

# Universidad Nacional de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA  
DE PETRÓLEO Y PETROQUÍMICA



## “ DECOQUIFICACION DEL HORNO DE PUCALLPA ”

**T E S I S**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Petroquímico

**LUIS GUILLERMO LEM ARCE**

PROMOCION 1972 - 1

**LIMA • PERU • 1979**

## S U M A R I O

El objetivo de la operación de decoquificado, con vapor y aire en el horno de Pucallpa es realizar una limpieza interna de los tubos; debido a la dificultad que existe para hacerlo en forma mecánica, por ser un serpentín completamente cerrado con codos en U. que imposibilita el trabajo mecánico.

Para efectuar el decoquificado con vapor-aire se han utilizado como base los datos bibliográficos que se tienen de la materia hasta la fecha. La técnica empleada es un compendio de las experiencias que se tienen de Brasil, Francia y la recomendación de la Econo-Therm para el horno de la Refinería de Pucallpa.

## A N T E C E D E N T E S

La refinería Pucallpa fué instalada en el año 1966, habiendo sido diseñada y construída por la Litwin Engineering Company para la Sinclair International Oil Co., a fin de procesar el crudo de Agua Caliente que se explotaba en el Departamento de Huánuco con un °API = 41 completamente libre de sal; luego con la transferencia a PETROPERU se empezó a procesar crudo Maquia con un °API = 37, de menos base parafínica que Agua Caliente, pero sin observarse cambios en la operación y equipo de la planta.

En mayo del año 1974, se procesó el crudo Trompeteros produciéndose deposiciones de sal en el fondo del tanque de Industrial N° 6. En la inspección de noviembre del mismo año se encontraron cuatro tubos del horno con una capa de sedimento de 1/2 plg. de espesor, por lo cual fueron cambiados por nuevos. La refinería continuó operando hasta junio de 1975 fecha en que se realizó una parada general de mantenimiento, encontrándose que los tubos estaban normales.

En octubre del año 1975, se inició la inyección del crudo Shiviayacu con un API = 31 y contenido de sal con un promedio de 8 ptb., luego en el mes de diciembre del mismo año se realizó otra inspección, encontrándose los tubos quemados y un ligero pandeo de los tubos más afectados, haciéndose necesario la programación para el cambio total de los tubos del horno.

En el mes de mayo de 1976 se efectuó el cambio de 28 tubos de la zona de radiación y 8 tubos de la zona de convección, de los cuales 24 tubos son de acero 5 Cr. 1/2 Mo y 12 tubos son de acero ASTM 106 Gr. B.

Se tiene como referencia del mes de julio de 1975 al mes de abril de 1976, 12 paradas por falla de los grupos electrógenos y paralelamente el procesamiento de crudo Shiviayacu, observándose a partir de junio 1976 temperaturas anormales tanto en los tubos como en la cámara de combustión, lo que era indicativo de la deposición de sedimento.

Se tiene referencia que del mes de mayo a agosto de 1976, se produjeron 6 paradas por fallas de fluido eléctrico.

En noviembre 14 - 1976 se realizó una limpieza del equipo con inyección de aire y vapor para producir la combustión del carbón. Como resultado se obtuvo un buen despojamiento del sedimento interno, aunque al cortarse un tubo de referencia se encontró 1/4" de espesor de una capa impregnada en el interior de la pared de los tubos, teniéndose que cambiar 4 tubos de la zona de radiación.

En febrero 14 - 1977, se tuvo que efectuar nuevamente el proceso de steam-air decoking por el incremento de temperaturas en la pared de los tubos, debido al sedimento depositado para poder alargar la vida de los mismos hasta que se solucione integralmente este problema, que consistiría en la instalación de un grupo electrógeno de emergencia, cambio total de los tubos del horno y limpieza de los tanques que tienen niveles anormales de borra.

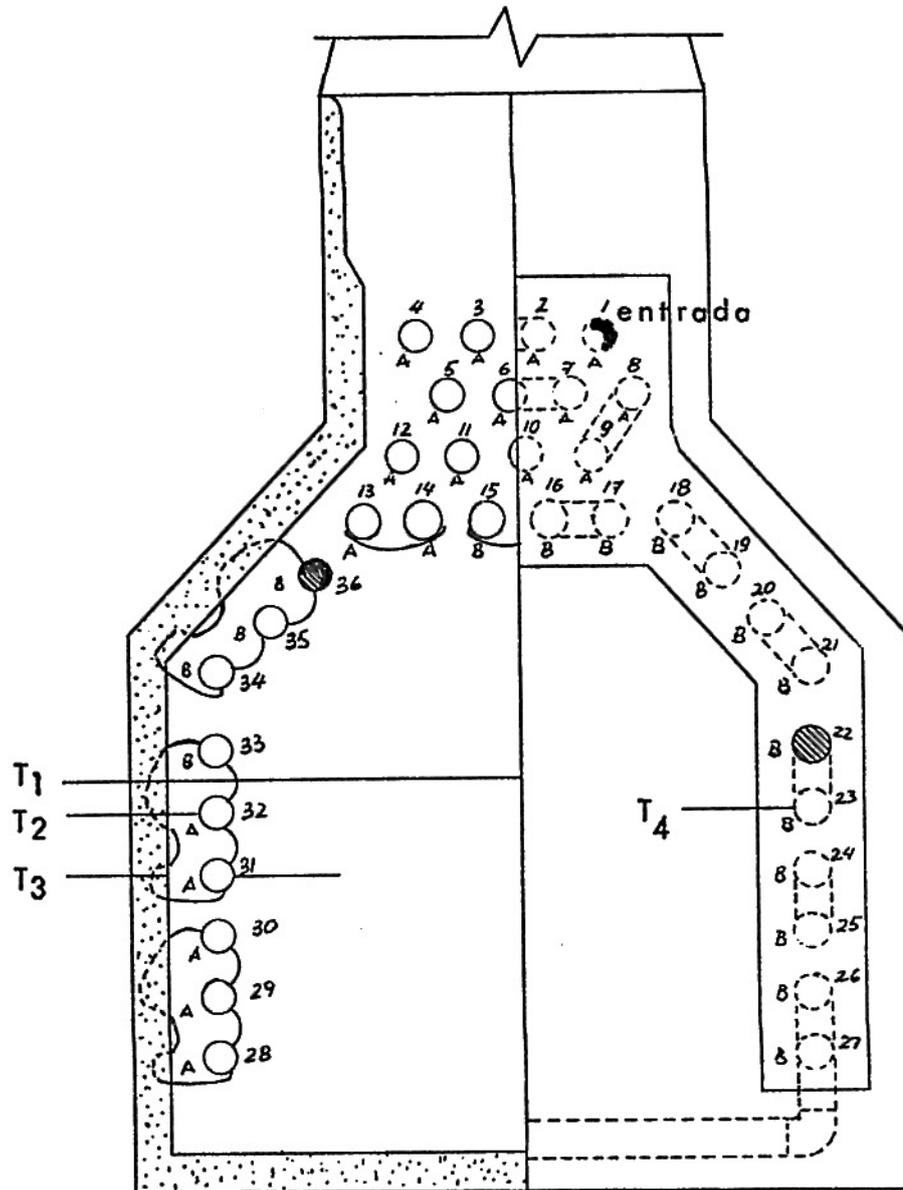
D E S C R I P C I O N D E L  
H O R N O

La Refinería Pucallpa cuenta con un horno horizontal, diseñado por la Econo-Therm Corporation para procesar 2,500 BPD de crudo Agua Caliente, con una cabina para una carga calórica de 9.5 MMBtu/Hr. y eficiencia 77%, tiene 2 zonas de transferencia de calor, una de radiación de 28 tubos con una superficie de 725 Ft<sup>2</sup> y una de convección de 8 tubos con una superficie de 207 Ft<sup>2</sup> y superficie extendida de 2,050 Ft<sup>2</sup>.

El serpentín del horno es del tipo de cabezales soldados de material acero carbón A 106 Gr. B.

Los quemadores se encuentran uno a cada lado de los extremos del serpentín, diseñados para quemar Fuel Oil # 4 de gravedad API = 24°.

## DIAGRAMA FRONTAL DEL HORNO DE PUCALIPA



TUBOS CORTADOS 36 Y 22

- A = ACERO AL CARBONO
- B = 5 CROMO MEDIO MOLIBDENO
- T = TERMOCUPLAS

## EQUIPO UTILIZADO

- Vapor: El flujo recomendado es 18 Lbrs./sec./ft<sup>2</sup> durante la operación de decoquificado y 6 Lbrs./sec./ft<sup>2</sup> cuando se desea enfriar el serpentín.
- Aire: El flujo recomendado es de 1.2 Lbr./sec./ft<sup>2</sup>, cuando la cantidad de aire con la que se cuenta es menor, esta relación aire-vapor que se utilizará para el quemador es menor.
- Instrumentos: Medidores de flujo para el vapor y aire. Indicadores de presión para vapor y aire. Instalación de termo cuplas en los siguientes puntos:
  - a) Cámara de combustión (centro de la zona de radiación).
  - b) Salida del vapor.
  - c) Salida de gases en la chimenea.
  - d) Tubo 31.
  - e) Tubo 32.
  - f) Tubo 23.
- Equipo: Un Saca-muestra de coque.  
Un enfriador de vapores.

NOTA: Sería recomendable considerar la toma de temperatura en uno de los tubos de la zona de convección (tubo # 8).

## OPERACION DE DECOQUIFICADO

El diagrama A del apéndice, indica a través de un dibujo iso métrico el equipo utilizado en la refinería Pucallpa.

### PROCEDIMIENTO DE LA DECOQUIFICACION CON AIRE Y VAPOR

#### a) Descripción

Este sistema se aplica en la limpieza de tubos de hornos empleando como agentes el aire y vapor.

El oxígeno del aire, es el principal agente requerido para remover el coque del serpentín, el vapor también tiene un importante rol, mientras el aire es el soporte de la combustión del coque, el vapor actúa como enfriador y además como un diluyente del oxígeno, ayudando a prevenir el excesivo quemado del coque y sobrecalentamiento de los tubos. Así mismo ayuda a reducir el tiempo requerido para una decoquificación, actuando como diluyente, permitiendo utilizar más oxígeno ya que enfría y protege la pared del metal en el área de quemado.

#### b) Operación previa

Los tubos se vaporizaron para desplazar todos los hidrocarburos. El horno se aisló con platos ciegos del resto de los equipos, luego se lavó con agua 1 hora hasta que salió completamente limpia y se drenó al desagüe.

#### c) Fragmentado

1 - Se elevó la temperatura del horno entre (1,000°F - 1,200°F), se mantuvo un barrido con vapor (13 horas) hasta introducir el aire. Para poder llegar a las temperaturas indicadas, se tuvo que prender los quemadores con diesel é incrementar la temperatura de la cámara de combustión a razón de 300-350°F/hr.

- 2 - Se comenzó a cerrar el d mper del horno, pero controlando cualquier exceso de presión dentro del mismo y regulando quemadores simultáneamente. Cuando se estaba incrementando la temperatura en el horno, se aumentaba el flujo de vapor hasta el inicio del fragmentado (1,100 F).
- 3 - Se trató de no superar los 1,000 F en la salida del serpentín, 800 F en la chimenea y 1,250 F en los tubos.  
Para inducir el fragmentado se emplearon las siguientes pautas:
  - a) abrir y cerrar la válvula de vapor variando el volumen de flujo.
  - b) se bajaba la temperatura de la cámara de combustión entre 200 - 250 F.
  - c) inversión del flujo de vapor en el serpentín del horno.
  - d) inyección de pequeñas cantidades de aire durante 5 minutos.
- 4 - El agua condensada presentó un color lechoso al iniciarse el fragmentado, luego a las 35 m.m. cambi  a un color gris   negro.
- 5 - Después de que el fragmentado comenzó, el flujo de vapor se redujo de 4,100 lbr/hr a 2,800 lbr/hr., para prevenir la erosión de los tubos. El tamaño de las partículas de coque encontradas oscilaban entre 1/64" a 1/8". La operación del ingreso del volumen de vapor se hizo en forma visual a criterio del operador, determinando las cantidades más convenientes.

d) Quemado

Antes de iniciar el quemado del coque se redujo la temperatura del horno en unos 250 F y el volumen del vapor se bajó hasta aproximadamente un 1/3 del total, luego se inyectó el aire lentamente.

La temperatura de los tubos se trataba que no excedieran de los 1,250°F, controlando la relación vapor-aire para obtener un máximo quemado del coque.

La relación de vapor-aire utilizado fué a través del color de los tubos y la temperatura de éstos. Conforme el quemado se había iniciado dentro de los tubos, se observó un tramo con color cereza de más ó menos 1.5 pies de longitud.

Durante el quemado se controló de la siguiente manera:

- a) Aumento periódico del flujo de vapor.
- b) Reducción del aire.
- c) Reducción del combustible al horno.
- d) Mantener un análisis continuo del CO<sub>2</sub> que dió inicialmente 8% de CO<sub>2</sub>, hasta salir solo oxígeno, comprobándose con una leña encendida.

Al terminar el decoquificado se cortó el aire y los fuegos apagados, manteniéndose un volumen de vapor hasta que se enfrió el horno, luego el serpentín fué lavado con agua antes de realizar la prueba hidrostática.

#### PRECAUCIONES

- 1 - Antes de encender los fuegos del horno se procedió a inyectar lentamente vapor, para el purgado de los gases de hidrocarburos.
- 2 - Se elevó la temperatura del horno lentamente de tal manera que se obtuvo una distribución pareja del calor en todo el equipo.
- 3 - Se ajustó la válvula de vapor en la entrada del horno a una presión de 35 a 45 psig.
- 4 - La presión del aire se reguló de tal manera que excedía a la del vapor en 10 psig, cuando el quemado se realizaba en la zona de convección y 25 psig cuando el quemado se realizaba en la zona de radiación.

- 5 - El d mper se cerró hasta un 15% de abertura, tratando de no crear exceso de presión en la cámara de combustión. Esto permitió obtener una buena distribución de calor a través del equipo, previniendo el aumento de temperatura en la zona de convección.

El damper se cerró de 50% a 15% recién cuando la temperatura en la cámara de combustión llegó a 900 F.

- 6 - Es importante mantener la mínima temperatura posible a la cual la combustión es factible de continuar.
- 7 - La temperatura de los tubos en los que la combustión está teniendo lugar no debe exceder de 1,350 F.
- 8 - Durante el quemado, se debe cortar el aire y purgar el ser\_pent n con vapor durante 15 minutos.
- 9 - El sistema de la operación de decoquificado debe ser realizado con la asistencia de una persona de experiencia previa para la mejor aplicación de las técnicas involucradas.

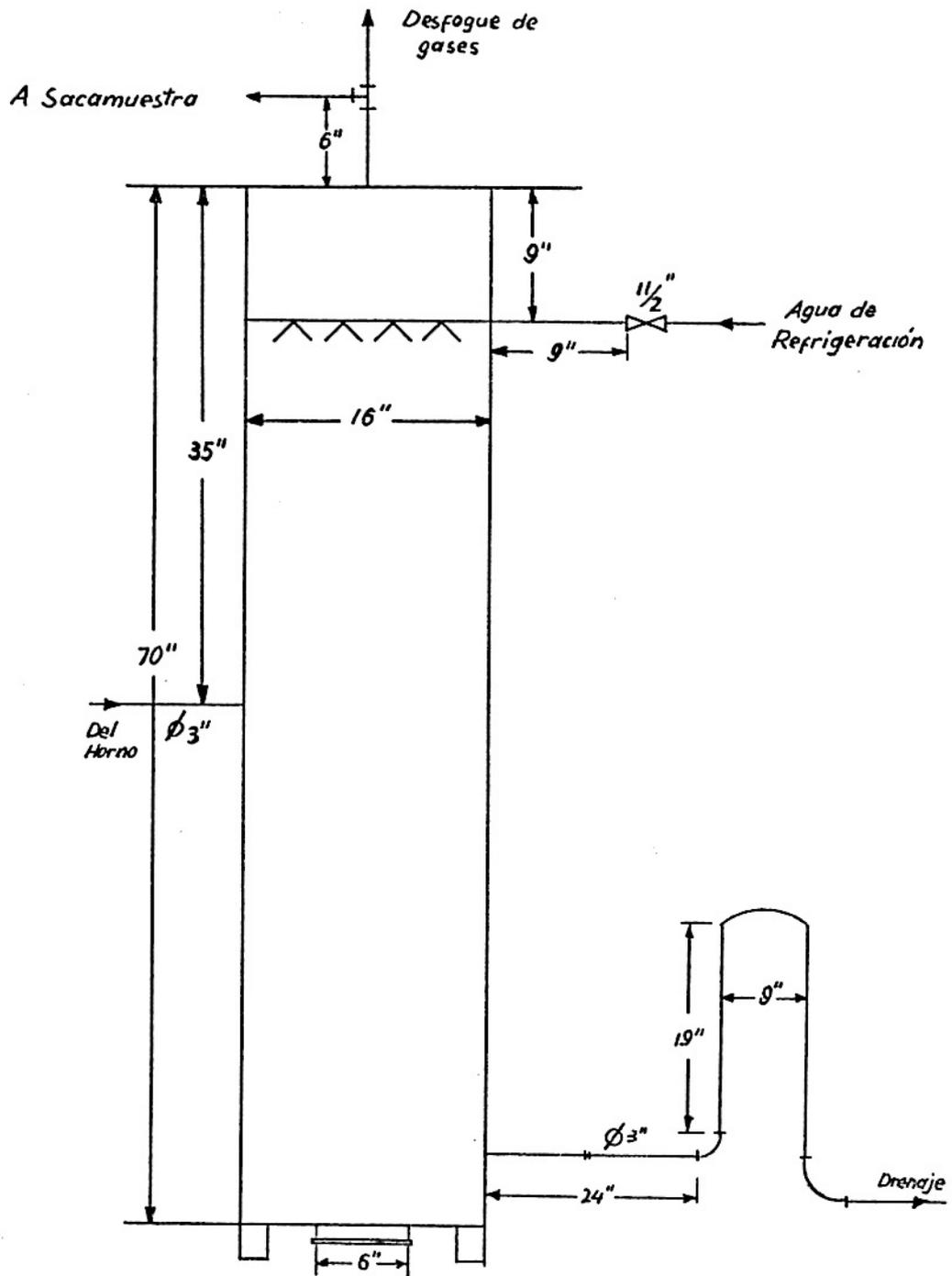


DIAGRAMA DEL SEPARADOR DEL EQUIPO DE DECOQUIFICADO

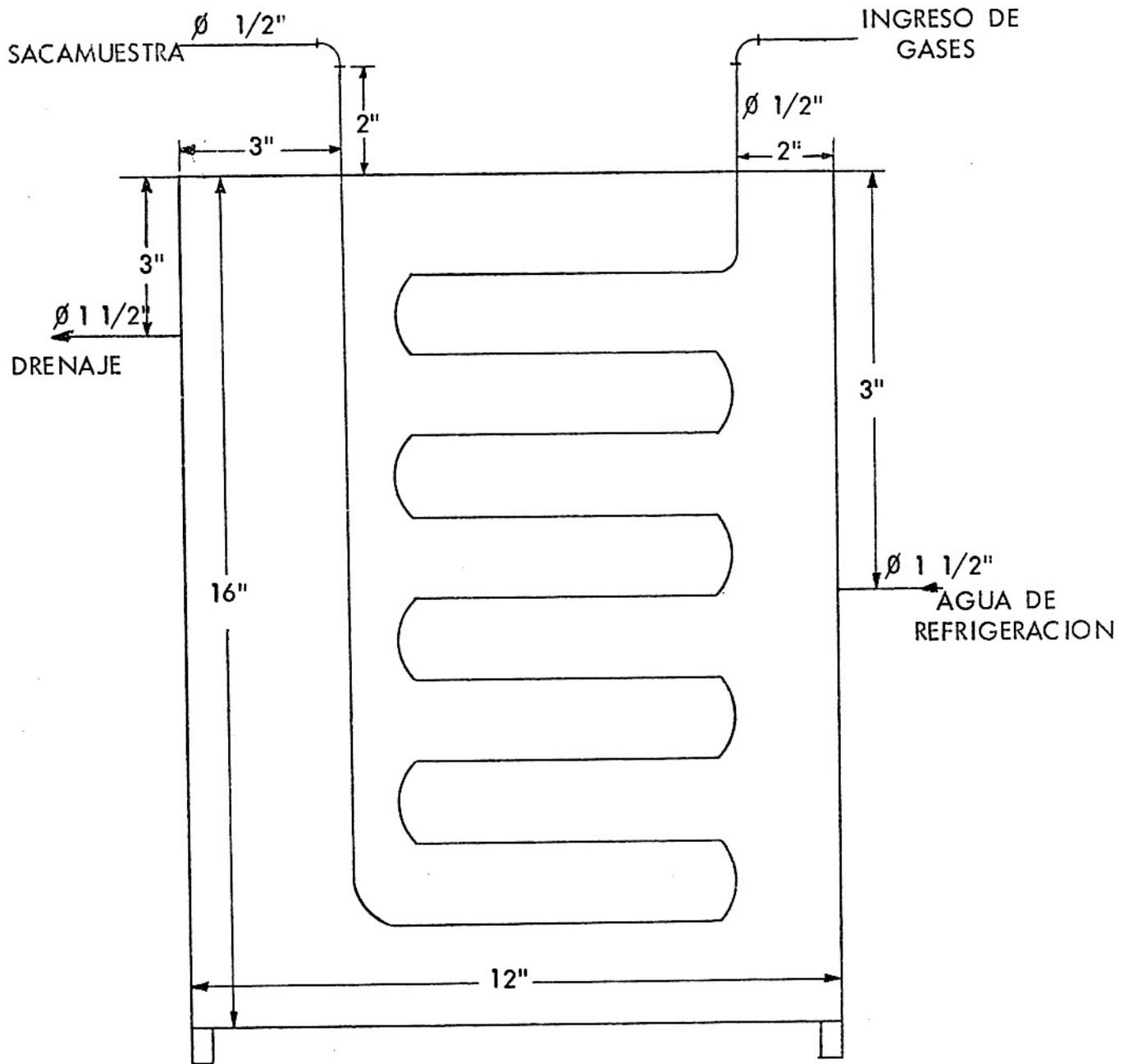


DIAGRAMA DEL TOMAMUESTRA DEL EQUIPO DE DECOQUIFICADO

R E S U L T A D O S   D E L  
D E C O Q U I F I C A D O

- 1 - Los resultados obtenidos tanto durante las operaciones como después de ellas, nos confirman que el horno ha contenido apreciable volumen de coque y que la operación de limpieza con aire y vapor se ha realizado en forma correcta. (Datos en el Apéndice).
- 2 - El espesor de los tubos por inspección, ha demostrado muy poca variación, determinándose que no fué afectada la estructura metálica por erosión.
- 3 - En la inspección del interior de los tubos después de la operación de decoquificado con vapor-aire, se observó que quedaba un material con un espesor de 3/16" impregnado a la pared interior del tubo.
- 4 - La temperatura en la pared de los tubos y gases de chimenea han tenido una baja considerable de temperatura, al trabajar con la misma severidad antes de la operación.

El decremento es el siguiente:

AT° F	Tubo #	32 (5 Cr. 1/2 Mb)	444
"	"	# 31 (Acero-carbono)	239
"	"	Gases de chimenea	185

- 5 - La variación de las condiciones de operación está indicado en el apéndice B.

## C O N C L U S I O N E S

- 1 - El sistema de limpieza del interior de los tubos del horno de la Refinería Pucallpa por medio de aire y vapor, a través de las operaciones de Spalling (fragmentado) y quemado (combustión del carbón) ha demostrado aliviar la carga calórica absorbida por el serpentín, lo que incide en un alargamiento de la vida de los tubos aún cuando no se ha obtenido una limpieza completa, debido presumiblemente al espesor considerable del coke ó calidad del sedimento.
- 2 - La operación bajo los resultados demostrados por la inspección de los tubos antes y después de la limpieza, no afectan el material en su espesor y especificaciones.

## R E C O M E N D A C I O N E S

- 1 - Antes de pasar al quemado con aire se debe de completar la operación de fragmentado, para poder desalojar el mayor volumen de coque, sin poner en peligro los tubos.

Así mismo ayuda al quemado por este un procesamiento de poca eficiencia cuando el espesor de coque en el interior de los tubos es grande.

- 2 - Se deberá diseñar un buen control de presiones y flujos de ingreso de vapor y aire para una buena operación.
- 3 - El quemado se debe dar por finalizado al denotar en forma cualitativa (leña encendida), que en la boca del saca muestra salga sólo oxígeno.
- 4 - Antes de realizar la limpieza se deberá tomar una muestra representativa del sedimento, a fin de proceder el análisis cualitativo, para desechar la posibilidad de que existan sales y cal.
- 5 - La temperatura en el tope de la sección radiante debe ser chequeada durante el quemado. Esta temperatura debe ser casi de 400°F al iniciarse, luego de 700°F a casi 950°F. Si el flujo de vapor en los tubos se corta por alguna razón, la temperatura en el tope de la zona radiante se debe mantener en 770°F.
- 6 - Realizar los cambios de dirección de flujo en forma metódica, a fin de que el horno no quede en ningún momento sin inyección de vapor.

## A P E N D I C E

### DESCRIPCION DE LA OPERACION EN EL HORNO H-101 PUCALLPA

Las operaciones se iniciaron en la madrugada del 17-2-77.

- 2.50 Se inyectó agua al serpentín.
- 4.55 Se inyectó vapor al serpentín (5 vueltas valr. globo 3" Ø).
- 5.10 Se aumentó flujo de vapor al observarse, salida de coque (8 vueltas valr. globo 3" Ø).
- 6.05 Se cierra la válvula a 1 1/4 vuelta y se prende el segundo quemador saliendo el efluente de un color grisáceo oscuro.
- 6.20 Abre y cierra la válvula de 3/4 de vuelta a 1/8 de vuelta que alimenta vapor al serpentín.
- 6.55 Se regulan los quemadores para controlar llama y temperatura de los tubos.
- 7.50 Se abrió 3/4 válvula de vapor y cerró a 1/8 y 1/16 de apertura durante 8 veces produciendo pequeñas salidas de coque.
- 9.40 Se produjo cierre total durante 5 segundos (positivo).
- 10.45 Se regulan los quemadores para controlar la temperatura de los tubos.
- 11.50 Se baja temperatura y se realiza inversión de flujo positivo durante 4 veces.
- 13.40 Se baja temperatura apagando quemador, denotándose salida de coque.
- 13.50 Se aumenta temperatura y se invierte el flujo durante 4 veces dando resultados positivos.

- 15.40 Se baja la temperatura nuevamente de la cámara de combustión y se realizan inversiones de flujo cada 10 minutos dando resultados positivos, operación hecha durante 20 veces.
- 19.00 Se prenden quemadores regulándolos, se realizan inversiones de flujo, también aumento y disminución de flujo de vapor.
- 20.20 Se observa que ya no sale coque.
- 20.50 Se inició la inyección de aire con válvula abierta (180 ft<sup>3</sup>/min.) por espacio de 5 minutos, durante 8 veces, dando resultados positivos al observar en cada momento salida de coke.
- 22.31 Se comenzó el quemado con 1 vuelta de válvula, alimentación de aire.
- 23.13 Se aumentó flujo de aire.
- 23.15 Se realizó prueba cualitativa del CO<sub>2</sub>, dando resultados positivos al precipitarse en 28 segundos el carbonato de calcio.
- 00.00 Se sacó muestra para el aparato orsat detectándose 6% de CO<sub>2</sub>.
- 0.30 Se disminuyó el flujo de vapor para que se produzca un aumento de la temperatura de los tubos al mismo tiempo que aumentaba el aire para la combustión.
- El vapor en volumen grande puede producir erosión, afectando el metal en la parte interna de los tubos.
- 1.00 Se analizó muestra dando CO<sub>2</sub> = 8%.
- 1.35 Se aumenta vapor realizando inversión de flujo dando resultados positivos al salir coque fraccionado (se apegan quemadores a fin de no motivar imprevistos).

- 3.15 Se analiza muestra de gases CO<sub>2</sub> = 3%.
- 3.25 Se aumentó el flujo de vapor bajando la temperatura de los tubos y regulando quemadores, dando resultados positivos al observarse coque en el efluente de salida.
- 4.05 Se invierte flujo por 3 veces tratando de tener una presión de aire mayor que la de vapor en 20 psig.
- 4.30 Se aumenta volumen de aire; invirtiendo flujo hasta dar con resultados negativos.
- 5.30 Se apagan compresores y quemadores inyectando poco volumen de vapor, dando por terminado el proceso de decoquificado.

CONTROL DE TEMPERATURAS

<u>HORA</u>	<u>T.cc</u>	<u>T.23</u>	<u>T.32</u>	<u>T.31</u>	<u>T.s/h</u>	<u>T.ch</u>	<u>observaciones</u>
5.25	110	195	175	180	180	104	
5.30	95	200	185	185	175	112	
5.35	98	200	195	195	175	118	
5.40	110	215	200	200	200	154	
5.45	115	220	215	200	175	186	
5.50	115	225	225	200	180	202	
5.55	100	230	230	215	180	226	
6.00	110	245	250	225	180	264	
6.05	110	250	260	230	175	290	
6.10	115	355	390	285	285	342	
6.15	160	475	425	400	390	438	
6.20	195	560	565	460	435	482	
6.25	235	645	630	495	470	496	c.v.
6.55	465	795	785	695	625	592	R.Q
7.45	615	905	880	800	695	580	A.V
8.05	735	905	930	850	755	595	C.V
8.35	705	1030	1000	935	795	620	C.V
8.45	745	1040	1015	950	795	632	A.V
9.05	810	1060	1040	965	790	646	C.V
9.25	865	1075	1055	990	860	670	
9.35	880	1105	1080	1015	885	680	A.V
9.45	910	1115	1095	1030	905	674	variación de flujo
10.05	940	1155	1130	1065	930	652	R.Q
10.25	1180	1160	1145	1075	940	620	C.D a 17%

<u>HORA</u>	<u>T.cc</u>	<u>T.23</u>	<u>T.32</u>	<u>T.31</u>	<u>T.s/h</u>	<u>T.ch</u>	<u>observaciones</u>
11.50	1180	1105	1120	1055	390	610	Q.A (1)
12.00	1075	1070	1130	1035	440	620	Q.P
12.15	980	995	1025	905	550	725	Q.A
12.30	1085	1145	1130	1065	620	735	Q.A
12.40	995	960	1115	990	735	745	Q.P
13.00	910	1065	1045	970	725	805	
13.30	1060	1165	1165	1150	960	702	Q.A
13.40	1075	1175	1175	1120	980	682	
14.00	965	965	1025	895	585	654	A.V
14.30	1005	1100	1115	1020	495	720	
15.00	1060	1190	1165	1115	970	712	R.Q
15.30	975	1080	1080	1045	930	624	A.V
15.50	895	990	970	930	620	640	Q.P
16.30	830	950	875	845	680	712	
16.50	980	1090	1110	1060	770	684	
17.20	1090	1215	1235	1155	570	746	R.Q
18.00	1105	1235	1220	1165	975	754	Q.A
18.20	1020	1120	1130	1075	535	720	
19.00	1050	1165	1150	1085	550	752	R.Q
19.10	940	1000	1025	970	560	734	I.F
19.30	935	1020	1040	975	610	724	R.Q
20.10	930	1090	1065	1035	890	654	
20.50	870	950	930	800	810	750	Inició inyec. aire 5'
21.10	900	990	990	900	580	812	
21.30	945	1000	1050	950	815	796	

<u>HORA</u>	<u>T.cc</u>	<u>T.23</u>	<u>T.32</u>	<u>T.31</u>	<u>T.s/h</u>	<u>T.ch</u>	<u>observaciones</u>
21.40	985	1100	1065	1030	815	790	
22.00	945	1025	1015	975	685	754	R.Q
22.20	980	1120	1135	1060	775	764	
22.35	980	1090	1165	1075	715	758	Inicio Operac. Quemad.
23.00	980	1070	1145	1035	835	826	
24.00	1005	1100	1175	1065	855	882	C.D
00.25	1100	1165	1260	1145	830	898	
00.35	1100	1150	1225	1135	850	894	
00.50	1110	1170	1245	1145	850	910	
01.05	1120	1190	1260	1170	845	918	
01.20	1130	1190	1245	1165	825	922	
01.35	1120	1175	1250	1155	850	930	
01.50	1130	1195	1260	1165	845	930	
02.10	1135	1195	1260	1170	820	934	
02.30	1150	1220	1180	1185	855	942	Q.A
02.35	1120	1185	1265	1170	880	934	
02.55	1145	1200	1205	1140	760	912	
03.20	1165	1270	1290	1235	945	850	
03.40	1155	1275	1280	1235	910	800	
03.55	1155	1245	1250	1205	905	764	
04.10	1045	1110	1195	1135	600	760	
04.25	1120	1190	1195	1140	670	812	
04.45	1125	1230	1230	1165	785	804	
05.00	1135	1250	1255	1195	820	794	

<u>HORA</u>	<u>T.cc</u>	<u>T.23</u>	<u>T.32</u>	<u>T.31</u>	<u>T.s/h</u>	<u>T.ch</u>	<u>observaciones</u>
05.15	1115	1225	1220	1195	1195	710	
05.30	990	1135	1155	1110	530	650	
05.35	835	980	855	905	660	654	Terminó el quemado.
06.05	820	620	555	525	770	690	
06.40	740	490	335	320	730	648	
06.50	655	320	320	305	720	634	
07.20	585	285	255	250	615	566	

NOTA: Q.A = Quemador apagado  
Q.P = Quemador prendido  
R.Q = Regulando Quemador  
A.V = Abertura de válvula  
C.V = Cierre de válvula  
C.D = Cierre de damper  
T.cc = Temperatura de la cámara de combustión  
T.23 = Temperatura del tubo 23  
T.32 = Temperatura del tubo 32  
T.31 = Temperatura del tubo 31  
T.s/h = Temperatura de la salida del horno  
T.ch = Temperatura de la chimenea.

C U A D R O    N°    1

INFORME DE OPERACIONES ANTES Y DESPUES DEL DECOQUIFICADO

<u>Condiciones de la Planta</u>	<u>Antes</u>	<u>Después</u>
Presión de descarga P-101	265 Psig	265 Psig
Temperatura crudo almacenado	80 °F	80 °F
Precalentamiento del petróleo crudo	218 °F	300 "
Salida del horno	557 "	580 "
Presión de inceso del crudo al horno	38 Psig	44 Psig
Presión de salida del crudo    horno	12 "	25 "
Presión tope de torre	17 "	16 "
Presión fondo de torre	18 "	17 "
Presión reflujo intermedio	66 "	62 "
Temperatura de salida tope	222 °F	230 °F
Temperatura de fondo de torre	494 "	500 "
Temperatura de acumulador de gasolina	76 "	79 "
Temperatura de reflujo intermedio	406 "	472 "
Temperatura de reflujo de tope	122 "	144 "
Temperatura de nafta al enfriador	268 "	286 "
Temperatura nafta del enfriador	100 "	98 "
Temperatura crudo reducido del E-101	372 "	200 "
Presión de la bomba de fondos	98 Psig	100 Psig
Presión del depojador de kerosene	17 "	10 "
Temperatura de salida del plato de kerosene	342 °F	364 °F
Temperatura antes del enfriador (kerosene)	258 °F	340 °F
Temperatura después del enfriador (kerosene)	114 "	112 "

<u>Condiciones de la Planta</u>	<u>Antes</u>	<u>Después</u>
Presión a espojador de diesel	20 Psig	20 Psig
Temperatura a la salida del plato	456 °F	464 °F
Temperatura a la salida del enfriador	104 "	90 "
Temperatura gasolina del enfriador	112 "	120 "
Presión combustible antes del controlador-horno.	90 Psig	45 Psig
Presión combustible después del controlador-horno	68 Psig	96 Psig
Gases de la chimenea del horno	806 °F	600 °F
Presión de vapor calderas	118 °F	118 Psig

C U A D R O N° 2

<u>Temperaturas</u>	<u>Antes</u>	<u>Después</u>
Cámara de combustión	996 °F	700 °F
Tubo 23 5 Cr. 1/2 Mo.	948 "	655 "
Tubo 32	1098 "	652 "
Tubo 31	830 "	595 "
Salida del horno	560 "	577 "
Ingreso al horno	219 "	298 "
Salida de chimenea	808 "	598 "

C U A D R O   N°   3

<u>Estructura del crudo</u>	<u>Antes del decoquif.</u>		<u>Después del decoquif.</u>	
API	34.3		35.1	
AGUA CALIENTE	477 Bbls	24.2%	743 Bbls	33.2%
MAQUIA	504 "	25.5%	499 "	22.3%
SHIVIYACU	994 "	50.3%	996 "	44.5%
 <u>Rendimientos</u>				
GASOLINA BASE	288 "	14.7%	365 "	16.4%
KEROSENE	301 "	15.2%	324 "	14.5%
DIESEL	359 "	18.2%	541 "	24.3%
INDUSTRIAL N° 6	1025 "	51.9%	1000 "	44.8%

CONTROL DE TEMPERATURAS DE LOS TUBOS DEL  
HORNO, ANTES Y DESPUES DEL DECOQUIFICADO

#	T. Cámara de combustión		T 23 5 Cr. 1/2 Mo		T 32 5 Cr. 1/2 Mo		T 31 Acero al C		Temp. salida horno		Temp. chimene	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
1	960	700	913	655	1112	652	866	595	590	577	797	598
2	835	682	801	667	1073	666	846	611	603	581	768	615
3	701	663	701	657	1053	657	836	599	582	581	753	624
4	671	689	738	653	1059	664	840	603	579	582	756	637
5	822	685	823	653	1183	668	915	607	595	583	813	656
6	840	679	825	652	1161	672	902	605	565	581	801	665
7	827	679	830	546	1153	694	896	623	560	583	801	675
8	756	693	850	639	1142	697	892	629	561	580	789	687
9	781	806	870	630	1056	688	818	621	531	580	744	698
10	944	777	900	629	1107	697	837	635	546	579	764	698
11	836	743	910	658	1107	721	819	665	549	580	782	714
12	663	591	910	675	1045	736	746	680	570	580	810	716
13	673	633	950	677	1064	750	777	693	574	580	820	722
14	753	570	980	692	1050	798	769	706	574	579	831	725
15	790	585	1000	702	1079	841	792	716	577	577	852	732

