIENTO:** en la que se eleva la temperatura de la alimentación por aprovechamiento de parte del calor del agua afluyente del fondo de la Torre Agotadora, en mazo de intercambiado C-1001.
- **SECCIÓN DE AGOTAMIENTO:** la corriente de aguas ácidas precalentada alimenta a la torre despojadora (E-1001), separándose por despojamiento (stripping) la mayor parte de los contaminantes del agua (NH_3 , SH_2 , y en menor proporción fenoles). Para llevar a cabo este proceso, la Torre despojadora necesita tener temperatura en el agua de fondo de la misma, para lo que dispone de un hervidor (C-1003) que utiliza vapor de agua de media presión como agente calefactor. Los gases ácidos separados (con alto contenido de SH_2 y NH_3), se envían a la Planta Recuperadora de Azufre (Unidad Claus). El agua resultante (extraída del fondo de la Torre Despojadora, en especificaciones), cede calor a la alimentación (en el intercambiador C-1001), y parte de la misma es reutilizada para lavado de gases y en Desaladores de crudo, el resto es enviado a tratamiento biológico, para la degradación de los fenoles contenidos en la misma.
- **DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN**

ANÁLISIS TERMODINÁMICO.

PROPIEDADES DEL VAPOR

- El vapor de media presión, se encuentra sobrecalentado a una temperatura de 290°C a una presión de $13.5\text{ Kg/cm}^2\text{g}$. A esta presión la temperatura de saturación (temperatura a la cual se produce el cambio de fase a presión constante) es de 196°C .
- El vapor de baja presión, se encuentra sobrecalentado a una temperatura de 180°C a una presión de $3.5\text{ Kg/cm}^2\text{g}$. A esta presión la temperatura de saturación (temperatura a la cual se produce el cambio de fase) es de 145°C .
- El calor específico de vaporización del vapor de media presión es de 466 Kcal/Kg mientras que el calor específico de vaporización del vapor de baja presión es de 506.1 Kcal/kg .

REBOILER AGUAS AGRIAS II

Mariano Hirschegger. Empresa YPF. Correo electrónico mariano.hirschegger@ypf.com.

Agustín de la Torre. Empresa YPF. Correo electrónico agustin.delatorre@ypf.com.

- El calor sensible entregado por el vapor de media presión es de 94 Kcal /kg y el calor sensible del vapor de baja presión es de 35 Kcal/Kg.
- El calor total entregado por Kg de vapor de media es de 560 Kcal/Kg mientras que el calor total entregado Kg de vapor de baja presión es de 541 Kcal/Kg.

Se puede observar que la cantidad de calor aportada por 1 Kg de vapor de media presión es aproximadamente igual a la cantidad de calor entregada por el vapor de baja presión.

Se puede observar también que el aporte del calor sensible comparado con el calor latente es prácticamente despreciable. Es por esto que para el cálculo del intercambiador se debe tomar la temperatura de saturación del vapor y no la temperatura de sobrecalentamiento. En el caso del vapor de media presión la temperatura de diseño térmico es de 196°C y la temperatura de diseño térmico para el vapor de baja presión es de 145°C.

DIAGRAMA DE T-S DE MOLLIER

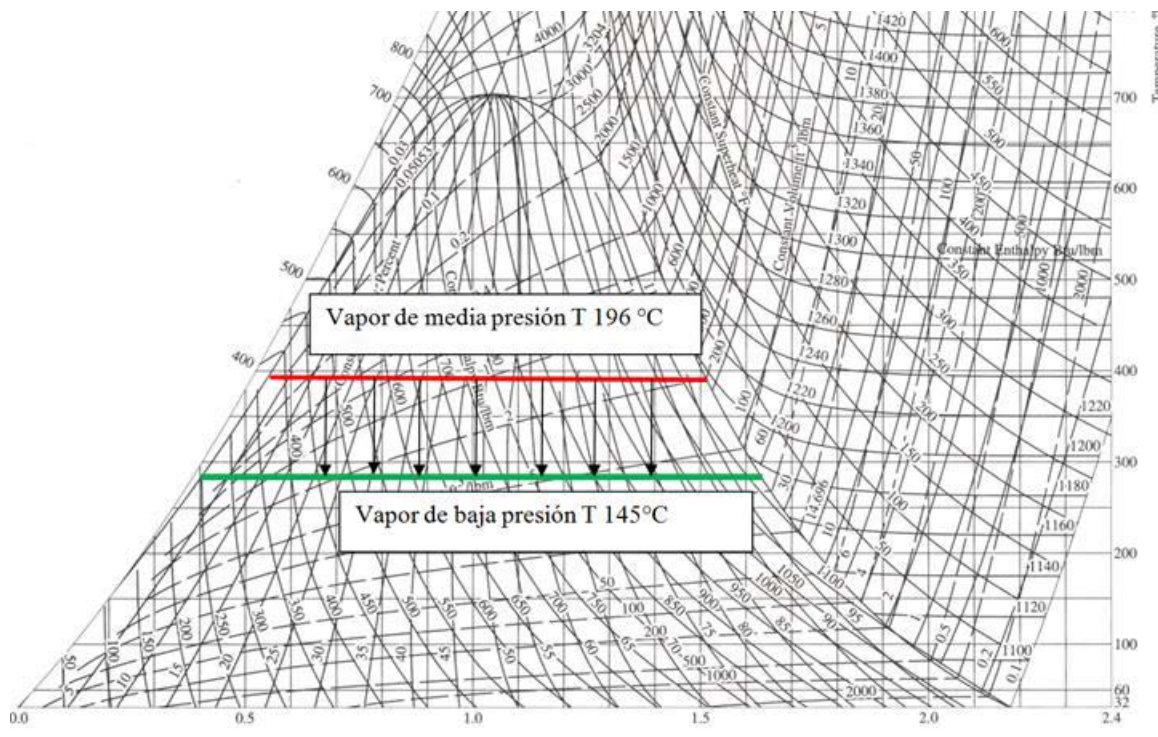


Ilustración 2 Diagrama T-S de Mollier

CALCULO DEL ÁREA DE TRANSFERENCIA.

REBOILER AGUAS AGRIAS II

Mariano Hirschegger. *Empresa YPF*. Correo electrónico mariano.hirschegger@ypf.com.

Agustín de la Torre. *Empresa YPF*. Correo electrónico agustin.delatorre@ypf.com.

Si bien la cantidad de calor que entrega un Kg de Vapor de Baja presión es aproximadamente igual a la cantidad de calor que entrega un Kg de vapor de media presión, el área requerida en el primer caso es mucho mayor que en el segundo. Esta afirmación se demuestra con la ecuación de transferencia de calor la cual expresa:

$$Q = UxAx\Delta T$$

DONDE:

Q= calor transferido (requerimiento del proceso)

A= área de intercambio.

U= coeficiente global de transferencia de calor

ΔT = diferencia media logarítmica de temperaturas entre el fluido frío y el caliente.

Del análisis de la ecuación se puede observar que si Q y U se mantienen constantes, cuando baja el ΔT indefectiblemente debe aumentar el área.

La presión del lado proceso es de 0.6 Kg/cm²g . Como la corriente es en su mayoría agua, podemos asumir como temperatura de fondo del stripper la temperatura de equilibrio del agua a esa presión. Esta temperatura es de 120°C.

Delta T Con vapor de baja presión: 25°C

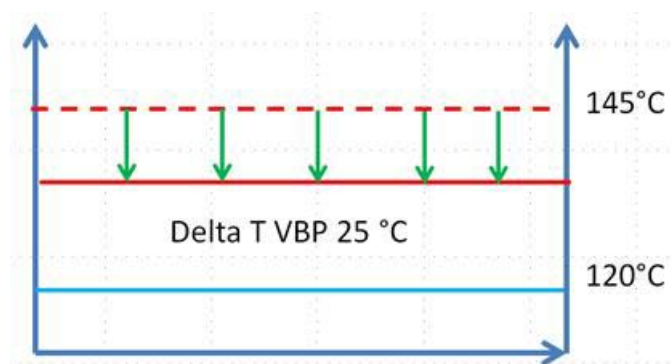


Ilustración 3 Delta T con vapor de Baja

Delta T con vapor de media presión: 76°C

REBOILER AGUAS AGRIAS II

Mariano Hirschegger. Empresa YPF. Correo electrónico mariano.hirschegger@ypf.com.

Agustín de la Torre. Empresa YPF. Correo electrónico agustin.delatorre@ypf.com.

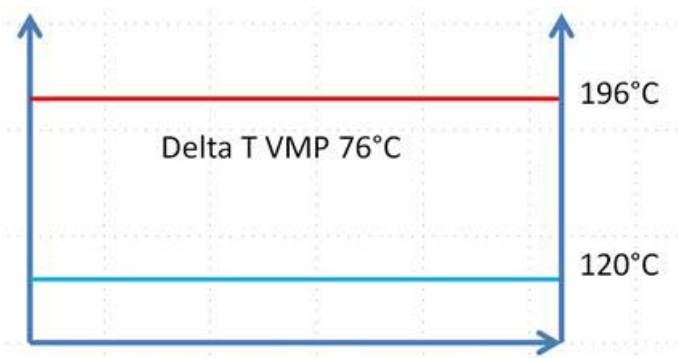


Ilustración 4 Delta T con vapor de media

NOTA: al ser una condensación del lado caliente y una evaporación del lado frío, el delta T se calcula como un delta aritmético y no logarítmico.

DEMANDA DE ÁREA ADICIONAL POR USAR VAPOR DE BAJA PRESIÓN

Partiendo de la afirmación de que el calor entregado en ambos casos debe ser igual

$$Q(\text{vmp}) = Q(\text{vbp})$$

Donde $Q(\text{vmp})$ calor intercambiado con Vapor de media presión y $Q(\text{vbp})$ calor intercambiado con Vapor de baja presión

$$U \times A_1 \times \Delta T_1 = U \times A_2 \times \Delta T_2$$

Los subíndices 1 indican la condición con vapor de media presión y Los subíndices 2 indican la condición con vapor de baja presión

Considerando U constante

$$A_1 \times \Delta T_1 = A_2 \times \Delta T_2$$

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}$$

Reemplazando y resolviendo

$$A_2 = 3.04 \times A_1$$

REBOILER AGUAS AGRIAS II

Mariano Hirscheegger. *Empresa YPF*. Correo electrónico mariano.hirscheegger@ypf.com.

Agustín de la Torre. *Empresa YPF*. Correo electrónico agustin.delatorre@ypf.com.

Se puede observar que por el cálculo térmico se requiere un área 3 veces mayor cuando se utiliza vapor de media presión.

SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA

Por lo mencionado anteriormente, se observa que es necesario contar con un área de transferencia 3 veces mayor cuando se opera con vapor de baja a cuando se opera con vapor de media. Es por esto, que se decidió cambiar de intercambiadores casco y tubos a intercambiadores de placas, ya que existe una limitación espacial en la planta.

La tecnología de los intercambiadores de placas ofrecen las siguientes ventajas sobre los intercambiadores de casco y tubos.

- ✓ El coeficiente de transferencia de calor U es más alto, ya que el Número de Reynolds es mayor, esto trae aparejado una disminución del área de transferencia. Para el mismo servicio el U limpio para un intercambiador de placas es de **4312 W/m²K** mientras que el U limpio para el intercambiador de casco y tubos es de **1860 W/m²K** (*Datos extraídos de la Hoja de datos del intercambiador de casco y tubos original y hoja de datos del intercambiador de placas*).
- ✓ Se desarrollan superficies de transferencia mayores en equipos más compactos que los intercambiadores de casco y tubos.
- ✓ El ensuciamiento del equipo es menor, debido a que el fluido circula a altas velocidades, con un régimen de flujo turbulento.

REBOILER AGUAS AGRIAS II

Mariano Hirschegger. Empresa YPF. Correo electrónico mariano.hirschegger@ypf.com.

Agustín de la Torre. Empresa YPF . Correo electrónico agustin.delatorre@ypf.com.

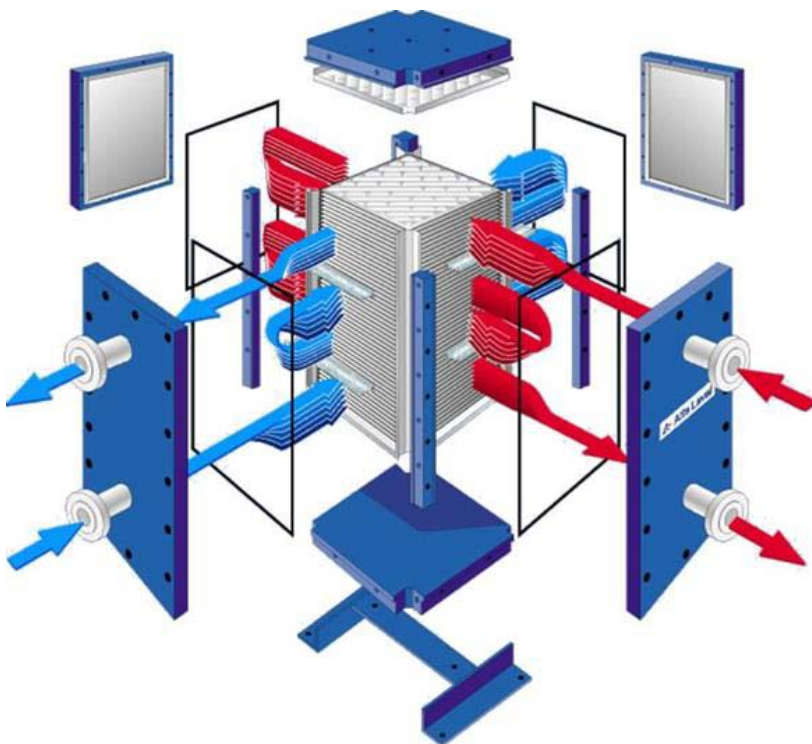


Ilustración 5 Esquema de funcionamiento intercambiador de placas

LIMITACIONES EN LA OPERACIÓN

- ✓ El caudal mínimo con el que se puede operar de ambos lados es el 20% del caudal de diseño según recomendación del fabricante.
- ✓ El corte del flujo de uno de las dos corrientes en operación puede dar lugar a evaporación o condensación parcial, y si esta operación se repite sucesivamente el equipo puede sufrir daños.
- ✓ A diferencia de la mayoría de los intercambiadores de calor, los intercambiadores de placas debe tener una presión diferencial mínima de alrededor de 2 (kg/cm²) (29 psi) entre las presiones de funcionamiento de cada circuito.
- ✓ Presiones de trabajo idénticas en los dos circuitos puede provocar que el paquete de placas se comportan como un acordeón, con la creación de la fatiga, con el riesgo de disminuir su vida útil.
- ✓ En general, cuanto mayor sea la diferencia de presión entre los dos circuitos mejor, dentro del rango de las presiones de diseño.

ESQUEMAS DE CONTROL

El esquema de control instalado, lo que se busca controlar es la temperatura de fondo, variando la presión de entrada al equipo(Ilustración 6)

REBOILER AGUAS AGRIAS II

Mariano Hirschegger. *Empresa YPF*. Correo electrónico mariano.hirschegger@ypf.com.

Agustín de la Torre. *Empresa YPF*. Correo electrónico agustin.delatorre@ypf.com.

Al variar la presión de entrada, varía la temperatura de equilibrio y a su vez, varía el Delta T entre la corriente de proceso y el fluido calefactor. Al variar el delta T, varía el área requerida para mantener la temperatura de fondo en el valor de set point. Actualmente el reboiler de placas instalado cuenta con esta configuración.

La descarga del condensado se realiza con trampas de vapor, asegurando de esta forma que toda la condensación se realice en el equipo.

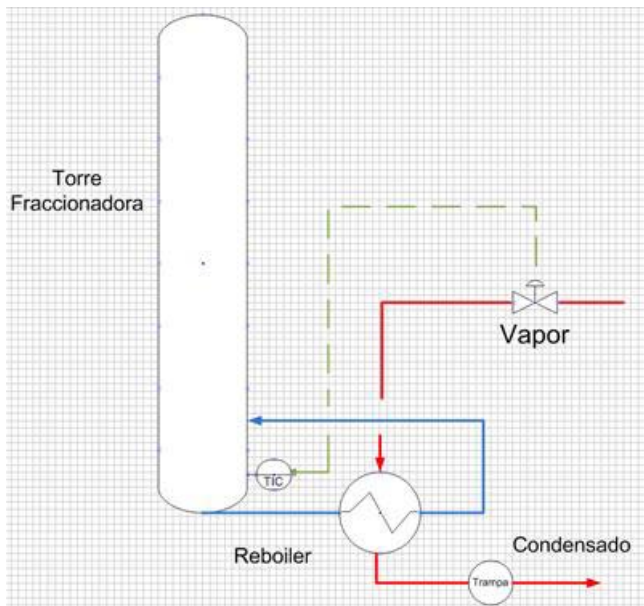


Ilustración 6 Control de reboiler

DATOS IMPORTANTES PARA IMPLEMENTAR ESTA CONFIGURACIÓN

- 1) No se recomienda para presiones de vapor bajas, ya que el delta T entre el fluido de proceso y el de servicio se hace muy chico y consecuentemente se requieren áreas muy grandes.
- 2) La descarga de condensado debe tener la suficiente presión para vencer la pérdida de carga al tanque.
- 3) La instalación es más sencilla y económica que la anterior.
- 4) La tasa de falla de una trampa de vapor es muy elevada, y consecuentemente se debe para el equipo para repararla o montar una trampa de vapor spare.

REBOILER AGUAS AGRIAS II

Mariano Hirschegger. *Empresa YPF*. Correo electrónico mariano.hirschegger@ypf.com.

Agustín de la Torre. *Empresa YPF*. Correo electrónico agustin.delatorre@ypf.com.

MANTENIMIENTO

LIMPIEZA QUÍMICA

La limpieza química del equipo se realiza con ácido fosfórico al 10 % P/P a una temperatura de 60°C. El equipo para realizar esta operación consiste en una bomba que aspira de un reservorio donde está la solución calefaccionada con una resistencia y se hace recircular por el interior del equipo. Este proceso según recomendación del licenciataria debe realizarse por 4 hs. y después realizar una limpieza mecánica para remover los sólidos desprendidos.

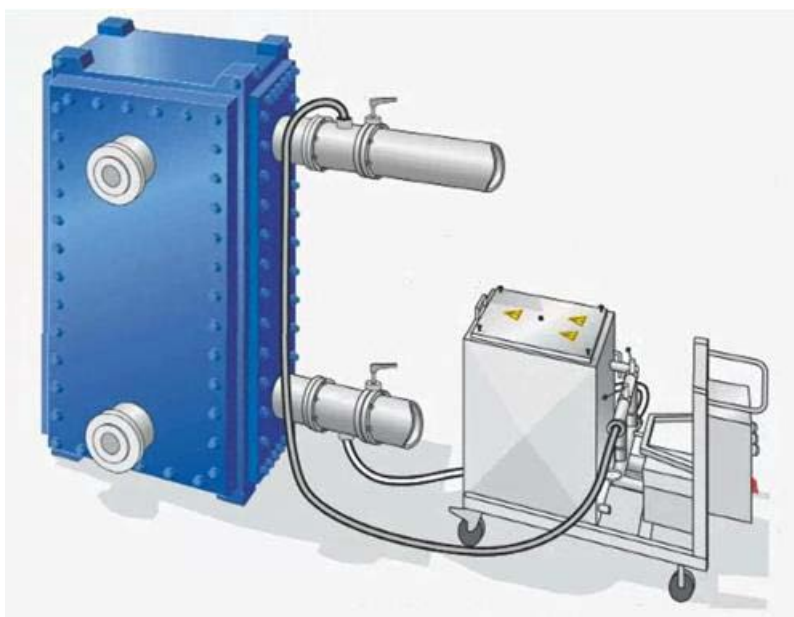


Ilustración 7 Limpieza química

En el caso del equipo instalado en Luján de Cuyo, los depósitos son en su mayoría sulfuro de hierro proveniente de la corrosión de líneas. Este sulfuro de hierro al ponerse en contacto con el ácido fosfórico, desprende pequeñas cantidades de SH_2 .

REBOILER AGUAS AGRIAS II

Mariano Hirschegger. *Empresa YPF*. Correo electrónico mariano.hirschegger@ypf.com.

Agustín de la Torre. *Empresa YPF*. Correo electrónico agustin.delatorre@ypf.com.



Ilustración 8 Limpieza química

LIMPIEZA MECÁNICA

Cuando no es posible realizar limpieza química del equipo, existe como alternativa la posibilidad de realizar limpieza mecánica, mediante máquina de alta presión. Para ello es necesario remover las tapas laterales del fluido frío y/o caliente, según se requiera.

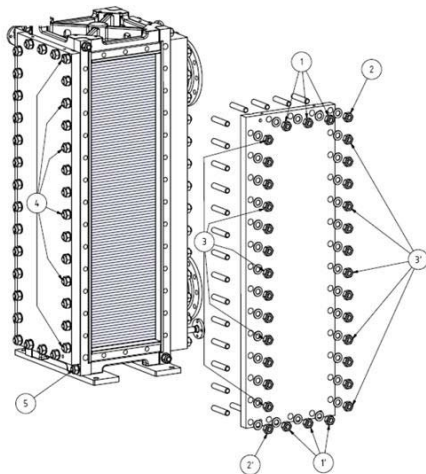


Ilustración 9 Desarme

REBOILER AGUAS AGRIAS II

Mariano Hirschegger. *Empresa YPF*. Correo electrónico mariano.hirschegger@ypf.com.

Agustín de la Torre. *Empresa YPF* . Correo electrónico agustin.delatorre@ypf.com.



Ilustración 10 Ensuciamiento

La limpieza mecánica puede realizarse con vapor o con agua a alta presión, hasta 1000 bares como máximo.



Ilustración 11 Limpieza mecánica

Es importante que la lanza se oriente en forma paralela a las celdas, a 45° respecto de la parte frontal del equipo, a los efectos de lograr una limpieza eficiente y no dañar las placas.

REBOILER AGUAS AGRIAS II

Mariano Hirschegger. Empresa YPF. Correo electrónico mariano.hirschegger@ypf.com.

Agustín de la Torre. Empresa YPF . Correo electrónico agustin.delatorre@ypf.com.

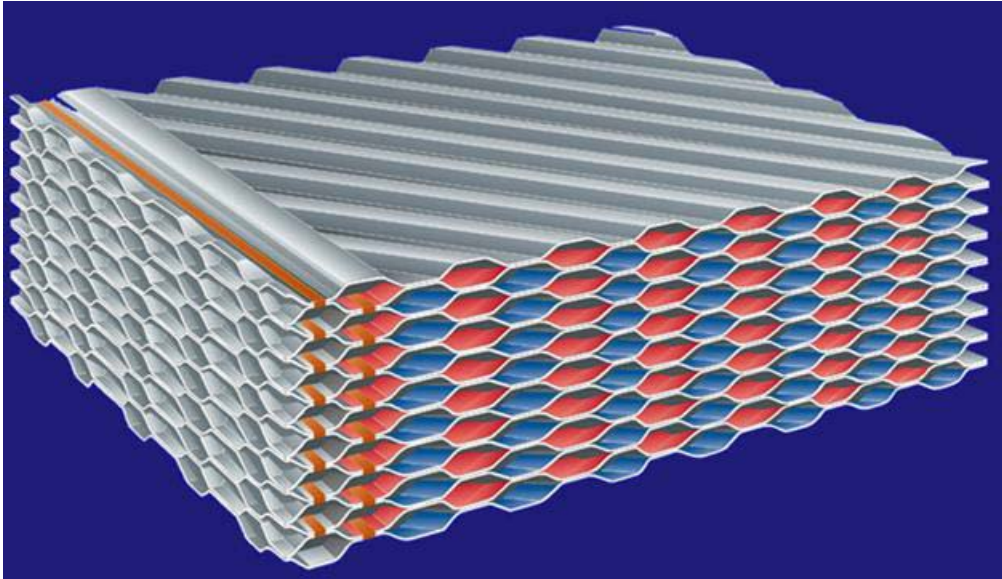


Ilustración 12 Detalle constructivo

Una vez finalizada la limpieza mecánica con máquina de alta presión, se debe drenar todo el líquido remanente inclinando levemente el equipo hacia adelante.

Luego se deben colocar juntas nuevas, montar las tapas, colocar las tuercas y ajustar de acuerdo a la tabla de torque correspondiente.

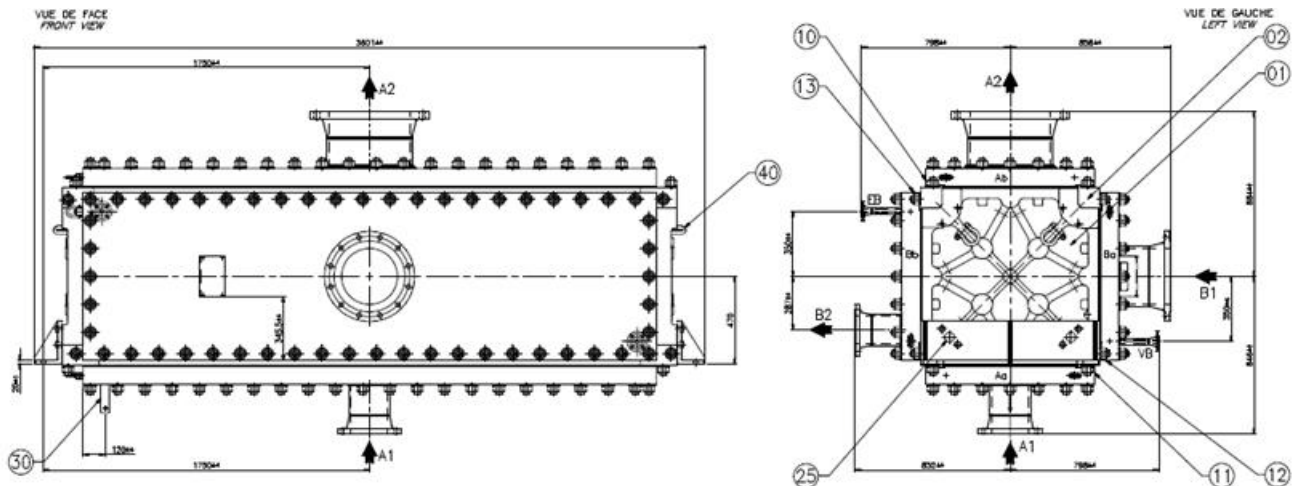


Ilustración 13 Conjunto general

REBOILER AGUAS AGRIAS II

Mariano Hirscheegger. *Empresa YPF*. Correo electrónico mariano.hirscheegger@ypf.com.

Agustín de la Torre. *Empresa YPF*. Correo electrónico agustin.delatorre@ypf.com.

CONCLUSIONES LUEGO DE LA PUESTA EN MARCHA

El equipo se puso en servicio en marzo del año 2012, desde esa fecha hasta hoy se pueden sacar las siguientes conclusiones.

- ✓ La puesta en marcha del mismo es bastante más delicada que la acostumbrada en los intercambiadores casco y tubos, ya que hay que cuidar que el delta P entre el lado caliente y frío se mantenga.
- ✓ Una vez fuera de servicio, se realizó una limpieza mecánica para remover la suciedad. Cuando se volvió a montar no recobró las condiciones originales de operación. Esto advierte que la limpieza mecánica no es satisfactoria 100%.
- ✓ Las juntas del equipo las provee el licenciatario, con sede en el exterior del país, con lo cual los plazos de importación de las mismas son muy elevados y consecuentemente el equipo presenta una disponibilidad muy reducida.
- ✓ La limpieza química requiere manejo de insumos peligrosos y consecuentemente personal calificado para la manipulación. Si bien el procedimiento propone realizar la limpieza química in situ, esta no se puede realizar de esta forma por dos motivos:
 - 1) No se pueden manipular los químicos de la operación por estar en áreas clasificadas, por tanto es necesario trasladarlo a un sector destinado apto para este fin.
 - 2) Luego de la limpieza química es necesario realizar una limpieza mecánica para remover lo desprendido. Esta limpieza mecánica se debe realizar en una posición distinta a la que está montado el equipo. Consecuentemente por esto el equipo debe ser desmontado.
- ✓ El procedimiento de limpieza química genérico que propone el licenciatario, no se adapta a las particularidades de cada proceso. Es por esto que se debió trasladar el equipo su taller para realizar pruebas y así poder confeccionar un procedimiento específico para esta aplicación en particular.
- ✓ El complejo industrial Lujan de Cuyo cuenta con tres plantas de aguas agrias que toman la misma carga de un tanque. De las tres plantas, dos tienen reboiler de casco y tubos y en la planta restante el reboiler es de placas. Ante un evento de ensuciamiento fuera de lo normal en la carga, la planta con el reboiler de placas quedó fuera de servicio mientras que las otras dos funcionaron normalmente.

REBOILER AGUAS AGRIAS II

Mariano Hirschegger. *Empresa YPF*. Correo electrónico mariano.hirschegger@ypf.com.

Agustín de la Torre. *Empresa YPF*. Correo electrónico agustin.delatorre@ypf.com.

- ✓ El esquema de control propuesto por el licenciatario no es adecuado para niveles bajos de presión.
- ✓ El periodo de repago de la inversión fue de 5 meses, por lo que económicamente es viable. La carga de mantenimiento anual económicamente también lo es.
- ✓ El intercambiador de casco y tubos se interviene cada 6 meses en promedio y el intercambiador de vapor de placas, cuando se instaló duró 8 meses en servicio. Hay que destacar que el nunca volvió a su condición original, por tanto los periodos entre intervención se fueron reduciendo cada vez más, hasta llegar a 3 meses entre intervención e intervención.

CONCLUSIÓN GENERAL

Si bien se logró el ahorro esperado y en los primeros 5 meses se amortizó la inversión realizada, la eficiencia del equipo nunca volvió a ser la de diseño, debido al ensuciamiento remanente que queda luego de cada intervención ya que no es posible acceder al interior de las placas por la geometría de las mismas.

YPF considera que esta tecnología no es adecuada para fluidos sucios o que generen algún tipo de incrustación. El costo de mantenimiento comparado con un intercambiador de carcasa y tubo es significativamente superior ya que este último requiere aproximadamente un 30% del tiempo necesario comparado con el intercambiador de placas.

REBOILER AGUAS AGRIAS II

Mariano Hirschegger. *Empresa YPF*. Correo electrónico mariano.hirschegger@ypf.com.

Agustín de la Torre. *Empresa YPF* . Correo electrónico agustin.delatorre@ypf.com.

BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

- ✓ Norman Lieberman “*troubleshooting process operations*”
- ✓ Tablas de vapor de Spirax Sarco.
- ✓ Aspen HYSYS.
- ✓ Manual licenciatario del equipo.
- ✓ Norma TEMA.

CURRICULUM VITAE

Nombre: Mariano Hirschegger

Título y lugar de estudio: Ingeniero electromecánico egresado de la Universidad Tecnológica Nacional. Facultad regional Mendoza.

Cargo actual: Ingeniero de Mantenimiento

Nombre: Agustín de la Torre

Título y lugar de estudio: Ingeniero Químico egresado de la Universidad Tecnológica Nacional. Facultad regional Mendoza.

Cargo actual: Ingeniero de Procesos.

REBOILER AGUAS AGRIAS II

Mariano Hirschegger. *Empresa YPF*. Correo electrónico mariano.hirschegger@ypf.com.

Agustín de la Torre. *Empresa YPF* . Correo electrónico agustin.delatorre@ypf.com.