

T
665.533
13932

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Cursos Especiales de Tecnólogos



MONOGRAFIA

**Previa a la obtención del Título
de Tecnólogo en:
ELECTROMECHANICA DE REFINERIA**



Tema:

***Optimización del Horno de la
Sección de Cracking Catalítico***
DE LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS



**MARCO BUITRON C.
JORGE RIVERA O.**



Guayaquil

Ecuador



SECRETARIA
GENERAL

PROLOGO.-

La monografía trata acerca de la optimización del horno de la Sección de Craking Catalítico del a Refinería Estatal de Esmeraldas; F H 1, el mismo que está destinado a los Operadores de Hornos y, en especial para el personal que labora en la Sección de Craquing Catalítico.

El tema ha sido desarrollado para facilitar la operación del horno y su optimización por medio de los ajuste realizados en procesos. Con experiencias y estudios realizados se ha llegado a la conclusión de que la optimización del horno es la base primordial para una buena operación y rendimiento del mismo; y a la vez tratar de ahorrar la mayor cantidad de combustible, la misma que es muy significativa en el campo económico del País.

OPTIMIZACION DEL HORNO DE LA SECCION DE CRAKING CATALITICO
DE LA REFINERIA ESTATAL DE ESMERALDAS.

I.- El Horno generalidades.

II.- Horno de proceso de la sección de Craking Catalítico

III.- Operación de un horno.

IV.- Análisis de campo y laboratorio de gases de combust
tión.

V.- Conclusiones para llegar a una buena optimización
y rendimiento.

VI.- Comparación de costos.

INDICE

CAPITULO I. El horno generalidades

1.1	Introducción	1
1.2.1	Aire	3
1.2.2	Combustibles	4
1.2.2.1	El combustible líquido.- Aceite	5
1.2.2.2.	El combustible gaseoso	6
1.3	Tiempo de ignición del combustible	8
1.4	Transferencia de calor al aceite de carga	9
1.4.1	Sección de conducción	10
1.4.2	Sección de convección	11
1.4.3	Sección de radiación	12
1.5	Tipos de hornos	12
1.6	Partes de un horno de proceso	30

CAPITULO II. Horno de proceso de la Sección de Craking Cata
lítico.

2.1	Descripción	31
2.2.	Condiciones de diseño	33
2.3	Partes de un horno de la Sección de Craking .	34
2.3.1	Tubos de calentamiento	37
2.3.2	El quemador	38
2.3.2.1	Especificaciones de los quemadores	40
2.3.2.2	Encendido de un quemador	44
2.3.2.3	Ajuste de flama	46

INDICE

CAPITULO III. Operación de un horno.	
3.1	Condiciones para el arranque de un horno 50
3.1.1	Secado de un horno 52
3.1.2	Vaporizado del horno 53
3.1.3	Alineamiento del sistema del horno 54
3.1.3.1	Sistema de gas combustible al horno 56
3.1.3.2	Sistema de aceite combustible al horno ... 57
3.2.	Funcionamiento de un horno 60
3.2.1	VARIABLES DE OPERACIÓN 62
3.2.1.1.	Carga 62
3.2.1.2	Temperatura 63
3.2.1.3	Presión 63
3.2.1.3.1	Tiro del horno 64
CAPITULO IV. Análisis de campo y laboratorio de gases de combustión.	
4.1	Datos de las condiciones de proceso del FH1 .. 67
4.2	Muestra de gases de combustión 67
4.3	Análisis de prueba orzat 68
CAPITULO V. Conclusiones para llegar a una buena opti mización y rendimiento.	
CAPITULO VI. Comparación de costos.	

INDICE

6.1	Cuadro de experiencias	71
6.2	Cálculos	72
	Bibliografía	73

VI

INDICE

Fig. N° 0	El horno	2
Fig. N° 1	Calentadores de proceso	13
Fig. N° 2	Partes de calentador vertical	14
Fig. N° 3	El calentador vertical y sus partes ...	17
Fig. N° 4	Sección de convección para un calentador vertical	17
Fig. N° 5	Calentador con pared central	19
Fig. N° 6	El calentador con serpentín helicoidal.	21
Fig. N° 7	Calentador con pared central deflectora	23
Fig. N° 8	Calentador de caja de alta presión	25
Fig. N° 9	Horno de carga para el reactor de hidro craking	27
Fig. N° 10	Calentador vertical .Especificaciones .	29
Fig. N° 11	Partes de un horno de proceso	30
Fig. N° 14	Partes de un horno de la sección de cra king	36
Fig. N° 17	El quemador	39
Fig. N° 15	El quemador de mezcla interna	41
Fig. N° 16	El quemador combinado	43
Fig. N° 18	Tipos de tiros del horno	65
Fig. N° 19	Tiro natural de un horno	65
Fig. N° 20	Analizador de gases	69
Fig. N° 21	Tabla para análisis de combustión	69

1.- EL HORNO.- GENERALIDADES.

1.1. INTRODUCCION.-

Una de las importantes formas de energía usada en Refinería, es el calor. La energía calorífica para el uso en los procesos de Refinería, se la obtiene por la combustión (quemado) del combustible. Naturalmente que el quemado involucra fuego y altas temperaturas, el quemado debe ser bien controlado para ser seguro. En este capítulo se discutirán las características de diseño y operación segura de diferentes calentadores.

El aspecto principal es el fuego o combustión. Sabemos y estamos conscientes de los efectos del fuego y los sentimos, pero para entender que hace el fuego, debemos entender que son aire, combustible y temperatura de ignición. Se cubrirá primeramente el aire. Nada se quemará a menos que el oxígeno esté presente para combinarse con el combustible. El 20% del aire está compuesto de oxígeno, mientras que el resto está compuesto principalmente por nitrógeno el cual no se quemará con el combustible. En todos los calentadores de fuego directo, el oxígeno es suministrado mediante la introducción de aire dentro del calentador. En algunos diseños el aire es forzado dentro del horno con ventiladores, pero en la mayoría de los casos el aire se introduce dentro del horno mediante el ti

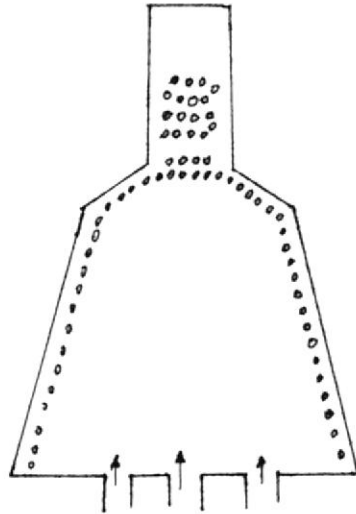
ro natural. Para asegurarse que esté presente la suficiente cantidad de aire para realizar la combustión completa, más aire se arrastra hacia el quemador, hasta la cantidad que teóricamente se requiere para quemar, todo el combustible.

Puesto que la reacción de combustión se alimenta por carbón de hidrógeno, en forma de hidrocarburo y oxígeno suministrado en el aire; los productos de la combustión que salen por la chimenea del calentador deben contener estos componentes.

El hidrógeno contenido en el combustible (hidrocarburo) reacciona con el oxígeno contenido en el aire para formar agua, dos moles de hidrógeno (H_2) reaccionan con una mol de oxígeno (O_2) para formar dos moles de agua (H_2O) El carbono reacciona para formar dióxido de carbono. Una mol de carbón (C) más de una mol de oxígeno darán una mol de dióxido de carbono (CO_2).

El nitrógeno que entra al quemador el calentador con aire, no interviene en la reacción del combustible y sale por la chimenea del calentador con el agua y el dióxido de carbono más el exceso de oxígeno. El porcentaje de exceso de aire requerido para completar la combustión es usualmente 15-25% o 3-5% de oxígeno.

Fig. N° 0



1.2.1 EL AIRE.-

La tarea diaria del operador es suministrar aire - para la buena combustión, y que este sea en cantidad suficiente para obtener el máximo de calor.

El control apropiado de aire minimiza el consumo - de combustible y aumenta la vida del equipo del horno. El operador que desarrolla su habilidad para regular el sumi

nistro de aire dentro de los límites estrechos contribuye a la economía de la producción de calor y aumenta la vida del equipo.

Un hono toma oxígeno del aire que consiste normalmente de $4/5$ de nitrógeno y un $1/5$ de oxígeno, durante la combustión el nitrógeno no cambia excepto que se calienta ya que diluye el oxígeno y reduce la intensidad de combustión.

El exeso de aire sale con los gases de combustión por la chimenea ya que el exeso de aire toma mucho calor de la carga y se pierde.

1.2.2. COMBUSTIBLES.-

Los combustibles se clasifican en dos grandes grupos:

Primarios: Llamados así a los que son usados en su forma natural, por ejemplo: madera, carbón y gas natural.

Secundarios: Son aquellos que deben ser procesados para obtener la condición de poder ser quemados. A este tipo pertenecen los combustibles que se queman en la mayoría de los hornos:

a) Gas

b) Fuel Oil de alta y baja viscosidad.

Cada uno de estos combustibles tienen propiedades distintas y por lo tanto cada uno requiere diferente manejo.

1.2.2.1. EL COMBUSTIBLE LIQUIDO.- ACEITE.-

El combustible líquido el más usado es el Fuel Oil #6, sin embargo se puede tomar de la Refinería otros aceites pesados tales como el Slurry de Cracking Catalítico y Fondos de Vacío, estos se mezclan para formar un aceite combustible pesado. El único problema con este tipo de aceites combustibles es que no se deberían usar tubos con superficie extendida (tubos aletados) en la sección de convección de los calentadores. Estos son tubos que tienen aletas o pernos soldados para incrementar el área de transferencia de calor. Si se usan tubos con superficies extendidas entonces el diseño debe proveer sopladores de hollín para eliminar el hollín depositado al quemar combustibles muy pesados.

Cuando se utiliza combustible líquido, se lo hace atomizar antes de ser mezclado con aire para que la mezcla sea apropiada y pueda ser encendida.

El vapor llamado vapor de atomización se los mezcla con el aceite en el quemador y formar una neblina cuando sale de boquilla del quemador. Esta neblina es pulverizada

mezclada con el aire y llevada a la temperatura de igni -
ción mediante una llama piloto, o por el calor radiante da
do por la caja de refractario del quemador. Si el combus-
tible líquido no se quema se vaporiza entonces cubrirá las
paredes, pisos y tubos del horno para luego formar coke en
estas secciones. El coke actúa como un aislante, particu-
larmente en los tubos, por lo tanto deberá evitarse la -
existencia del aceite no quemado en el interior del horno.
Adicionalmente existe el peligro de explosión al encender-
se este aceite no quemado y vaporizado en la parte superi-
rior del horno.

1.2.2.2. EL COMBUSTIBLE GASEOSO.-

El combustible gaseoso es el más común en Refine-
ría, que es una mezcla de todas las corrientes que salen -
varios recipientes de la Refinería.

Generalmente todas estas corrientes de gas son reco-
gidas en un tambor de gas se mezclan y luego se alimentan -
a los diferentes calentadores. Para realizar esto, es de-
cir proveer un combustible de poder calorífico constante -
a los calentadores, la densidad y el contenido de BTU del
gas deberán ser razonablemente constantes.

Otra forma de combustibles gaseosos es el gas natu-
ral, a este generalmente se lo trae de fuera de la Refine-

ría, tiene una densidad relativamente constante, su composición en la mayor parte es metano y además ofrece una limpieza y buen quemado, sin embargo puede resultar caro.

En circunstancias de que no se dispone de gas de Refinería, ni gas natural temporalmente se puede usar otro combustible gaseoso que es una mezcla de propano y butano. Este gas líquido de petróleo (LPG) es un combustible excelente sin embargo es caro y se lo usaría solamente en arranque inicial y en circunstancias extraordinarias en la que no se dispono de otros combustibles.

Para efectuar la combustión del combustible gaseoso con aire, los mismos deben formar una mezcla que encienda y además se debe suministrar a esta mezcla la suficiente cantidad de calor para que alcance la temperatura de ignición. Para cada tipo de gas hay una concentración de aire, a la cual, el calor cedido por la ignición es suficiente para calentar el resto de la mezcla lo bastante rápido para mantener una combustión continua. Sobre y bajo los límites de este rango, el efecto diluyente de los gases no quemados es tan grande que apagarán la llama.

Los límites de inflamabilidad superior es inferior para mantener la combustión del hidrógeno son 71.4% y 6.2% de hidrógeno. Para metano el límite superior es 13.3% de

metano y el límite inferior es de 5.8% de metano.

1.3. TEMPERATURA DE IGNICION DEL COMBUSTIBLE.-

La temperatura de ignición es la temperatura a la cual una mezcla de aire y gas debe calentarse para que la mezcla quemé sin el suministro exterior de calor.

Esta temperatura difiere bastante para los diferentes materiales. La temperatura de ignición a la presión atmosférica para hidrógeno es de 580°C. o 1.076°F.

La temperatura para el metano a la presión atmosférica es de 650°F. o 120°C.

La temperatura para el Fuel Oil #6 es de 407°C. o 746°F. Con estos ejemplos se puede ver que es lo más fácil mantener la temperatura de ignición del Fuel Oil #6 que las temperaturas de ignición de hidrógeno o del metano.

También se puede deducir que sin la apropiada temperatura de ignición dada por el calor suministrado por una llama piloto, o una antorcha de ignición o el calor radiante del bloque de un quemador, el combustible no quemará.

Sin el oxígeno o el aire el combustible no quemará y sin la mezcla apropiada de aire y combustible no se puede

mantener la llama. El calor producido por el quemado del combustible se transfiere al aceite de proceso en tres formas: por radiación, convección y por conducción.

1.4. TRANSFERENCIA DE CALOR AL ACEITE DE CARGA.-

La temperatura de la carga aumenta al avanzar por el horno y se usa la diferencia de temperatura para medir el calor absorbido por la carga.

La medida de la cantidad de calor del BTU (BRITISH THERMAL UNIT) y se miden en grados las temperaturas. La cantidad de calor requerida para aumentar la temperatura de una libra de agua 1°F. es un BTU.

Una libra de carbón quemada completamente produce dióxido de carbono CO₂ y 14.100 BTU de calor, la cantidad de calor absorbida se mide en BTU y la temperatura de carga en grados.

Los calentadores de fuego son básicamente intercambiadores de calor. El calor interno es proveído por combustible encendido, usualmente gas o aceite en la carga de combustión. El calor es transferido desde el gas caliente al fluido contenido en los tubos (carga) como muchos intercambiadores de calor, el rango involucrado en el balance de calor entre la liberación de calor y la corriente absorbida

de calor en un rango relacionado. Pero en contraste a los usuales intercambiadores de calor mucho calor transferido por radiación y convección.

La sección de radiación provee espacio para el combustible mezclándose con aire y fuego. Esto contiene el calor radiante absorbido por los tubos. Remueve un gran porcentaje de calor desde el combustible antes de pasar a la sección de convección.

La sección de convección recoge el calor adicional del gas de combustión en una temperatura inferior que puede ser económicamente absorbida en la sección radiante.

1.4.1. SECCION DE CONDUCCION.-

Ocurre cuando se transfiere calor desde la casa exterior del tubo de aceite que fluye en el interior del mismo.

Por alguna de las siguientes razones se requiere calor en las unidades de procesos.

Ejemplo: el calor puede ser transferido por conducción de una molécula a la próxima dentro de una sustancia.

Si un terminal de una boquilla es insertada dentro-

un fuego el otro extremo de la boquilla se transformará en calor, después de un tiempo la conducción de calor atravez de la boquilla de acero.

1.4.2. SECCION DE CONVECCION.-

La sección de convección puede existir ya sea en calentadores verticales o en calentadores de tipo caja o tipo cabina, generalmente es usada para obtener calor de gas gastado o gas de chimenea que da rumbo a la chimenea.

Ocurre cuando los gases calientes fluyen desde el hogar hacia la chimenea. Los tubos absorben el calor al paso de los gases calientes, este es conocido como calor de convección.

Este es naturalmente una combinación de conducción y un fluido en movimiento. Por ejemplo mover calor desde un lado de afuera de la superficie exterior de una pared caliente de un horno a las moléculas de aire adyacentes por conducción y luego el aire movido lejos llevando el calor con él. El movimiento de un fluido debido a la flotación natural de la moléculas calientes en cada caja el proceso es terminado libre o convección natural, o el movimiento del fluido puede ser producido mecánicamente (como un ventilador) en cada caja está determinada por convección forzada.

1.4.3. SECCION DE RADIACION.-

La radiación se puede explicar mejor si se compara con la luz. Si los tubos miran la llama del quemador, el calor es transferido por radiación a estos tubos se los conoce como, tubos de radiación. Entre el 60 y 70% de calor transferido en el hogar es calor de radiación.

Por ejemplo una persona puede sentir una radiación de calor de una pared caliente o una pieza de metal caliente. Si bien ninguna de las dos puede estar al rojo vivo.- El calor radiante viaja en línea recta y puede pasar a través del vacío, aire, algunos gases, algunos líquidos y unos pocos sólidos como vidrio y cuarzo.

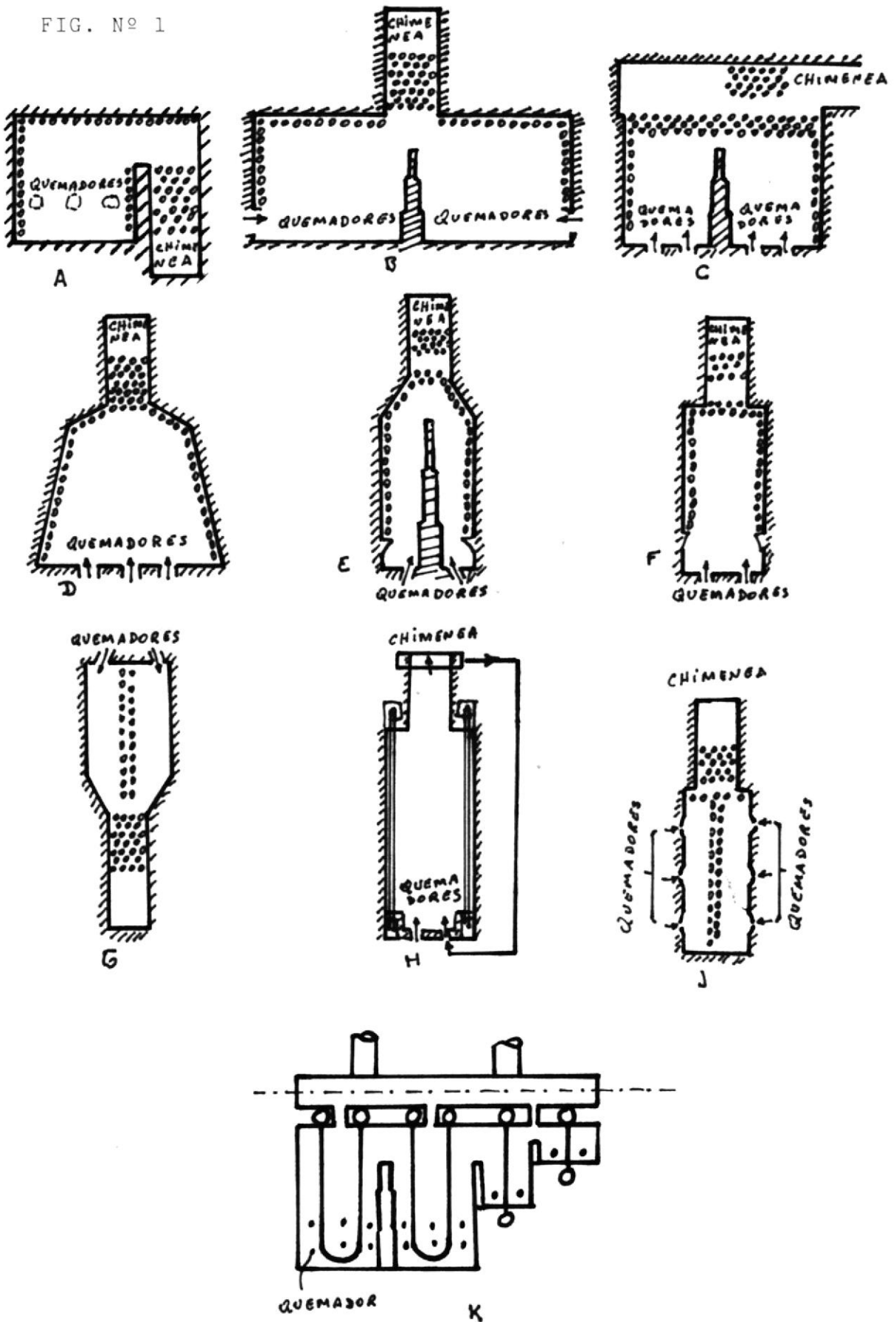
1.5. TIPOS DE HORNOS.-

- a.- Calentadores verticales
- b.- Calentadores tipo caja (pared central lado -
fuego)
- c.- Calentador de caja de alta presión
- d.- Horno de serpentín helicoidal.
- e.- Horno con pared central deflectora
- f.- Horno de doble fuego

Ver figuras a continuación:

CALENTADORES DE PROCESOS.-

FIG. Nº 1



PARTES DEL CALENTADOR VERTICAL:

- 1.- Conexión de muestreo
- 2.-
2.- Entrada de proceso
- 3.- Puerta para levantamiento de los tubos
- 4.- Longitud de los tubos de radiación
- 5.- Tubos de calentamiento de la sección de radiación
- 6.- Salida
- 7.- Puerta de entrada
- 8.- Quemador
- 9.- Mirilla
- 10.- Bloque de mortero del quemador
- 11.- Vapor de sofocamiento
- 12.- Mirilla
- 13.- Refractario
- 14.- Guia de tubo
- 15.- Tubo de complemento
- 16.- Tubo de calentamiento de la sección de convección
- 17.- Conexión para manómetro de tiro
- 18.- Mariposa
- 19.- Chimenea

Ver Fig. Nº 2

CALENTADOR VERTICAL Y SUS PARTES.-

- 1.- Drene de la caja de calentamiento
- 2.- Vapor de sofocamiento
- 3.- Caja de humo
- 4.- Entrada de proceso
- 5.- Caja del calentador
- 6.- Salida a la sección de radiación
- 7.- Espejo de los tubos

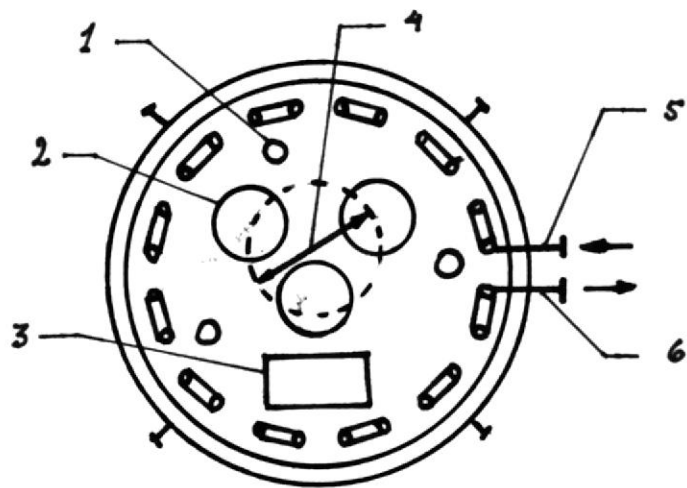
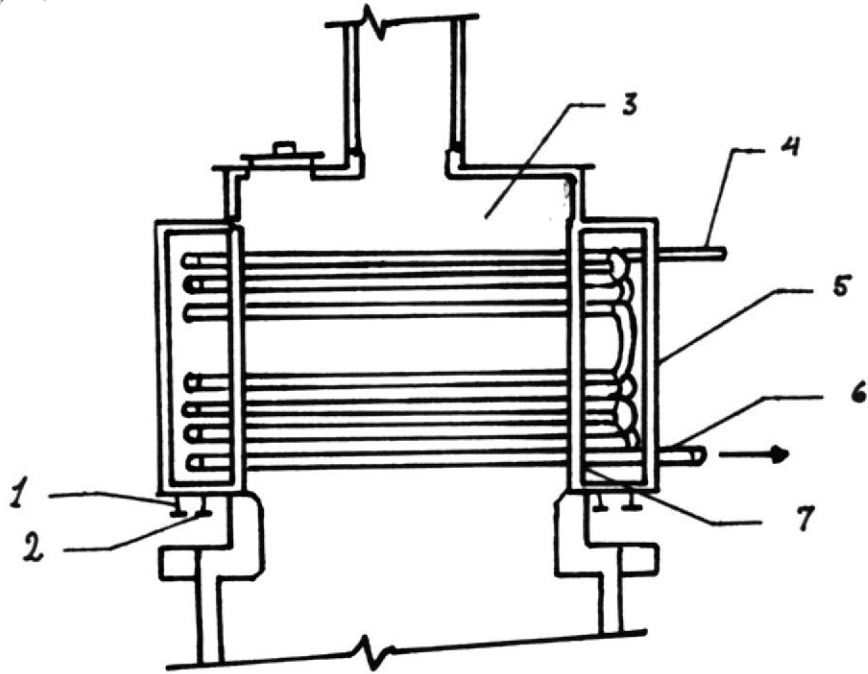
SECCION DE CONVECCION PARA UN CALENTADOR VERTICAL:

- 1.- Mirilla
- 2.- Quemador
- 3.- Puerta de acceso
- 4.- Díámetro del círculo de los quemadores
- 5.- Entrada de la sección de convección
- 6.- Salida

Ver Fig. N° 4 y 3

SECCION DE CONVECCION PARA UN CALENTADOR VERTICAL.-

FIG. 3 y 4

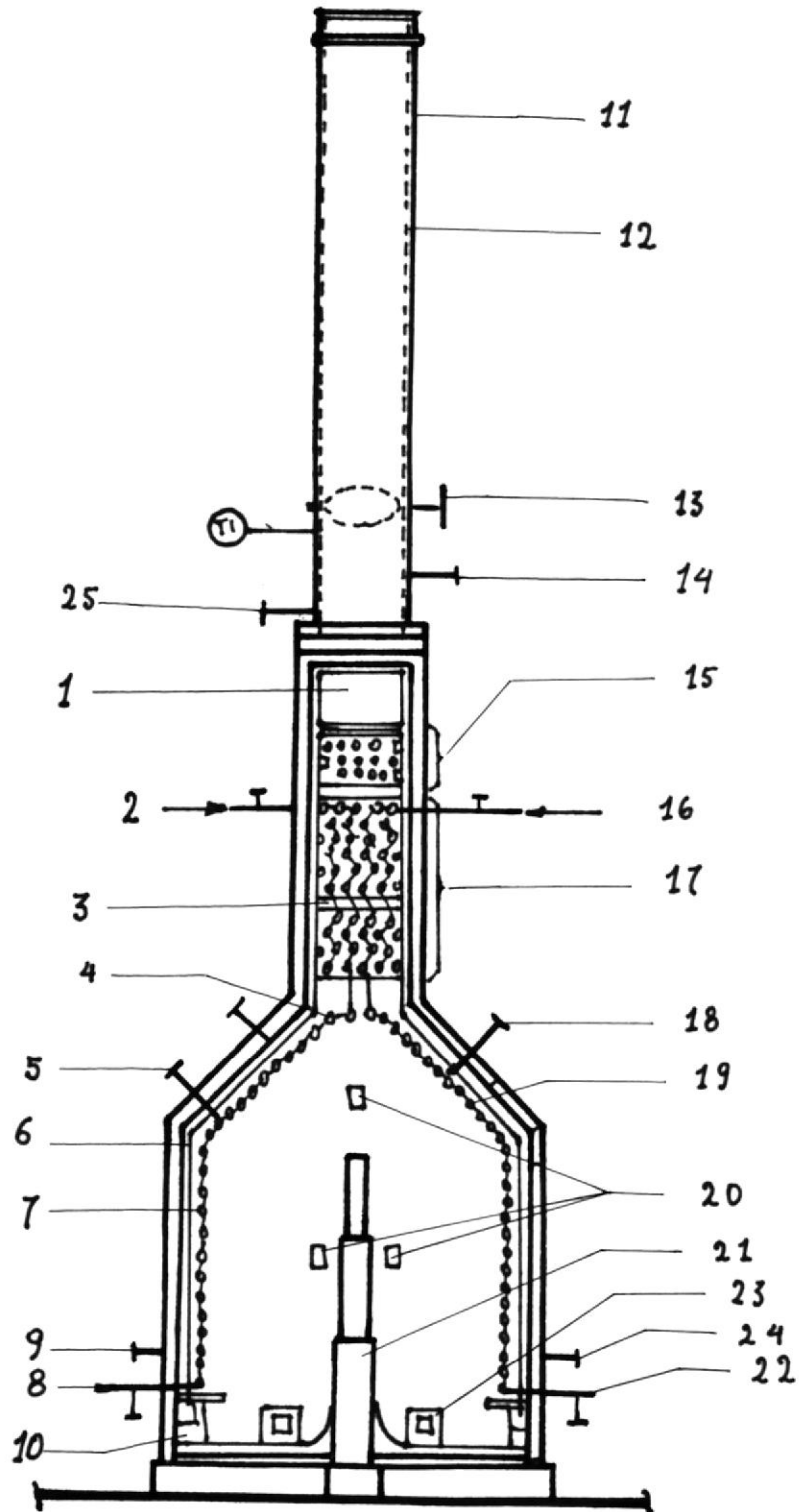


EL CALENTADOR CON PARED CENTRAL Y SUS PARTES.-

- 1.- Caja de humo
- 2.- Entrada
- 3.- Soplador de hollín
- 4.- Tubos de choque
- 5.- Cuplas de la sección intermedia
- 6.- Refractario
- 7.- Tubos de pared
- 8.- Salida
- 9.- Vapor de sofocamiento
- 10.- Bloques del quemador
- 11.- Chimenea
- 12.- Revestimiento aislante
- 13.- Mariposa
- 14.- Toma muestras
- 15.- Area para expansiones futuras
- 16.- Entrada
- 17.- Sección de convección
- 18.- Termopar intermedio
- 19.- Tubos de la sección intermedia
- 20.- Mirillas
- 21.- Pared central
- 22.- Salida
- 23.- Puerta de entrada
- 24.- Vapor de sofocamiento
- 25.- Manómetro

CALENTADOR CON PARED CENTRAL.

VER FIG. Nº 5



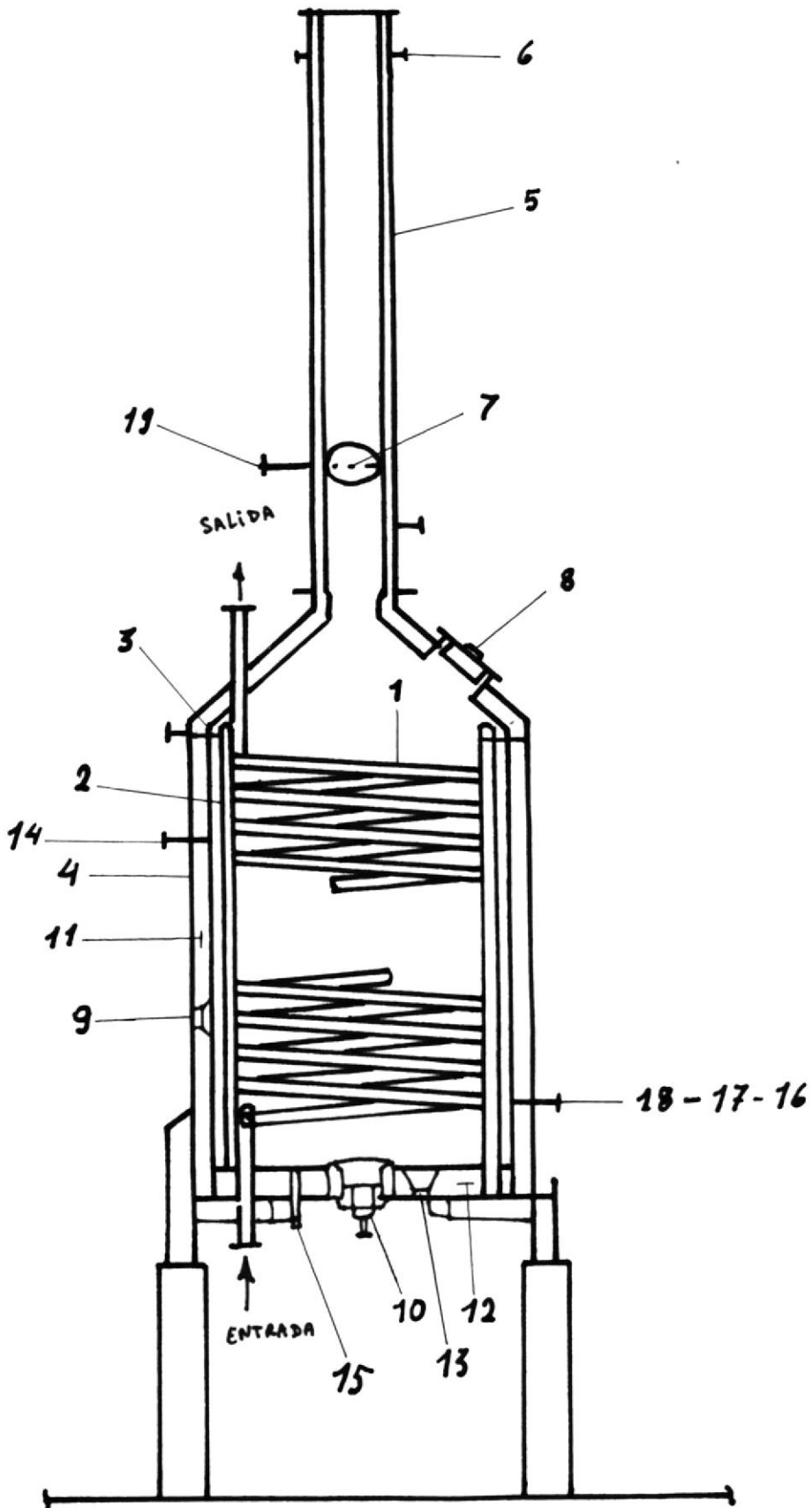
EL CALENTADOR ELICOIDAL Y SUS PARTES.-

- 1.- Tubos de calentamiento
- 2.- Soporte del tubo
- 3.- Guia del soporte del tubo
- 4.- Lámina
- 5.- Chimenea
- 6.- Agarradera
- 7.- Mariposa
- 8.- Puerta de entrada
- 9.- Mirilla
- 10.- Quemador
- 11.- Material aislante
- 12.- Refractario
- 13.- Mirilla
- 14.- Termómetro de la caja del calentador
- 15.- Vapor de sofocamiento
- 16.- Toma de muestras
- 17.- " " "
- 18.- " " "
- 19.- Indicador de posición del damper

VER FIG. N° 6

HORNO DE SERPENTIN ELICOIDAL.-

VER FIG. Nº 6



CALENTADOR CON PARED CENTRAL DEFLECTORA.-

- 1.- Tubos de radiación
- 2.- Tubos de choque
- 3.- Soporte de tubos de choque
- 4.- Soportes de tubos de la sección intermedia
- 5.- Soportes de tubos de pared
- 6.- Bafle
- 7.- Puerta de entrada
- 8.- Mirilla
- 9.- Carcasa interna
- 10.- Chimenea
- 11.- Quemador
- 12.- Regulador
- 13.- Pared central
- 14.- Concreto aislante
- 15.- Dren
- 16.- Termocupla
- 17.- Vapor de sofocamiento
- 18.- Conexión simple de fuel gas
- 19.- Manómetro

VER FIG. Nº 7

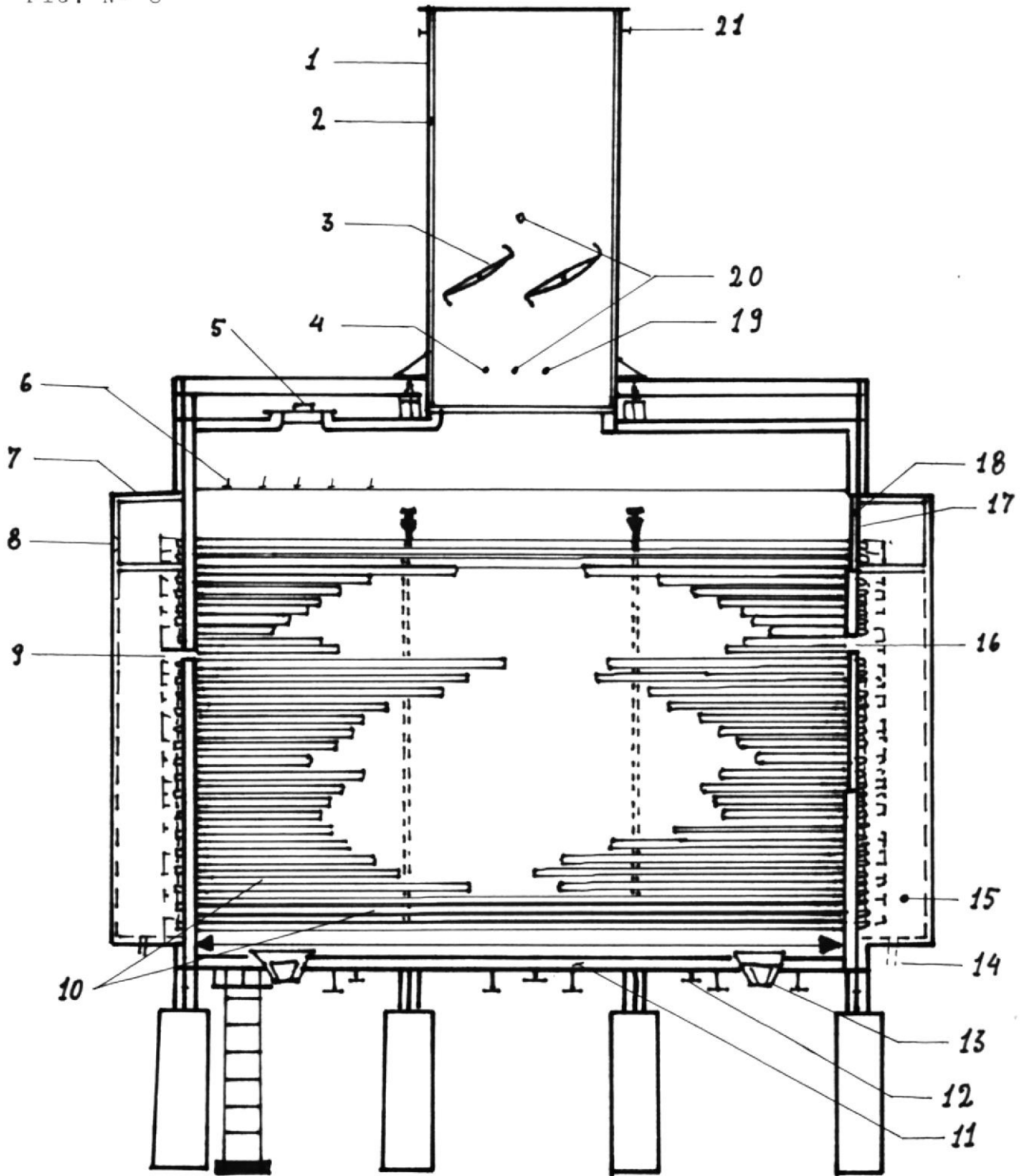
CALENTADOR DE CAJA DE ALTA PRESION.-

- 1.- Chimenea
- 2.- Recubrimiento de concreto aislante
- 3.- Mariposa
- 4.- Muestra de gas de combustible
- 5.- Puerta de acceso
- 6.- Mampara
- 7.- Caja del calentador
- 8.- Mirilla
- 9.- Mirilla
- 10.- Tubos de radiación
- 11.- Refractario
- 12.- Vapor de sofocamiento
- 13.- Quemadores
- 14.- Drene
- 15.- Vapor de sofocamiento
- 16.- Mirilla
- 17.- Espejo de los tubos
- 18.- Refractario
- 19.- Termopar para medir temperatura de gas
- 20.- Conexión para manómetro
- 21.- Soporte para manipuleo
- 22.- Soporte de tubo

VER FIG. Nº 8

CALENTADOR DE CAJA DE ALTA PRESION.-

FIG. Nº 8



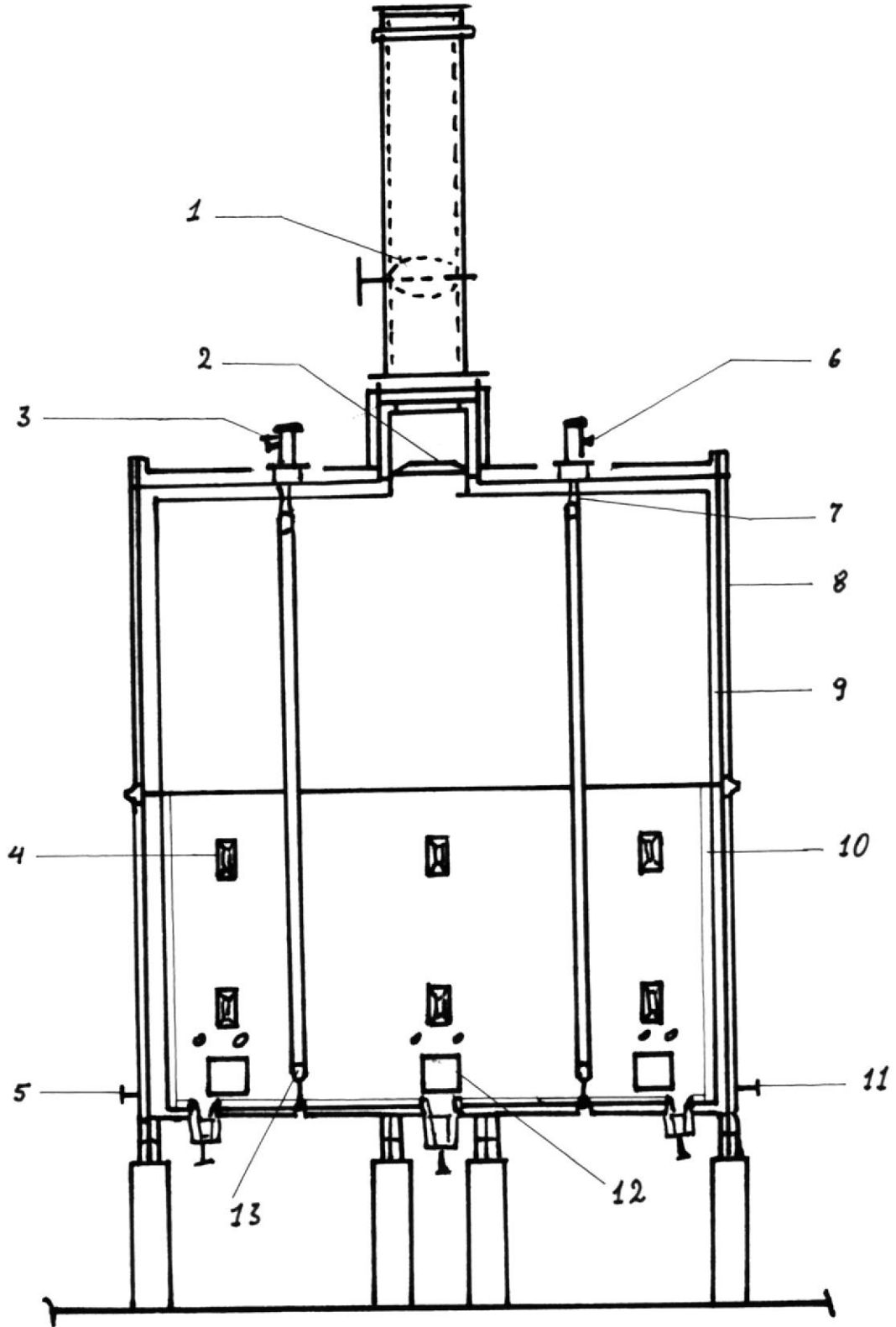
HORNO DE CARGA PARA EL REACTOR DE HIDROCRACKING.-

- 1.- Mariposa
- 2.- Mampara de techo
- 3.- Termoposo a la salida
- 4.- Mirilla
- 5.- Vapor de sofocamiento
- 6.- Conexión para decoquizar
- 7.- Soporte de tubos
- 8.- Lámina exterior
- 9.- Refractario
- 10.- Ladrillo refractario
- 11.- Vapor de sofocamiento
- 12.- Puerta de entrada
- 13.- Guia de tubos

VER FIG. Nº 9

HORNO DE CARGA PARA EL REACTOR DE HIDROCRACKING.-

FIG/ N° 9



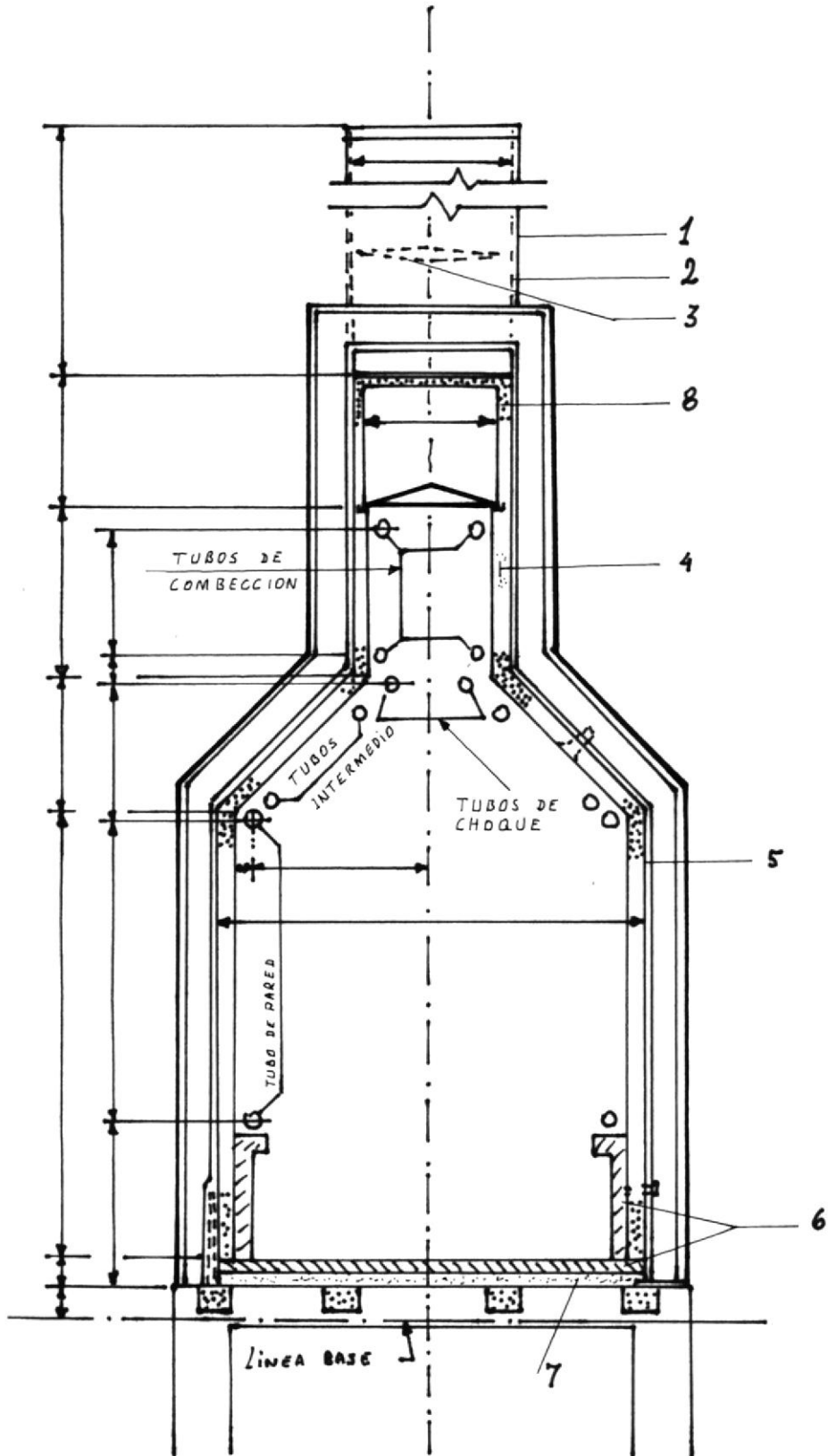
CALENTADOR VERTICAL.- ESPECIFICACIONES EN GENERAL.-

- 1.- Lámina de acero 1/4"
- 2.- Refractario 1 1/2" de espesor
- 3.- Damper de acero composición manual
- 4.- Revestimiento U O P de especificación N° 294 de -
5" de espesor
- 5.- Lámina interna de acero de 3/16" de espesor
- 6.- Refractario muy duro de tipo A S T M C - 27
- 7.- Concreto resistente al calor 5"
- 8.- Refractario de 3" de espesor

VER FIG. N° 10

CALENTADOR VERTICAL.- ESPECIFICACIONES EN GENERAL.-

FIG. N° 10



1.6. PARTES DE UN HORNO DE PROCESO.-

Las partes que componen un horno de proceso son:

Chimenea

Techo

Tubos de convección

Banco de choque

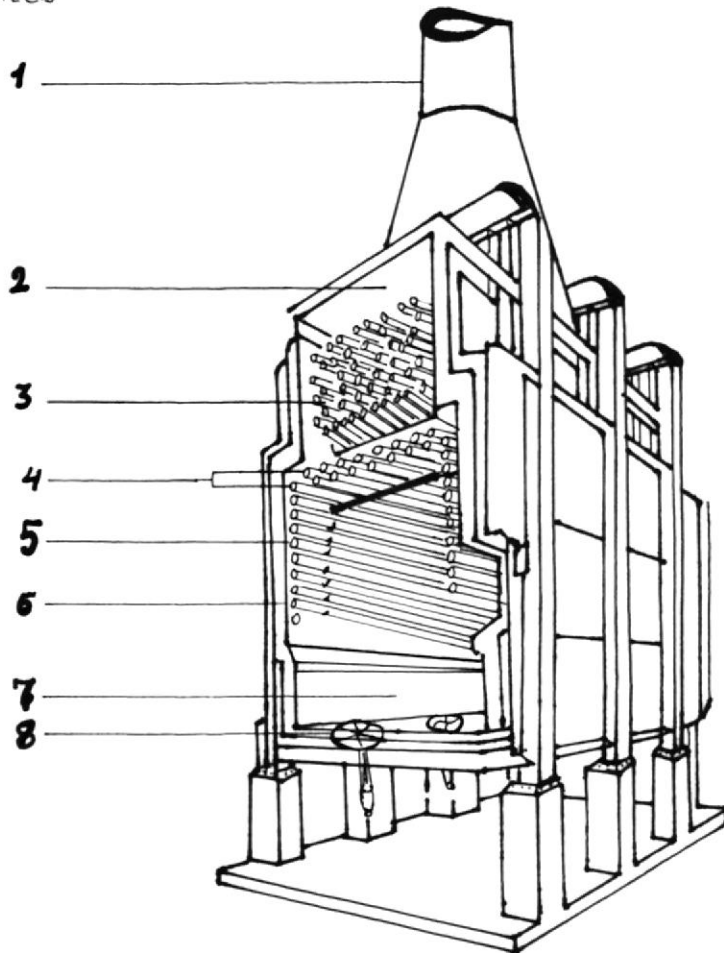
Tubos radiantes

Refractaria

Cámara de combustión

Quemadores

FIG. Nº 11



II.- HORNO DE PROCESO DE LA SECCION DE CRAKING CATALITICO.-

2.1. DESCRIPCION.-

El horno de la sección de Craking Catalítico F M 1, es un horno de calentadores verticales que sirven para calentar la carga fresca que va a ser procesada.

Un calentador vertical consta de un cilindro u hogar vertical de acero montado sobre soportes revestidos de concreto para protegerlos contra el fuego. La base externa - del horno está a 7 pies del nivel del piso para proveer - el suficiente espacio para trabajar. La cara última del hogar está cubierta con material refractario o concreto aislante.

El hogar contiene tubos radiantes verticales los cuales van unidos a los extremos superiores e inferiores mediante codos de radio corto de 180°.

Los tubos se sostienen en soportes hechos con materiales de alta aleación. Los quemadores y sus bloques envolbentes de mortero están montados en el piso del calentador. Existen ocho quemadores simétricamente colocados en el piso, esto dependerá del tamaño del calentador y de los requerimientos del proceso. En el piso hay una puerta de acceso al lugar y también se provee en el piso una puerta de inspección (peep-hole), generalmente una o más puertas-

en el hogar y nuevamente esto dependerá del tamaño del horno.

En la parte baja del hogar y lateralmente se tiene entrada de sofocamiento o de purga. En el horno las líneas de proceso salen por el fondo del horno. En el techo del horno se encuentran las entradas de las líneas de proceso y la puerta se cierra para levantar los tubos. También en el techo se localiza la reacción de convección la cual tiene los tubos de convección en posición horizontal.

La sección de convección soporta la chimenea de acero la cual va revestida de concreto aislante.

En la chimenea se encuentra la mariposa, el termopar - de la chimenea, la chimenea, la conexión para la toma muestra de gases y la conexión para la medida de crudo. El propósito del medidor de tiro es determinar la presión, en pulgadas de agua en el interior de la chimenea. Esta pre - sión deberá ser siempre negativa, de tal forma que el aire que produce la combustión pueda ingresar al horno.

Se usa este tipo de horno porque requiere poco espacio. Se provee, en el hogar líneas de vapor de sofocamiento las cuales se usan para purgar el horno, de residuos de combustible no quemados antes del encendido. El vapor que entra

al hogar eleva la temperatura dentro del mismo, debido a -
estos los gases se calientan y se expanden, suben y salen
por la chimenea, así el aire fresco ingresa al horno y -
cualquier residuo de combustible no quemado es retirado del
hogar. El vapor de sofocamiento también es usado para li-
mitar la cantidad de oxígeno en el horno en el caso de in-
cendio. En el F H 1 se usa combustible gaseoso líquido -
con vapor de atomización.

2.2. CONDICIONES DE DISEÑO.-

Gravedad específica del fluido a 60° F.	25.3 o A.P.I.
Flujo	75.235 Kg/h
Temperatura de entrada	246° C.
Temperatura de salida	399° C.
Presión de entrada	5.28 Kg/cm ² .g
Presión de salida	3.17 Kg/cm ² .g
Caída de presión permisible <u>cal-</u> <u>culada</u>	2.11 /1.70 Kg/cm ²
Capacidad calorífica absorbida	10.08 x 10/6 Kcal/hr
Eficiencia del horno	70%
Capacidad calorífica producida	14.40 x 10/6 Kcal/hr
Arreglo de flujo	En serie
Combustible líquido	Fondos de vacío
	6 o 7 o A.P.I.
Combustible gaseoso	Gas Refinería

	P.M.32
Viscosidad de combustible líquido a 224° F.	200
Capacidad calorífica del combustible líquido	9450 Kcal/Seg.
Consumo del combustible - líquido	1530 Kg/hr
Temperatura de operación	243° C.
Presión de operación del líquido	5.28 Kg/cm ² x g
Presión de operación del gas	1.41 Kg/cm. ² x g
Presión de diseño	10.4 Kg/cm ² .g
Temperatura de diseño - sección radiante	510° C.
Tiempo de rotura de los tubos	100000 hr
Corrosión permisible	3.18 m.m.
Quemadores	Jhon Znk

2.3. PARTES DE UN HORNO DE LA SECCION DE CRAKING (FH1).-

El calentador de carga fresca (FH1) está compuesta de las siguientes partes:

- 1.- Tubos en la zona de radiación
- 2.- Zona de convección
- 3.- Chimenea

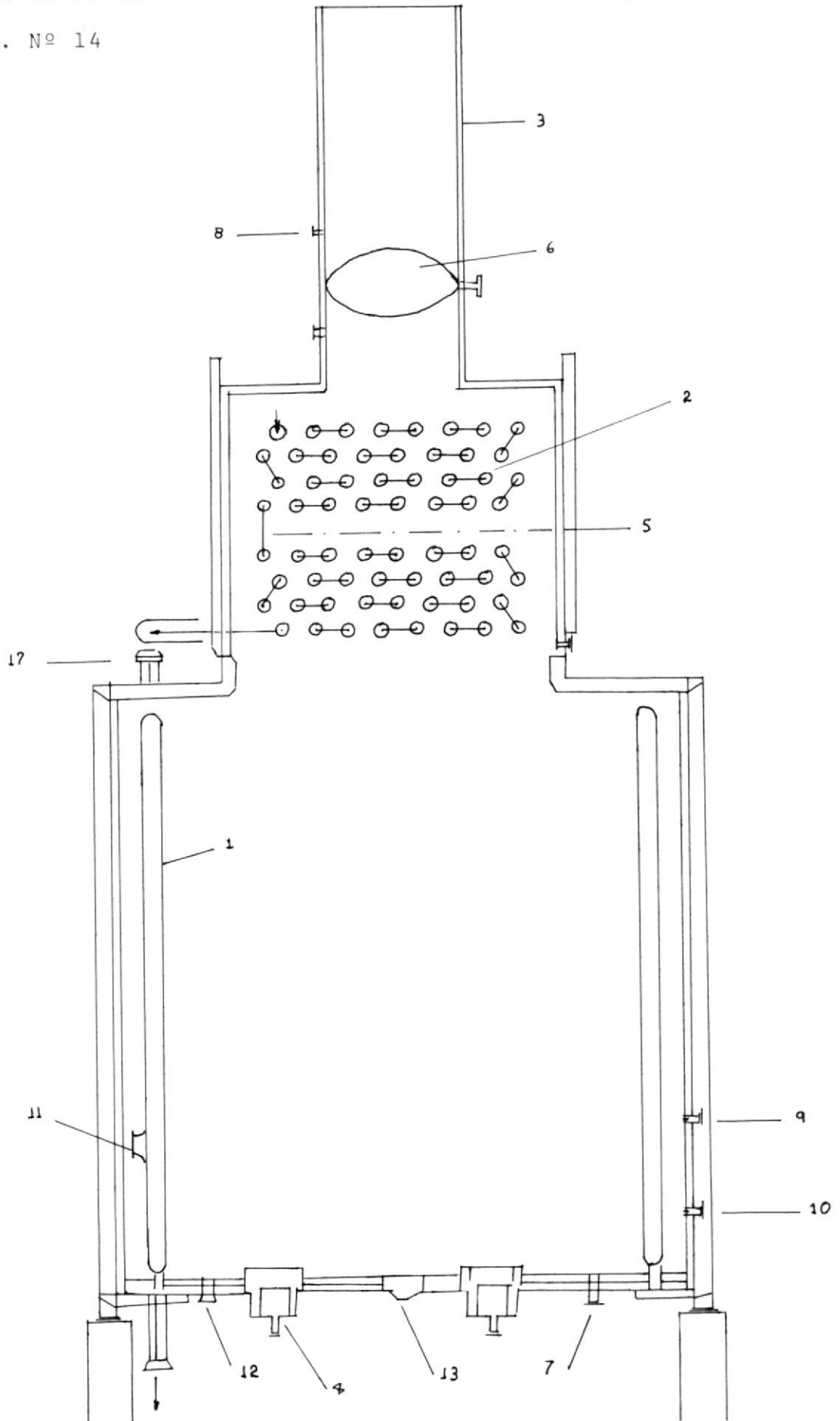
- 4.- Quemadores
- 5.- Soplador de hollín
- 6.- Mampara
- 7.- Inyección de vapor de barrido
- 8.- Medidor de tiro
- 9.- Termocupla de gas
- 10.- Puerta de acceso
- 11.- Mirillas
- 12.- Puerta de acceso
- 13.- Brida

Ver figura a continuación:

FIG. N° 14

PARTES DE UN HORNO DE LA SECCION DE CRAKING (F H 1)

FIG. Nº 14



2.3.1. TUBOS DE CALENTAMIENTO.-

El horno es simplemente un equipo, intercambiador de calor. El Fuel Oil quemado en el horno intercambia calor con el crudo que circula dentro de los tubos que son-
construídos de acero al carbono.

Estos tubos son calentados normalmente por radiación desde la llama y por el calor de los ladrillos por el he-
cho de estar simétricamente colocados alrededor y cerca -
del refractario de la caja de fuego.

Los tubos en la zona de convección son atravesados -
por los gases calientes que pasan hacia la chimenea.

Los tubos están colocados de tal manera que la carga entra por la parte superior, sufre un precalentamiento -
en la zona de convección para pasar luego a la zona de ra-
diación que es donde se puede revelar la temperatura desea-
da por último la carga sale por la parte inferior del horno

Los tubos deben presentar una coloración café oscuro y no manchas rojas, ya que si esta se presentan es señal -
de que el material se está debilitando o tiene perforación y hay que corregir inmediatamente el problema.

Los tubos deben estar sujetos por medio de soportes -

para evitar que la dilatación dañe la estructura o la misma tubería sufra deformaciones.

2.3.2. EL QUEMADOR.-

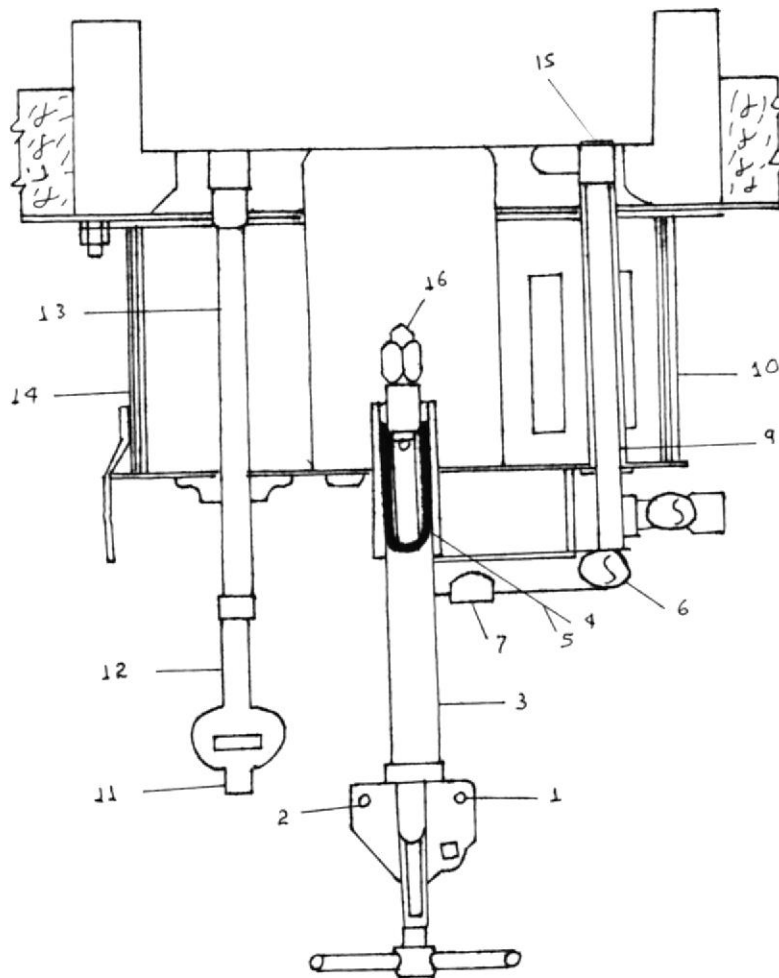
El quemador es la parte principal del horno y se compone de diferentes elementos que son:

- 1.- Inyección de vapor
- 2.- Inyección de Fuel Oil
- 3.- Tubo guía de la bayoneta
- 4.- Tubo de vapor
- 5.- Tubo de aceite
- 6.- Manífol de gas
- 7.- Conexión de gas
- 8.- Bayoneta
- 9.- Boquilla de gas
- 10.- Regulador de aire secundario
- 11.- Gas al piloto
- 12.- Quemador piloto
- 13.- Regulador de aire al piloto
- 14.- Mirilla
- 15.- Entrada de aire primario
- 16.- Manga

Ver figura N° 17

FIG. N° 17

EL QUEMADOR.-



2.3.2.1. ESPECIFICACIONES DE LOS QUEMADORES.-

Uno de los componentes más importantes de los calentadores (F H l) es el quemador y estos pueden ser instalados dentro del horno, a los lados a los extremos o en el piso.

Los quemadores están dispuestos en el piso y están diseñados para manejar cualquier clase de combustible ya que realizan las tres funciones en una sola unidad:

Quemadores de Fuel Oil

Quemadores combinados

y

Quemadores de mezcla interna

QUEMADORES DE FUEL OIL.-

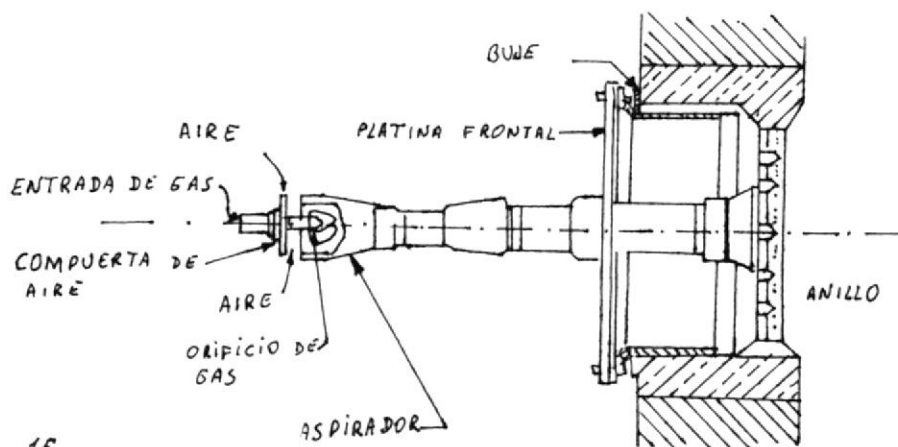
En estos quemadores tienen el problema en la mezcla del combustible- aire y la atomización del Fuel Oil. Esta puede llevar a cabo por:

- a) Rotura de la película del Fuel.Oil en pequeñas gotas por fuerza centrífuga.
- b) Forzar el Fuel Oil a baja presión, a través de orificios

- c) Usar vapor de alta presión o aire para la rotura del Fuel Oil en gotas.

Hay muchos tipos de quemadores de Fuel Oil. Estos dos son los más comunes: el quemador con atomización de vapor y el de atomización con alta presión de aire, ambos efectúan el mismo trabajo y frecuentemente son usados en forma intercambiable. Estos quemadores pueden quemar prácticamente cualquier clase de combustible líquido y siempre que se logre a la temperatura a la que el Fuel Oil puede ser mantenida para obtener la viscosidad necesaria la boquilla del quemador. A veces se forman taponamientos por el exceso de partículas sólidas, entónces cambia el quemador en unos minutos.

La sección transversal de un quemador de mezcla interna es mostrada en la Fig. N° 15



El vapor y el Fuel Oil son admitidos por la parte trasera del quemador en las cámaras E y A respectivamente. El Fuel Oil circula dentro de un tubo concéntrico desde donde es expedido mediante un orificio dentro de la cámara de mezcla. El vapor pasa por el espacio anular entre el tubo de Fuel Oil y el tubo exterior y es forzado a través de los agujeros.

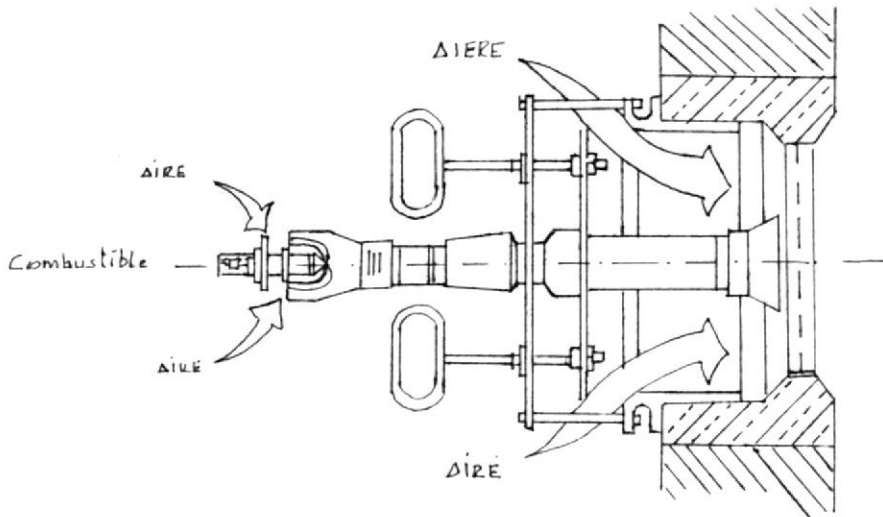
La turbulencia causada por el vapor emulsiona la mezcla de Fuel Oil y vapor. La emulsión pasa a alta velocidad hacia la garganta de la cámara y sale por la boquilla del quemador. Los agujeros en la boquilla de atomización se distribuyen el Fuel Oil dentro del horno en un ángulo de 30° C.

El quemador es el equipado con una válvula que sirve de by-pass de vapor. Después que el suministro del Fuel Oil a sido cerrado la válvula debe ser abierta para permitir que el vapor purge la suciedad en la cañería de Fuel Oil.

QUEMADORES COMBINADOS.-

Consisten en dos quemadores, uno de tipo gas y otro de tipo de Fuel Oil combinados en una sola unidad como se ven en la Fig. N^o 16.

FIG. Nº 16



Este quemador a sido hecho para que la operación sea más flexible por el motivo de que puede quemar gas o Fuel Oil.

La mufla del horno es necesaria para lograr una llama correcta puesto que suministra el calor intenso necesario

para la vaporización del Fuel Oil. Siempre que el suministro de Fuel Oil se corte al quemador, un pequeño flujo de vapor debe ser mantenido a través de este para prevenir el sobrecalentamiento en el extremo del quemador. Cuando se quema solamente gas, también se debe mantener un pequeño flujo de vapor dentro del quemador de Fuel Oil.

QUEMADORES DE MEZCLA INTERNA.-

La atomización por efectos del vapor se lleva a cabo dentro de la boquilla. Son los usados corrientemente en forma amplia, aunque su precio es mucho más elevado, sus beneficios hacen que sean irremplazables. Estos quemadores requieren vapor seco. Si el vapor es húmedo el combustible no será correctamente atomizado. La cantidad de vapor necesaria para atomizar es variable y depende de la habilidad del operador y las condiciones del horno.

Un buen operador en condiciones favorables debe trabajar con una relación combustible / vapor de uno a uno.

2.3.2.2 ENCENDIDO DE UN QUEMADOR.-

- a) No encender los quemadores del horno sin haber vaporizado convenientemente el horno
- b) Se debe asegurar que tanto el Fuel Oil como el vapor fluyan a través de todo el sistema de quemadores antes

de encenderse en el horno

- c) Dejar abierta la mariposa de la chimenea y abrir las -
ventanas de aire del horno solamente para prevenir el
retroceso inicial de la llama.
- d) La antorcha encendida debe ser aplicada en la boquilla
del quemador introduciéndola en el espacio entre el -
cuerpo y el quemador y la mufla del horno. Cuando se
enciende un quemador hay que situarse a cierta distancia
a un lado como precaución. Esto es necesario, -
por un posible retroceso de la llama.
- e) Abrir la válvula del gas o Fuel Oil al quemador.
- f) No quitar la antorcha encendida a menos que se esté se
guro de que el quemador no permita el encendido.
- g) El quemador nunca debe encenderse desde lejos con otro
quemador o por una pared caliente en el hogar.
- h) Regular el funcionamiento del quemador mediante vapor
o aire.
- i) Se debe asegurar que tanto las mangueras de vapor y -
los extinguidores de fuego portátiles estén fácilmente dis
ponibles.
- j) Frecuentemente un solo hombre no puede encender el horno
por si mismo. La distancia al quemador suele ser
demaciado grande al incertar la antorcha como para a
brir al mismo tiempo la válvula de gas o Fuel Oil.
- k) Pedir auxilio si tiene algún problema.

2.3.2.3. AJUSTE DE ELAMA.-

Un buen ajuste de flama es uno de los procedimientos más difíciles de realizar. Para hacerlo correctamente deben balancearse las presiones de caja de fuego, ajustarse los controles de : la mariposa de la chimenea y los registros de aire primario y secundario conforme el horno se calienta el aire que entra al horno se expande.

Lo más difícil en un horno es el encendido mientras más aire entra al horno, mayor será la presión de la caja de fuego para cualquier abertura de la mariposa en la chimenea. Naturalmente si se cierra la mariposa de la chimenea la caja de fuego tendrá una presión positiva y la flama saldrá a través de los registros de aire primario y secundario sin embargo, con una observación cuidadosa los medidores de tiro pueden ajustarse la mariposa a la chimenea para tener el tiro correcto a la caja de fuego.

Puesto que el tiro es creado por el calentamiento de los gases, el único tiro disponible inicialmente al arranque será creado por la altura de la chimenea, la velocidad del viento sobre el tiro de la chimenea y la atmósfera del hogar que ha sido calentado con el vapor de purga. En el arranque inicial, para obtener un buen tiro bajo condiciones atmosféricas razonables, se debe abrir totalmente la mariposa de la chimenea. La entrada de aire primario y se

cundario debe estar abierta aproximadamente un 50%. En la combustión de gas, el aire aspirado suministrará prácticamente todo el aire de combustión requerido para el quemador.

Sin embargo durante el arranque puede existir dificultades para baja velocidad de calentamiento porque el bajo flujo de gas ocasiona retroceso de la flama particularmente con combustibles pobres.

La flama se debe encender con el piloto, pero nunca de otro quemador en donde no se dispone de encendedor piloto la flama se encuentra con una antorcha. En cualquier caso la antorcha o el encendedor piloto deben aplicarse a las tuberías de los quemadores antes de que el gas sea admitido en el quemador. Si se tiene flujo de gas dentro del horno y se aplica a la antorcha se puede producir una explosión.

Habra lentamente la válvula de gas, despues de que el encendedor piloto ha sido prendido, la antorcha encendida ha sido colocada en la boquilla del quemador.

A medida que el gas prende, incrementa ligeramente el flujo de gas a fin de obtener una llama pequeña pero razonable. La válvula reguladora de gas debe estar abierta

ta ligeramente y se debe suministrar la válvula de control una señal de aire de instrumento de 3 PSIG tal que se tendrá 6 PSIG de gas en las boquillas de los quemadores proviendo con este arreglo la mínima posibilidad de que se apague.

Una vez que la flama se ha encendido se debe ajustar el aire secundario y el de aspiración. Se ajusta el aire de aspiración para obtener una combustión completa y evitar el retroceso de la llama (contra explosión) mientras el ajuste de aire secundario permite obtener flama azul con un matiz anaranjado o destellos amarillos en la punta de la flama. Una de las formas de ajustar el aire de aspiración es observando que tan lejos está la flama de la boquilla del quemador. Ajustando el registro de aire de aspiración se puede acercar o alejar la flama de las boquillas. Una distancia de 1/8" a 1/4" es ideal.

La flama demasiado alejada de las boquillas del quemador no es buena y si está justo sobre la boquilla hay posibilidades de contraexplosiones o retroceso de flama.

El ajuste de la flama cuando se utiliza aceite combustible en lo que respecta al control del exceso de aire y la presión de la caja, es el mismo que para un quemador de -

gas, a excepción de que la bayoneta de aceite nunca tendrá un quemador tipo aspirante. Sin embargo en la mayoría de las casa siempre habrá un registro de aire primario y secundario. El ajuste que debe hacerse en este caso es con el vapor de atomización. En general este ajuste se hace cuando se pone la caja en servicio y los quemadores están encendidos.

Usualmente un horno de quemadores opera con una válvula de control atomizada, la misma que mantendrá la relación apropiada de vapor - aceite al calentador en el cabezal. El departamento de instrumentación es el llamado a corregir el ajuste de los controladores si es que se desea cambiar la relación aceite-vapor. Lógicamente el departamento de operación decidirá el ajuste del vapor de atomización en los casos requeridos para obtener una flama apropiada. La flama no debe ser estremadamente blanca. - Esto ocurre cuando hay exceso de vapor de atomización y - si los controladores son movidos a través de su rango de - operación, cualquier instrumento ligero en la relación - vapor-aceite puede extinguir el fuego.

Para que exista una combustión aceptable, el fuego debe ser ligeramente amarillo con matices blanquesinos. - Existe poco vapor de atomización se tendrá una flama humeante. La secuencia de efecto con muy poco vapor es una - flama anaranjada, humeante y eventualmente pérdida de esta.

III.- OPERACION DE UN HORNO.-

3.1. CONDICIONES PARA EL ARRANQUE DE UN HCRNC.-

Las condiciones para el arranque de un horno son - las siguientes a saber:

- a) Inspeccionar el horno en todos los múltiples en tuberías relacionados a fin de asegurarse que todo el equipo esté listo e intacto.
- b) Limpiar todas las clases de vapor y desechos de construcción.
- c) Si se emplea aceite combustible asegurarse que haya circulación en los cabezanos y el combustible tenga la temperatura apropiada.
- d) Asegurarse que todo el condensado sea drenado de las líneas de vapor de atomización y vapor para sofocamiento.
- e) Si se usa aceite, purgar y calentar los quemadores con vapor. Asegurarse que todas las válvulas de vapor estén serradas.
- f) Si se usa gas, antes de conectar los quemadores purgar todos los cabezales de entrada de gas, hacia los quemadores. Cuando están conectados los quemadores purgar tanto los pilotos como los quemadores.

Asegurarse que todas las válvulas de los quemadores y pilotos estén serrados.

- g) Abrir la mariposa de la chimenea.
- h) Purgar la caja de fuego con vapor de sofocamiento hasta

que se observe un flujo visible de vapor a la salida de la chimenea.

- i) Cuando se ha completado la purga y el fluido está circulando a través de todos los tubos del horno, la velocidad de diseño enciende los pilotos.
- j) Con los pilotos encendidos prende un número pequeño de quemadores espaciados uniformemente en la caja de fuego. Ajustar las mariposas a él para obtener una flama limpia. Dejar que el hogar se seque a temperaturas moderadas. Cuando se logre esto elevar las temperaturas a razón de 50 a 100° F. por hora hasta que la temperatura del proceso se normalice, para lo cual se adicionan tantos quemadores como se requieran pero siempre manteniendo uniformemente espaciados.
- k) Cuando un número suficiente de quemadores, para poder operar la válvula de control, están encendidos cambia el suministro de combustible del by-pass a la válvula de control en posición manual.
- m) Conectar el control automático tan pronto como la temperatura en la salida esté dentro del rango del controlador.

Cada quemador opera dentro de un rango de presión específica. Si la presión es demasiado alta, la flama puede alejarse del quemador, se debe poner extrema atención a la presión del combustible durante el arranque.

3.1.1. SECADO DE UN HORNO.-

Es preferible usar fuel gas para el secado sino se dispone de gas un combustible líquido puede ser usado, pero que debe estar libre de sedimento y que se calienta hasta la temperatura requerida para dar la viscosidad apropiada (alrededor de 200 SSU) para una buena atomización y una buena combustión libre de anomalías.

El procedimiento es el siguiente para secar el refractario y el aislamiento antes de que los calentadores sean puestos en servicio.

- 1.- Un volumen pequeño de vapor o aire (N₂) se introducirá en los tubos para su protección.
- 2.- Abri el damper de la chimenea para obtener el máximo tiro. La cámara de combustión se purgará.
- 3.- Encender algunos pilotos de los quemadores, como vayan siendo requeridos en las diferentes secciones del horno y encender los quemadores lentamente de manera que la temperatura indicada por la termocuplas de la salida de la sección radiante se baya incrementando a una velocidad de 10° C. por hora hasta que alcance 120° C. Mantener esta temperatura por 14 horas. En esta operación si se requiere encender algunos de los quemadores principales.
- 4.- Incrementar la temperatura a una velocidad de 10°/h hasta que llegue a 200°C. Mantener esta temperatura

por 14h.

- 5.- Incrementar la temperatura a una velocidad de $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$ hasta que llegue a 350°C . Mantener esta temperatura por 11h.
- 6.- Apagar los quemadores y dejar que baje la temperatura lentamente.

Mantener los registros de aire y el damper completamente cerrado.

- 7.- Cualquier reparación o limpieza de los quemadores se deberá hacer.

NOTAS:

- a) Durante el período del secado la operación de los quemadores se debe rotar frecuentemente para una mejor distribución del calor y para probar los quemadores (encienda más de dos quemadores).
- b) Durante el secado se debe circular por los tubos vapor o aire (N_2) para evitar el sobrecalentamiento del metal.

3.1.2. VAPORIZADO DEL HORNO.-

Una de las condiciones más seguras para no tener la sorpresa de una explosión es el vaporizado, mediante el cual se anula la actividad de una mezcla explosiva dentro del horno.

Antes de incertar una antorcha encendida dentro del horno se debe vaporizar previamente que en condiciones normales consiste en inyectar vapor dentro, del hogar (sección de radiación y sección de convección) a una velocidad adecuada de continuar por lo menos durante 30 minutos despues que el vapor se vea salir por la chimenea.

El vapor se suministra atraves de las conecciones que posee el hogar y tambien por los quemadores mediante las conecciones para atomización que están provistas tambien.

La vaporización del hogar es necesaria antes del encendido de un horno frío y también antes de encender un hogar en que poco tiempo antes se apagaron los quemadores. Momentos antes de vaporizar es bueno asegurarse que todas las conexiones de fuel oil y gas del horno hayan sido correctamente bloqueadas. No confiarse de las válvulas de control (cerrar manualmente).

3.1.3. ALINEAMIENTO DEL SISTEMA DEL HORNO.- (F H 1)

Para poner en servicio las tuberías de carga el sistema de combustibles y servicios auxiliares hay que vaporizar previamente las líneas, hasta estar seguro de que no tengan cuerpos extraños capaces de entorpecer la libre circulación del fluido.

Para evitar la solidificación del gas oil (aceite combustible) se rodea la tubería tanto de aceite como la línea de carga; de venas de vapor para mantener la temperatura de los líquidos, bien alta.

Luego que se abren los cabezales de aceite combustible se continúa abriendo las válvulas de una por una y se procede a drenar los puntos bajos para sacar el condensado.

En la línea de gas hay que ir abriendo lentamente las válvulas tanto del cabezal como las que siguen, de tal manera que la presión se incremente lentamente y no tener en apuros a la sección de Utilidades.

Para poner en servicio el sistema de vapor primeramente hay que drenar todo el condensado abrir los venteos una vuelta, abrir lentamente el cabezal tratando de evitar los golpes de asiento (martillo de vapor).

Cuando ya se encuentre presionado el sistema, cerrar los venteos y drenes, poner en servicio las trampas de vapor.

Se alinean los instrumentos como son: PI (indicadores de presión); TRC (controladores, registradores de temperatura); PRC (controlador, registrador de presión)

3.1.3.1. SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE AL HORNO.-

Vamos hablar acerca de las instrucciones del en
cendido de los quemadores de gas:

- 1.- Chequear todas las válvulas de gas, para verificar -
que esten cerradas.
- 2.- Abrir completamente los registros de aire y el damper
de la chimenea y permitan que se purge por lomenos 5
minutos y dejarlos abiertos.

Purgar el horno con vapor si hay conexiones de va -
por de sofocamiento.

- 3.- Abrir la válvula principal de gas, con esto se tiene
gas disponible en cada válvula de los quemadores, -
los cuales permanecen cerrados.
- 4.- Poner el registro de aire secundario abierto hasta -
la mitad. Ver que el centro del registro de aire -
primario esté completamente abierto.
- 5.- Se provee un piloto de ignición manual preparar una
tea que por lo menos produzca una llama de 46 cm. de
longitud y prenderlo lejos de la línea de gas, incer
tando la tea atraves de la abertura del registro.
- 6.- Incertar la tea atraves del quemador de tal manera -
que pase libremente sobre la boquilla del quemador,
abrir la válvula de admisión del piloto y este debe
encenderse.
- 7.- Lentamente habra la válvula de gas del quemador el -
cual se encenderá instantáneamente y luego ajuste la

llama a las condiciones requeridas para el secado y para las condiciones de puesta en marcha.

Ajustar el registro de aire más externos para el exceso de aire deseado, dejar el aire primario completamente abierto.

8.- encender los quemadores siguiendo los pasos del 4 - hasta el 7 .

9.- Durante la operación normal el registro de aire primario debe estar completamente abierto. Ajustar la abertura del aire secundario, para proveer el exceso de aire apropiado para la combustión.

3.1.3.2. SISTEMA DEL ACEITE COMBUSTIBLE AL HORNO (FH1).-

Vamos hablar acerca de las instrucciones del encendido del quemador de aceite utilizado con vapor.

1.- Asegurarse que el damper esté abierto y que todas las válvulas de aceite combustible estén cerradas.

2.- Circular el aceite hasta que el cabezal esté completamente lleno como el combustible a la temperatura deseada, y de una viscosidad entre 100 a 500 SSU en el quemador, normalmente el Fuel Oil se da de 200°F. - osea 93.3°C.

3.- El registro de aire secundario debe estar abierto aproximadamente la mitad.

4.- Abrir la válvula de vapor de purga hacia la boquilla-

hasta que las líneas de aceite y vapor estén completamente calientes calentarlas solo con vapor.

- 5.- Cerrar la válvula de purga y ajuste la válvula de vapor de 3.5 - 4.2 Kg/cm² de presión.
- 6.- Encender el quemador de gas y ajustar su presión de 1/2 a un 1 PSIG (0.035-0.07 Kg/cm². Si no hay gas disponible use una tea para encender el quemador, se dilo incertará por el registro secundario de aire hasta el área del spray y el aceite.
- 7.- Abrir la válvula de aceite gradualmente hasta que la ignición se establezca.
- 8.- Si el aceite no se enciende cuando está siendo atomizado, cerrar las válvulas de vapor y aceite, chequear los siguientes puntos:
 - a) Combustible muy frío
 - b) Vapor muy húmedo
 - c) Las líneas de vapor o aceite parcialmente obstruidas.
 - d) Las entradas de aceite de vapor a la boquilla están taponadas (si c) o d) ocurre se debe desarmar el atomizador y limpiarlo antes de intentar encenderlo nuevamente).
- 9.- Después de que el quemador se ha encendido ajustar la válvula de aceite para la capacidad requerida y la válvula de vapor para obtener una llama brillante y limpia.

10.- Despues de que se ha establecido la ignición ajus -
tar el cañon de spray hacia abajo o hacia arriba co
mo se requiera de manera que el spray pase justo al
tope de los ladrillos. Si el cañon está muy bajo -
dará lugar a una coquización si el ladrillo rpima -
rio está muy bajo. Si está muy arriba del ladrillo
resultará que la estabilidad del quemador sea defi
ciente.

También aqui se coquisará la boquilla del quemador
y eventualmente la cotización de los ladrillos. Es
importante para el mantenimiento, que el cañón esté
localizado apropiadamente.

11.- Ajustar el registro secundario para los requerimiento
s la presión de vapor debe ser de 1.4 a 2.11 Kg/cm²
sobre la presión de aceite, cuando se está usando -
la serie EA de cañones de atomización. La presión
debe ajustarse para dar una llama brillante y limpia
Se aparece a un chisporoteo la llama se debe chequea
r el cañon para ver si tiene un taponamiento o el -
aceite está muy frio.

Para apagar el quemador de aceite abrir gradualmente -
te la válvula de purga y al mismo tiempo cerrar la-
válvula de aceite. Continuar este procedimiento cui
dadosamente hasta que la válvula de aceite esté com
pletamente cerrada y la purga completamente abierta.
Esto purgará a las líneas de aceite que llegan al -

quemador, esto debe hacerse a presión reducida de vapor.

Este quemador está diseñado para operar con aceite o gas o la combinación de los dos.

Sin embargo se recomienda que cuando sea posible se trabaje con uno de los dos combustibles. Se puede obtener encendiendo alternadamente el gas y el Fuel Oil. Si el quemador a estado operando por un período largo es preferible dejar que una cantidad que es pequeña de vapor salga por la voquilla durante unos 30 minutos, para evitar la oxidación de la boquilla.

3.2. FUNCIONAMIENTO DE UN HORNO.-

El funcionamiento de un horno lo podemos simplificar por el funcionamiento de sus partes que conjuntamente apoyan a suministro y transferencia de vapor como también aislarlo del ambiente exterior.

El calor está proporcionado directamente de la combustión del combustible en presencia del oxígeno donado por el aire del ambiente.

El dispositivo donde se inicia la combustión es el quemador que puede ser de gas o aceite combustible.

- a.- Si el quemador es de gas se utiliza el sistema de inyección, ya que el flujo de gas a presión es lanzado a través de una vayaneta y va arrastrando consigo el aire para iniciar la combustión.

El aire entra ppor unos orificios y se lo denomina aire primario.

- b.- Si el quemador es de aceite la combustión se hace quemando aceite previamente calentado y a presión en presencia de vapor que hace de atomizador. Con el aceite atomizado se proyecta la cámara de combustión haciendo turbulencia que desprende combustible vaporizado y suministrar el aire necesario para producir combustión completa.

Tanto el calor de combustión como las partículas desprendidas dan la temperatura de operación que es la requerida. Esta temperatura es transferida por radiación y convección hacia los tubos y de estas por conducción al líquido de procesos.

Los gases de combustión calientes se elevan saliendo una gran cantidad por la chimenea, produciendose una presión negativa en el hogar, dando lugar e la entrada de aire secundario a través de las rejillas produciendose una secuencia monótona. La buena fun

ción del horno está dada por el ajuste correcto de la flama y el tiro para utilizar optimamente la temperatura, ya que si la combustión es mala en vez de calentar se enfría produciéndose el fenómeno de retraso de quemada o bola de humo.

3.2.1. VARIABLES DE OPERACION.-

Como en todo proceso de refinación las variables de operación en el horno (FH1) son temperaturas, presión, flujo (de carga y combustible).

La relación de proporción de carga es directa a la temperatura por lo tanto la necesidad de obtener mayor temperatura para compensar la mayor cantidad de carga fría repercute en aumentar la presión de salida del gas o del aceite combustible a los quemadores.

Como un incremento de flujo en el quemador habrá mayor arrastre de aire que pasa por las mirillas y por ende la presión interna del horno variará también.

Con esto hemos demostrado que las variables de operación son correlacionadas.

3.2.1.1. CARGA.-

Se define como carga de la unidad de Cracking Ca

talítico fluído, residuo que sale de los fondos de la unidad de vacío, que se la conoce como gasoleo. Que es de gravedad específica definida, con poco porcentaje de azufre, de color negro verdoso por la cantidad de carbón y no debe tener nada de metal.

3.2.1.2. TEMPERATURA.-

Es la variable más importante del horno, si es posible se sacrifican las demás variables para mantener la temperatura deseada.

La temperatura se la puede variar manualmente desde el campo (planta) manipulando las válvulas que regulan la entrada del combustible.

También se la puede regular desde el tablero de control por medio de un TRC que acciona una válvula de control que regula el flujo del combustible. Desde el tablero se regula manualmente a nuestra voluntad o en forma automática, en remoto de acuerdo a la cantidad de carga.

3.2.1.3. PRESION/-

Es importante determinar la presión en el hogar y esta acción se la llama medición del tiro.

La presión a nivel del piso normalmente es alrededor

es alrededor de - 05" de agua.

NOTA: Esta es una presión negativa por lo tanto, para obtener la presión absoluta se la debe restar de la presión atmosférica.

La presión en el techo del horno en el hogar normalmente es de - 0.05" de agua que también esta es una presión negativa.

3.2.1.3.1. TIRO.- DEL HORNO.-

La estructura entera del horno debe estar sellada de aire para una operación eficiente del horno por lo tanto - todo el aire debe entrar a los quemadores.

Un escape de aire en cualquier parte del horno reduce la eficiencia y aumenta el costo de operación.

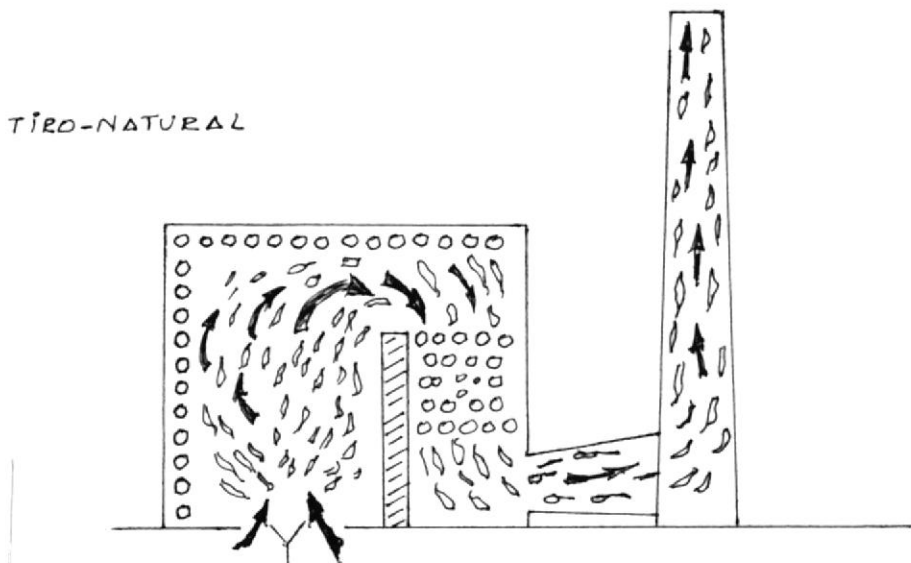
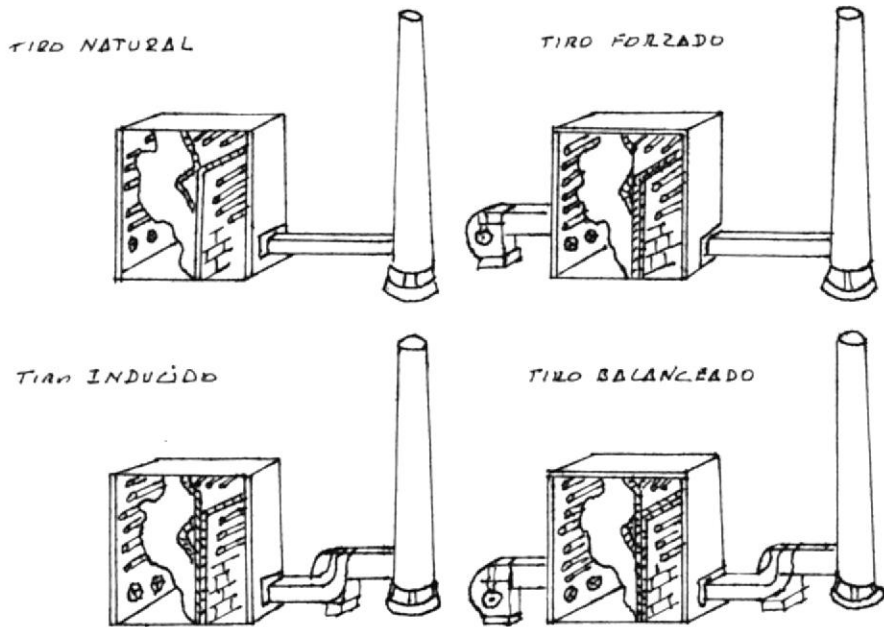
El tiro es una ligera diferencia de presión que produce el flujo de gases a través del horno y sucede de la siguiente forma:

Si un recipiente abierto en la cima se calienta en el fondo, el aire caliente sale por la cima al entrar el aire fresco por el fondo que es frío entonces el aire caliente por ser más ligero sube, ya que ejerce presión que el aire fresco en el horno F H 1 que es de tiro natural , y el tiro se mantiene por la chimenea.

de compresión calientes se elevan en el horno -
Los pesan menos de que el aire fresco que se encuentra
r del agua.

VER FIG. Nº 18 y 19

TIROS DE UN HORNO.-



IV.- ANALISIS DE CAMPO Y LABORATORI DE GASES DE COMBUSTION.

Los gases de combustión deben analizarse para medir la cantidad de aire que entra enel horno.

El aire es una mezcla de gases constituídos por -
oxígeno (O 2) 21%

Nitrógeno (N 2)

Argón (A r)

Anhídrido 79%

carbónico (CO2)

Otros gases

Para los cálculos relativos a la combustión basta suponer -
sin cometer errores apreciables que un métro cúbico de ai-
re contiene 0.21 m³ de oxígeno y 0.79 m³ de nitrógeno, o -
sea 200 de O2 y 790 litros de N2.

Los principales elementos que forman parte de los -
combustibles usados son:

Carbono (C)

Hidrógeno (H2)

Oxígeno (O2)

Nitrógeno (N2)

Asufre (S)

Cenizas (Para los combustibles líquidos y sólidos)

Ahora veremos que al quemar carbón con suficiente aire produce dióxido de carbono (C O 2)



Si quemamos el carbón con menos aire que el caso anterior da origen al monóxido de carbono y se dice que la combustión ha sido incompleta



El hidrógeno quemado produciendo vapor de agua



4.1. DATOS DE LAS CONDICIONES DE PROCESO DEL F H 1.-

CONDICIONES DE OPERACION A 360°C EN LA SALIDA DE LA CARGA			
ABERTURA DEL DAMPER	50%		
	Flujo m ³ /h.	Presión Kg/cm ²	TEMPERATURA °C
Aceite	0.75	1.2	156
Gas	756	3.5	36
Vapor		5.1	211

4.2. MUESTRA DE GASES DE COMBUSTION.-

Para tomar la muestra de gases de combustión es nece

sario utilizar dos instrumentos de laboratorio llamados;

1) Pera

2) Balón

Procedimiento.- Se retira el aire existente tanto de la pera como del balón haciendo introducir gas de combustión y drenándolo , se repite esta operación por varias veces.

Con la pera se absorbe el gas de diferentes partes - del horno e indistintamente se introduce en el balón para llevarlo al laboratorio para su análisis.

4.3. ANALISIS DE PRUEBAS ORZAT.-

El gas de combustión puede analizarse de varias formas. Se puede usar un forzat para analizar o probar gas de combustión.

Se utilizan reactivos que activan como absorbedores de los elementos que nos interesan del gas de combustión.

Cloruro cuproso	Para	C O
Hidróxido de potacio	"	C O 2
Pirogalol	"	O

En un punto de muestreo un volúmen medido de gas de combustión se trae al tubo de medición .

Un absorvedor mide el porcentaje de oxido de carbono en el gas de combustión, otro mide el porcentaje de oxígeno y el siguiente el porcentaje de monóxido de carbono.

ANALIZADOR DE GASES.-

FIG. N° 20

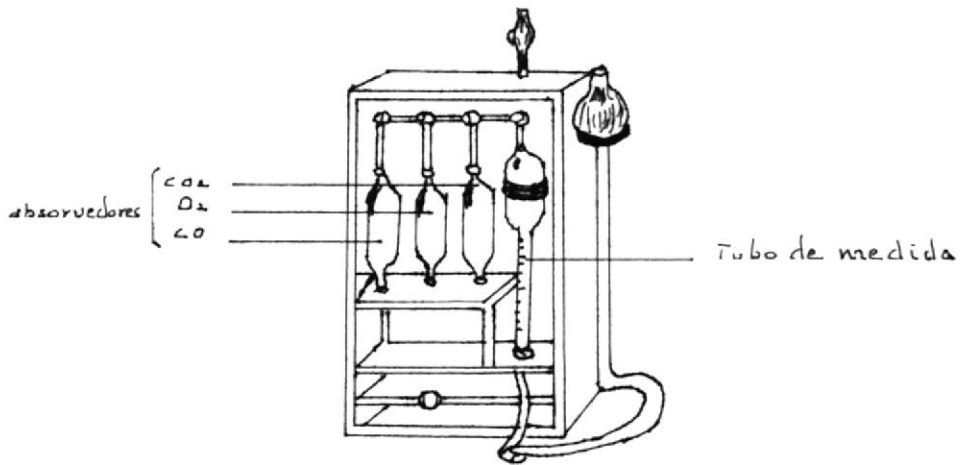
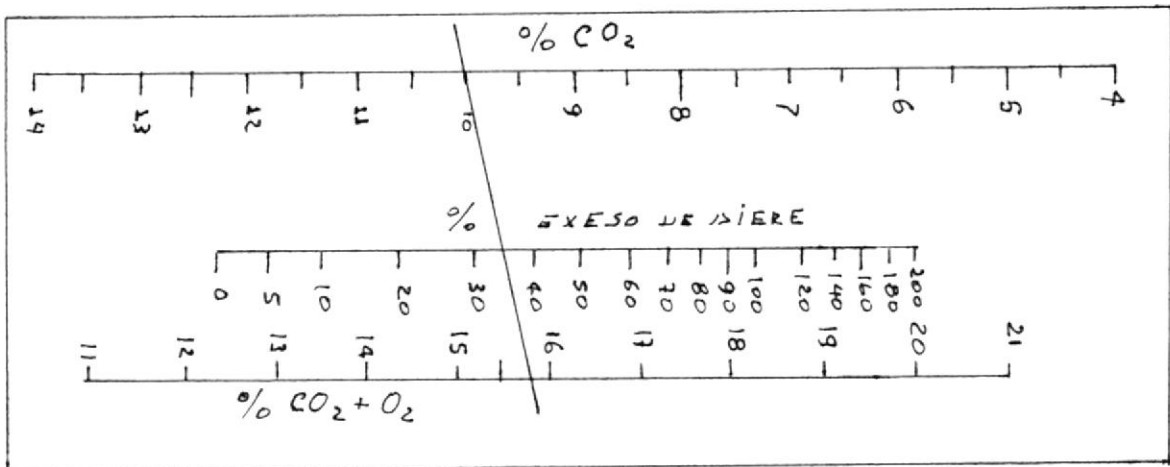


FIG. N° 21

TABLA PARA ANALISIS DE COMBUSTION .-



Una vez que el porcentaje de oxido de carbono más - el porcentaje del oxígeno del orzate se conoce, los porcentajes se marcan en una tabla y se obtiene el exceso de ai re.

1.- MUESTRA %

O	5.75%	
CO ₂	10 %	C O 2 + O = 15.75 %

La cantidad de aire en exceso y cerca del 36%.

2.- MUESTRA

C O 2	11%	
O 2	3%	C O 2 - O ₂ = 14.%

Marcando estas lecturas en la tabla se traza una - línea entre ellas dando el exceso de aire cerca del 15% - como indica en la fig. N° 21.

V.- CONCLUSIONES PARA LLEGAR A UNA OPTIMIZACIÓN Y RENDIMIENTO.-

Para que produzca un buen quemado y desprendimiento ace aceptable de calorías según los análisis de laboratorio , el porcentaje de dióxido de carbono no debe ser menor al 12%, porque de ser así correría el riesgo de producir humo al variar ligeramente el tiro.

Normalmente una eficiente combustión se logra con un

15 a un 20 % de exceso de aire para el caso de los quemadores en los hornos es más compleja de lo que indican las ecuaciones de combustión.

Los medios fundamentales para que cada horno sea eficiente son tres:

- 1.- El combustible debe ser preparado convenientemente para producir buena combustión.
- 2.- El combustible y el aire deben ser mezclados juntamente en una porción rica en el tiempo conveniente y a la temperatura apropiada para la combustión y la ignición.
- 3.- Cuando se quema gas solamente se necesita el correcto volúmente de aire y asegurarse un completo mezclado del mismo y encambio cuando se quema Fuel Oil debe haber una buena atomización.

VI.- COMPARACION DE COSTOS.-

6.1. CUADRO DE EXPERIENCIAS:

	Combustión deficiente	Comb. eficiente
Agua calentada	0.450 m ³ /h.	0.450 m ³ /h.
Aumento de temperatura	17°c.	17°c
Porcentaje de CO ₂	6%	12%
Exceso de aire	150%	30%

Temperatura de chimenea	232	177
Combustible	1.81Kg/h.	1.59Kg./h

6.2. CALCULOS.-

Es decir que una buena eficiencia en la combustión - se obtiene una economía de combustible del 12,5% que expresado en \$ resulta lo siguiente:

$$1.81 \text{ Kg/h.} - 1.59 \text{ Kg/h} = 0.22 \text{ Kg./h.} = 0.22 \text{ dcm}^3/\text{h.}$$

Se ahorra $0.22 \text{ dcm}^3/\text{h}$ $2.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{h}$ de Fuel Oil

1 Barril 42 galones (Us)

1 Galón(US) $3.785 \text{ (dcm}^3)$

1 Barril 158.97 dcm^3

1 Barril 0.159 m^3

Convertir $2.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{h}$ a barril hora

$$2.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{h} \times 1 \text{ barril}/0.159 \text{ m}^3 = 13.84 \times 10^{-4} \text{ b/h.}$$

1 Barril de Fuel Oil cuesta \$ 2.340 sucres por lo tanto en una hora se ahorra:

$$13.84 \times 10^{-4} \times \$ 2.340 = \$ 32.385,6 \times 10^{-4} = 3.24 \$/\text{h}$$

En un año se ahorra la siguiente cantidad :

$$8760 \text{ h} \times \$ 3.24/\text{h} = \$ 28.382.4$$

En un año se ahorra la considerable cantidad de \$28.382.4

B I B L I O G R A F I A
=====

- Capacitación.- Operación de hornos.- Empresa Colombiana de Petróleos.- Complejo Industrial de Refinación Petroquímica Barranca Bermeja.- Febrero de 1974.

- Manual de operación de Desintegración Catalítica.

Concentración de gases

Mercox gasolina

Mercox Gases

Secra.- 1977

- Capacitación.- Curso Tyro volumen 3.- 1976.

Manual de operación de Refinería "Hornos".- UOP.