

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**“CONVERSIÓN DE CALDERAS DE PETROLEO
INDUSTRIAL R-500 A GAS NATURAL EN UNA PLANTA
TEXTIL”**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECANICO**

JUAN JOSE PONTE MORILLO

PROMOCION 2001-I

LIMA-PERU

2009

PRESENTACIÓN

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería Mecánica; Señor Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Señores integrantes del jurado.

Como Bachiller en Ingeniería Mecánica, y de conformidad con las disposiciones del Reglamento de Grados y Títulos vigente a la fecha, presento el Informe de Ingeniería, obtenido como fruto de mi trabajo en la Empresa: FLOSYTEC S.A.C. al Jurado Dictaminador corresponde, esperando se me permita obtener el Título Profesional en Ingeniería Mecánica.

Lima, AGOSTO DEL 2009

Bachiller: JUAN JOSÉ PONTE MORILLO

DEDICATORIA

Un eterno agradecimiento mis
padres quienes supieron guiarme
en los momentos difíciles y que
en ningún momento de mi vida
los olvidaré

También quiero agradecer
a mi Familia, compañeros
de trabajo por su gran estima
y cariño.

INDICE

PROLOGO	01
CAPITULO 1	
1.0 INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes	03
1.2 Objetivos	05
1.3 Alcances	05
1.4 Limitaciones	05
1.5 Descripción de la empresa	05
1.5.1 Organigrama	06
CAPITULO 2	
2.0 FUNDAMENTO TEORICO Y TECNICO	
2.1 Gas Natural	08
2.1.1 Composición	08
2.1.2 Reservas de gas	09
2.1.3 Características Físico-Químicas	11
2.1.3.1 Densidad	12
2.1.3.2 Poder Calorífico	13
2.2 Combustión	13
2.2.1 Tipos de Combustible	14
2.2.1.1 Combustibles sólidos	15
2.2.1.2 Combustibles líquidos	16
2.2.1.3 Combustibles gaseosos	17

2.2.2	La reacción de combustión	18
2.2.3	Estequiometria de la combustión.	20
2.2.3.1	Volumen de oxígeno y aire teórico para la combustión	21
2.2.3.2	Exceso de aire	22
2.2.4	Condiciones para la combustión	24
2.2.4.1	Temperatura de inflamabilidad	25
2.2.4.2	Limites de inflamabilidad	25
2.2.4.3	Temperatura de ignición	26
2.2.4.4	Fenómenos de inestabilidad de la llama	27
2.3	Calderas	28
2.3.1	Tipos de Calderas	29
2.3.1.1	Calderas Pirotubulares	30
2.3.1.2	Calderas Acuatubulares	32
2.3.1.3	Calderas de Aceite Térmico	34
2.4	Quemadores	36
2.4.1	Quemadores para combustibles gaseosos	38
2.4.1.1	Quemadores abiertos de tiro natural	38
2.4.1.2	Quemadores sellados mecánicamente tiro forzado	39
2.4.1.3	Sistema de quemador con premezclado	40
2.4.1.4	Sistema de quemador con mezclado en boquilla	40
2.4.2	Quemadores para combustibles líquidos	41
2.4.2.1	Quemadores de gasificación o vaporización	43
2.4.2.2	Quemadores de pulverización o atomización	44
2.4.3	Quemadores duales gas – líquido	47

CAPITULO 3

3.0 SELECCIÓN DE EQUIPOS

3.1	Normativa	51
3.2	Selección para el primer equipo de consumo	53
3.3	Selección para el segundo equipo de consumo	85
3.4	Selección para el tercer equipo de consumo	89
3.5	Selección para el cuarto equipo de consumo	92
3.6	Diagramas de proceso e Instrumentación (P&ID)	95

CAPITULO 4

4.0 MONTAJE, PRUEBAS Y FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

4.1	Montaje	98
4.1.1	Del Quemador	98
4.1.2	De las Tuberías	101
4.2	Pruebas	103
4.2.1	Del Quemador	103
4.2.2	De las Tuberías	106
4.3	Regulación del quemador	106
4.4	Funcionamiento	117
4.4.1	Secuencia de Operación	118
4.4.2	Apagado Automático	124
4.4.3	Apagado Manual	124
4.4.4	Falla de llama	125

CAPITULO 5

5.0 VENTAJAS COMPARATIVAS

5.1	Ventajas Económicas	126
5.2	Ventajas Medioambientales	131
5.3	Ventajas en Seguridad	133

	CONCLUSIONES	134
--	---------------------	-----

	RECOMENDACIONES	135
--	------------------------	-----

	BIBLIOGRAFÍA	136
--	---------------------	-----

PLANOS

Planos de Instalación

Planos P&ID

ANEXOS

Anexo 1.- Trenes de gas

Anexo 2.- Hojas técnicas de los equipos y accesorios

Anexo 3.- Hojas técnicas de los materiales refractarios

Anexo 4.- Plan de mantenimiento del quemador

PROLOGO

Si el siglo XIX fue el siglo del carbón, el siglo XX fue del petróleo, el siglo XXI será el siglo del gas natural, ya que el gas metano es un combustible menos contaminante y requiere menores inversiones para cumplir con reglamentaciones ambientales, que cada vez serán más exigentes y el banco mundial lo declaró como gas noble, y en la conferencia mundial de energía celebrada en Tokio en 1995 declaró al gas natural como el combustible alternativo con mejores opciones de desarrollo para su masificación a futuro.

En el presente informe trataremos la conversión de calderas a gas natural, para lo cual he creído conveniente dividirlo en 5 capítulos, para su mejor comprensión.

En el primer capítulo es la introducción, aquí se explica los antecedentes, objetivos, alcances y limitaciones del mismo, así como también una breve descripción de la empresa.

El segundo capítulo tocara los fundamentos teóricos y técnicos, que hay que saber para realizar la conversión de las calderas, tales como las bondades del gas natural, tipos de calderos en la industria, tipos de quemadores y su funcionamiento.

En el tercer capítulo veremos, la normativa existente a tener en cuenta, el desarrollo de la ingeniería para la conversión de las calderas, la selección de equipos a usar y el cálculo de presión de los trenes de gas.

En el cuarto capítulo se verá la instalación del quemador en el caldero, los aspectos a tener en cuenta como, el montaje, la preparación del refractario, las pruebas de seguridad que se realizan para asegurar que la instalación ha quedado conforme.

En el quinto capítulo se muestran las ventajas económicas, tales como ahorro por precios de combustible, el periodo de recuperación del capital invertido, las ventajas ambientales y las ventajas en cuanto a seguridad que posee el gas natural.

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

La empresa en cuestión se desarrolla en el rubro textil, desde sus inicios usó petróleo industrial residual R-500, en ese entonces, económicamente era rentable, ahora se presenta una realidad diferente, ya se cuenta con gas natural y ya la mayor parte de empresas industriales han cambiado de matriz energética.

Posee 04 equipos térmicos:

1er equipo

Caldero Pirotubular de 2 pasos

Marca : Cyclotherm

Modelo : C - 5200

Consumo: 6300MBH

2do equipo

Caldero Pirotubular de 2 pasos

Marca : Cyclotherm

Modelo : C - 7000

Consumo: 8400MBH

3er equipo

Caldero de Aceite Térmico

Marca : Konus

Consumo: 3968MBH

4to equipo

Caldero de Aceite Térmico

Marca : Konus

Consumo: 6348MBH

Debido a los tiempos de hoy en el que hay que ser competitivos para la supervivencia en el mercado global, mejorar en los puntos de la calidad del producto y disminuir en lo posible los costos de producción del mismo, para que este pueda tener una ventaja comparativa con el resto de la competencia. A partir de aquí el gas natural se presenta como una solución, para disminuir los costos directos de producción. La conversión de las calderas se desarrolló en el año 2006 y hasta la fecha viene trabajando en forma continua de la misma manera.

Por otra parte FLOSYTEC SAC la empresa en la que laboré se dedica a la venta, instalación y montaje de quemadores industriales, y es común hacer estos trabajos en la industria textil, minera, alimentaria, siderúrgica y fundición de metales. FLOSYTEC SAC representa marcas americanas de quemadores aquí en el Perú así como WEBSTER y MAXON.

1.2 Objetivos

El objetivo es cambiar el combustible de petróleo industrial R-500 a gas natural para bajar los costos de producción en la empresa, y así mismo mejorar las condiciones ambientales.

1.3 Alcances

Para el presente informe solo se tendrá en cuenta el desarrollo de la ingeniería para la línea del tren de gas y lo que respecta al quemador, siendo similar el procedimiento tanto en calderas como también en líneas de proceso.

1.4 Limitaciones

No se considerará el cálculo, ni detalles de alguna forma con otra parte del proyecto, como por ejemplo la estación de regulación primaria, ni de las estaciones de regulación secundaria, así como tampoco del tendido de la línea de gas dentro de la planta.

1.5 Descripción de la empresa

En sus inicios a comienzos del año 1998, empezó a trabajar en la venta e instalación de equipos de bombeo, ganando la representatividad de marcas como: Milthon Roy, Tuthill, Wilden, March, Burks, Amot, Ventimec, Hoffman, Q-pumps, entre otros . A través de los años y de la experiencia en el rubro, le ha permitido hacerse de una cartera de clientes confiables, fieles y satisfechos.

A comienzos del 2005, la gerencia decidió abrir el área térmica en la empresa, esto debido a la llegada del gas natural. Entro a tallar específicamente en conversión de equipos térmicos, tales como calderas, secadores, hornos, calentadores para sus diferentes aplicaciones, estos dentro de empresas en sus diferentes rubros, tales como textiles, industrias alimentarias, empresas mineras, siderúrgicas, fundiciones, en general para toda la variedad en la industria peruana. Entre las cuales tenemos a : Aceros Arequipa, Mepsa, Textil San Cristóbal, Tintesa, Nettelco, Quimpac, Terrot, Nuevo Mundo, Sudchemie, Goodyear, Jean Export, Lavindustrias, Nestle, Minera Luren, entre otros.

A raíz de la buena relación de la empresa, esta decidió entrar a el rumbo de la construcción, aunque esta etapa recién se está dando, ya lleva algunos proyectos ejecutados.

1.5.1 Organigrama

Esta es la representación grafica simplificada de la estructura formal que ha adoptado la empresa; como se puede observar esta estructura organizacional resulta sin muchos niveles jerárquicos lo que permite desarrollar acciones y tomar decisiones en forma dinámica.

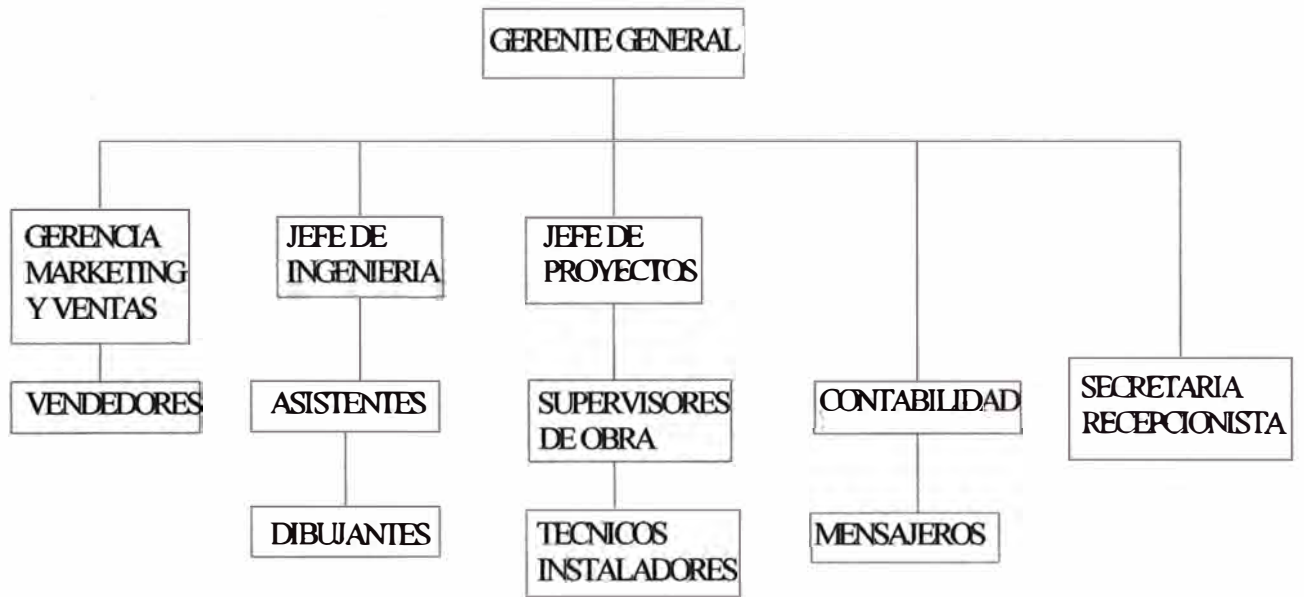


Fig. 1.1. Organigrama de la empresa

CAPITULO 2

FUNDAMENTO TEORICO Y TECNICO

2.1 Gas Natural

El gas natural es el combustible fósil con menor impacto medioambiental de todos los utilizados, tanto en la etapa de extracción, elaboración y transporte, como en la fase de utilización

El gas natural no es ni corrosivo ni tóxico, su temperatura de ignición es elevada (540°C) y posee un estrecho intervalo de inflamabilidad, lo que hace de él un combustible fósil seguro en comparación con otras fuentes de energía. Además, por su densidad relativa de 0,60, inferior a la del aire (1,00), el gas natural tiene tendencia a elevarse y puede, consecuentemente, desaparecer fácilmente del sitio donde se encuentre.

2.1.1 Composición

El gas natural está constituido por el conjunto de hidrocarburos de las series parafínicas que incluye el metano, y está compuesto por moléculas

de energía que contienen muy pocas impurezas y son de combustión limpia. El principal componente del gas natural es el metano y usualmente el contenido de metano en el gas natural es no menor del 80%.

Tabla 2.1. Composición del gas natural

Componente	Formula	% Molar (ni)	% Volumen (vi)	% Masa (gi)
Nitrógeno	N ₂	0,723	0,725	1,141
Dióxido de Carbono	CO ₂	0,263	0,262	0,647
Metano	CH ₄	88,091	88,166	79,425
Etano	C ₂ H ₆	10,355	10,284	17,364
Propano	C ₃ H ₈	0,545	0,535	1,324
Isobutano	C ₄ H ₁₀	0,012	0,012	0,038
Normal-butano	C ₄ H ₁₀ N	0,013	0,013	0,042
Iso-pentano	C ₅ H ₁₂ I	0,001	0,001	0,004
Normal-pentano	C ₅ H ₁₂ N	0,001	0,001	0,003
Otros Hidrocarburos	C ₅ +	0,002	0,002	0,011
Oxígeno	O ₂	-----	-----	-----
Helio	He	-----	-----	-----

2.1.2 Reservas de gas

Con respecto a la definición de las reservas de gas, no hay algo preciso y generalmente aceptado por todos los países. Existen variaciones pero los términos conocidos en todos los casos son:

- Reservas probadas
- Reservas probables
- Reservas posibles

Las reservas probadas de gas natural, o líquidos de gas natural, son las cantidades estimadas de estos hidrocarburos basadas en las informaciones geológicas y de ingeniería obtenidas mediante los métodos actualmente utilizados, que demuestren con razonable certeza que pueden ser recuperadas. Las reservas probables son aquellas que en base a evidencias de gas, o de líquidos de gas natural, son susceptibles de ser probadas. Las reservas posibles están constituidas por las reservas que pueden existir, pero que la información disponible no permite darle una clasificación superior.

En un campo de gas, de determinada área, se puede considerar como su máxima reserva total a la suma de sus reservas probadas, más el 50% de sus reservas probables, más el 25% de sus reservas posibles.

Las reservas de gas se miden en millones de metros cúbicos o de pies cúbicos. Es muy importante, para evitar errores en la interpretación de billones y trillones, utilizar el exponente correspondiente y que en el caso de trillones americanos es el 10^{12} y en el Sistema Métrico Internacional (SI) es 10^{18} . En el caso de billones, para el SI es 10^{12} y en el americano 10^9 .

Aquí en el Perú según reporte del Ministerio de energía y Minas muestra que en Camisea se tienen:

Tabla 2.2. Producción Lote 88

	Gas Original In Situ (TCF)	Recuperable de Gas Seco (TCF)	Producción de Gas Natural (TCF)	Reservas Recuperables de Gas Seco al 31.12.08 (TCF)
SAN MARTÍN	5.20	4.01		3.76
CASHIRIARI	8.83	6.99		6.99
LOTE 88	14.02	11.00	0.25 *	10.75

*Producción acumulada hasta el 31.12.2008

Tabla 2.3. Producción Lote 56

	Gas Original In Situ (TCF)	Recuperable de Gas Seco (TCF)	Producción de Gas Natural (TCF)	Reservas Recuperables de Gas Seco al 31.12.08 (TCF)
PAGORENI	3.48	2.95		2.92
MIPAYA	0.59	0.44		0.44
LOTE 56	4.07	3.39	0.02 *	3.37

*Producción acumulada hasta el 31.12.2008

En resumen el proyecto Camisea (Lotes 88 y 56) tienen al 31-12-08

reservas probadas de 14.11 TCF

2.1.3 Características Físico-Químicas

El gas natural es incoloro, inodoro, inflamable y más liviano que el aire. Se presenta en su forma gaseosa hasta a una temperatura de -161°C , a mas bajas temperaturas lo podemos tener en estado líquido. Por razones de seguridad, para el consumo se le añade mercaptano, un agente químico que le da un olor a huevo podrido, con el propósito de detectar una posible fuga de gas.

El volumen que ocupa una masa dada de gas varía principalmente con la presión aunque también con la temperatura; por esta razón al hablar de un volumen de gas se necesita especificar a qué presión y temperatura está medido ese volumen o, lo que es más común, medir ese volumen a las mismas condiciones de presión y temperatura siempre. Estas condiciones de presión y temperatura establecidas como de referencia para medir el volumen de un gas se conocen como condiciones base y aunque pueden ser cualquier valor de P y T, tradicionalmente se toman como condiciones base:

Condiciones Estándar es aquella en donde $T = 60\text{ }^{\circ}\text{F}$ y $P = 14.7\text{ psia}$

Condiciones Normales es aquella en la que la $T = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $P = 1\text{ atm}$

2.1.3.1 Densidad

La densidad del gas natural es de 0.78kg/m^3 . La unidad de densidad en el SI es el kilogramo por metro cúbico y se representa por ρ (Rho). Las densidades de los gases y vapores, varían grandemente con la presión y la temperatura.

Densidad Relativa de un gas es la relación que existe entre la densidad de un gas y la densidad del aire, si esta presenta un valor mayor a 1 indicara que el gas es más pesado que el aire y por lo tanto, se acumulara en los niveles inferiores, por el contrario si un gas presenta una densidad relativa inferior a 1, este tendera a

desplazarse hacia niveles superiores o a disiparse en la atmósfera rápidamente

La densidad relativa del gas natural es 0.64 a condiciones estándar

2.1.3.2 Poder Calorífico

Es la máxima cantidad de calor que puede transmitirse de los productos de la combustión completa de un combustible, cuando estos son enfriados desde la temperatura de llama adiabática hasta la temperatura inicial de la mezcla (aire-combustible). Se expresa por unidad de masa o volumen de combustible. Para los combustibles gaseosos, se expresa en BTU/pie³ o Kcal/m³ en condiciones estándar de operación.

- Poder calorífico Superior. Es el que se obtiene cuando el vapor de agua formado durante la combustión se condensa totalmente, al enfriar los productos hasta la temperatura de los reactantes. Para el gas natural tenemos $PCs = 1000 \text{ BTU/pie}^3$.
- Poder Calorífico Inferior. Es el que se obtiene cuando el vapor de agua no condensa, al enfriar los productos hasta la temperatura de los reactantes. Para el gas natural $PCi = 900 \text{ BTU/pie}^3$.

2.2 Combustión

Combustión es la combinación química violenta del oxígeno con materiales llamados combustibles, que produce desprendimiento de calor y formación de llama. Para que se produzca la combustión, las 3 condiciones ya nombradas

deben cumplirse, es decir que sea: una combinación química, que sea violenta y que produzca desprendimiento de calor. El avance de la combustión ocurre por reacciones rápidas en cadena, que se sucede en etapas, las cuales dependen del tipo de combustible que se utilice, ya sea gas, líquido o sólido. También es necesario que la temperatura en algún punto de la mezcla de oxígeno y combustible, adquiera un determinado valor.

Todos los combustibles utilizados en los diversos procesos industriales están constituidos principalmente por dos sustancias químicas, el carbono y el hidrógeno los cuales están unidos entre sí, formando los diversos combustibles utilizados.

La reacción de combustión es controlada por factores internos como composición y características del combustible como por factores externos como concentración, temperatura inicial del gas y la forma de mezclar el aire de combustión.

Cada tipo de combustible requiere particular manejo y reacciona a diferente velocidad, por tanto exige apropiado diseño para un sistema de combustión eficiente, económico y limpio. Claramente, las propiedades del combustible están relacionadas con los requerimientos del diseño del sistema.

2.2.1 Tipos de Combustible

Diferentes tipos de combustibles son utilizados industrialmente en los procesos de combustión. Su selección depende de múltiples factores como

son su costo, su disponibilidad en el mercado, su transporte, la reglamentación ambiental, entre otros.

2.2.1.1 Combustibles sólidos.

Las principales características de los combustibles sólidos están referidas al poder calorífico, el contenido de material volátil, contenido de cenizas, contenido de humedad, temperatura de fusión de las cenizas, granulometría y características aglomerantes del sólido.

Los combustibles sólidos son usados pulverizados o en suspensión y lechadas; en el primer caso, es transportado por aire, en otros casos el sólido es llevado por bandas transportadoras y quemado en parrillas que pueden ser fijas o móviles. En el segundo caso, el carbón mediante la adición de tensoactivos y mezclado con agua o hidrocarburo forma una emulsión o lechada que facilita su transporte manejándose como si fuera un líquido.

El proceso de combustión de un sólido esta dividido en cuatro períodos o fases a saber:

a) Secado del combustible: Mediante un proceso de secado se busca eliminar el contenido de humedad presente en los combustibles sólidos tales como el carbón, madera, bagazo, biomasa, etc. Parte de

la energía generada en el proceso de combustión es utilizada para secar el combustible, como consecuencia de ello se ocasiona una disminución de temperatura en la cámara y una disminución en la velocidad del proceso de combustión.

b) La volatilización: Generación de vapores combustibles por incremento de temperatura del combustible sólido.

c) Al aumentar la temperatura debido a la combustión de los primeros hidrocarburos que queman se alcanzan las condiciones para que se quemen los hidrocarburos menos volátiles, casi todos los componentes activos del combustible.

d) Quemadas todas las sustancias volátiles, la llama se apaga, quedando las cenizas del sólido, conformada principalmente por la escoria y los componentes inactivos.

2.2.1.2 Combustibles líquidos.

Principalmente mezclas de hidrocarburos derivados del petróleo por medio de procesos de refinación. Además de hidrógeno y carbono el petróleo contiene pequeñas cantidades de oxígeno, nitrógeno, azufre, vanadio, níquel, hierro, trazas de otros metales e impurezas tales como agua y sedimentos.

Los diversos subproductos obtenidos, tanto en la destilación primaria como en la secundaria, son sometidos a procesos de tratamiento, con el objeto de eliminar los componentes indeseables y nocivos que puede contener los mismos.

El fuel oil se clasifica en diferentes grados, los cuales son estándares recomendados por la ASTM. Se basan en varias características, entre las cuales las más importantes son la gravedad específica y la viscosidad. El No. 1 y el No. 2 se denominan destilados o livianos, mientras que el No. 4, el No. 5 y el No. 6 se llaman residuales o pesados. La viscosidad del fuel oil varía entre 42° API para el No. 1 hasta 12° API para el No. 6. El No. 5 y No.6 requieren calentamiento para su bombeo y combustión satisfactoria.

Es complicado obtener el análisis químico de un combustible líquido en forma detallada por lo que se prefiere utilizar el análisis de ciertos componentes preferiblemente C, H, S y N lo cual sirve para determinar teóricamente la cantidad de aire requerido en la combustión, el volumen y la composición teórica de los gases de combustión. La mayoría de los combustibles líquidos llamados hidrocarburos contienen entre un 83 y 88% de carbón y 6 a 12% de hidrógeno por peso.

2.2.1.3 Combustibles gaseosos

Un combustible gaseoso, en comparación con los líquidos, es más fácil de manejar y su combustión es limpia y sin problemas de

operación. Aunque muchos combustibles gaseosos se han utilizado en el pasado, hoy en día estos se han limitado prácticamente al gas natural, al gas licuado del petróleo ó GLP y a los gases manufacturados. El hidrógeno, un combustible que puede ser utilizado en casi cualquier aplicación, esta recibiendo gran atención actualmente, con miras a un uso extensivo en el futuro.

El gas es un combustible de fácil quemado, ya que para su combustión sólo requiere ser mezclado con determinada cantidad de aire a condiciones óptimas de temperatura. Todos los gases, son fluidos compresibles, ocupan el volumen del recipiente que los contiene y poseen una serie de especificaciones a tener en cuenta para su uso como combustible.

2.2.2 La reacción de combustión

Cualquier material que pueda quemarse para liberar energía recibe el nombre de combustible. La mayoría de los combustibles conocidos se componen principalmente de hidrógeno y carbono, reciben el nombre de *combustibles hidrocarburos* y se denotan por la fórmula C_nH_m .

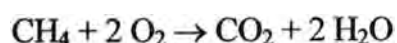
El oxidante empleado con mayor frecuencia en los procesos de combustión es el aire. En los procesos de combustión se puede considerar compuesto aproximadamente por el 21% de oxígeno y el 79 % de nitrógeno en volumen o molar. A bajas temperaturas de combustión, el nitrógeno se

comporta como un gas inerte y no reacciona; pero aun así, el nitrógeno influye de manera considerable en el resultado de un proceso de combustión, absorbiendo una gran proporción de la energía química liberada durante la combustión. El aire que entra a una cámara de combustión puede contener algo de vapor de agua o humedad, el cual se considera como un gas inerte, pero es importante tenerlo presente ya que a bajas temperaturas este tiende a condensarse y combinado con dióxido de azufre llega a formar ácido sulfúrico, el cual es muy corrosivo.

Durante un proceso de combustión, como en toda reacción química, se forman nuevos compuestos a partir de los que originaron la reacción. Sin embargo, el número de átomos y, por consiguiente, la masa de cada elemento involucrado permanece invariable. Los componentes que existen antes de la reacción reciben el nombre de *reactivos* y los componentes presentes después de la reacción se denominan *productos*. Las reacciones químicas se escriben en forma compacta por medio de ecuaciones químicas que tienen la siguiente forma:

Reactivos (Combustible + oxidante) → productos (Gases de Combustión)

Un ejemplo elemental es:



En este caso el CH₄ y el O₂ son los reactivos. El CH₄ es el combustible, el O₂ es el oxidante y el CO₂ y el H₂O son los productos. En algunas ecuaciones donde aparecen letras entre paréntesis, ésta indica la fase en que se encuentra la sustancia y frecuentemente se omiten.

La ecuación que muestra el desarrollo de una reacción, presenta el resultado inicial y final, y no indica el camino real de la reacción que puede envolver varias etapas o productos intermedios.

Si la oxidación es completa produce el máximo rendimiento energético y los productos finales no son susceptibles de nueva combustión. De ser incompleta, una parte saldrá como hidrocarburo, otra como CO y se habrá perdido un porcentaje de la energía disponible.

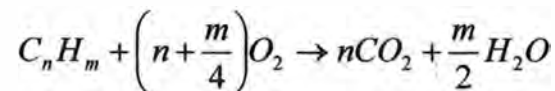
2.2.3 Estequiometría de la combustión.

Estequiometría es el estudio de las proporciones según las cuales las sustancias se combinan entre si. Los cálculos estequiométricos son el punto de partida para los ingenieros a cargo del diseño de calderas, calentadores, hornos, etc. Estos les permiten obtener información sobre:

- Cantidad de aire requerida para quemar una cantidad dada de combustible. Este dato es necesario para dimensionar ventiladores y ductos de aire.
- Cantidad y composición de los gases producidos. Esta información es necesaria para el cálculo del ventilador de tiro inducido, equipos de transferencia de calor, conductos, colectores de polvo y equipos de soplado.
- La composición del gas también sirve para calcular coeficientes de transferencia de calor, para monitorear los excesos de aire y, por tanto, la eficiencia de la planta.

2.2.3.1 Volumen de oxígeno y aire teórico para la combustión

La cantidad mínima de oxígeno o aire que se necesita para quemar un combustible es el oxígeno o aire teóricos. La expresión general para la combustión de un combustible es:



n y m son el número de átomos de carbono e hidrógeno neto, respectivamente, en el combustible. Se observa que por cada metro cúbico normal de gas $C_n H_m$, se necesitan $(n + m/4)$ metros cúbicos de oxígeno. Si se toma el aire como una mezcla con 21% en volumen de oxígeno y 79% en volumen de nitrógeno, se tiene que:

$$V_{O_2} = 0,21 V_a;$$

Luego el volumen de aire teórico es:

$$V_a = 4,76 V_{O_2}$$

$$V_a = 4,76 (n + m/4) \text{ m}^3 \text{ de aire} / \text{m}^3 \text{ de gas } C_n H_m.$$

En la Tabla 2.4 se muestra la proporción aire-combustible en combustión ideal de los hidrocarburos.

2.2.3.2 Exceso de aire

Una combustión completa de un hidrocarburo, todo el hidrógeno, todo el carbono y todo el azufre (si lo hay) se oxidan a H_2O , CO_2 y SO_2 .

Generalmente, para tener combustión completa es necesario suministrar aire en exceso, es decir, más del teóricamente necesario para oxidar el combustible. Si se utiliza aire en exceso, el O_2 extra, aparecerá en los humos, es decir, no participa en la reacción y ésta ya no será teórica; la composición de los productos es ahora diferente de la de una combustión teórica.

Tabla 2.4. Proporción aire-combustible en combustión ideal de los hidrocarburos

COMBUSTIBLE	$\frac{\text{Vol } O_2}{\text{Vol combus.}}$	$\frac{\text{Vol. Aire}}{\text{Vol. combus.}}$	$\frac{\text{Peso } O_2}{\text{Peso combus.}}$	$\frac{\text{Peso aire}}{\text{Peso combus}}$	$\frac{\text{ft}^3 O_2}{\text{lb comb.}}$	$\frac{\text{ft}^3 \text{ aire}}{\text{lb comb.}}$	Peso molecular
Acetileno – C_2H_2	2.50	11.9	3.08	13.3	36.5	174	26.0
Benceno – C_6H_6	7.50	35.7	3.08	13.3	36.5	174	78.0
Butano C_4H_{10}	6.50	31.0	3.59	15.5	52.5	203	58
Carbón – C	-	-	2.67	11.5	31.6	150	12
Monóxido de carbón CO	0.50	2.38	0.571	2.46	6.76	32.2	28
Etano – C_2H_6	3.50	16.7	3.73	16.1	44.2	210	30
Hidrógeno – H_2	0.50	2.38	8.00	34.5	94.7	451	2
Sulfuro Hidrógeno H_2S	1.50	7.15	1.41	6.08	16.7	79.5	34
Metano – CH_4	2.00	9.53	4.00	17.2	47.4	226	16
Octano – C_8H_{18}	-	-	3.51	15.1	41.6	198	114
Propano – C_3H_8	5.00	23.8	3.64	15.7	43.1	205	44
Propileno C_3H_6	4.50	21.4	3.43	14.8	40.6	193	42
Azufre – S	-	-	1.00	4.31	11.8	56.4	32

La combustión teórica raramente se consigue debido a la disociación, al mezclado imperfecto y proporciones de reacción son infinitas. Pero, si a las moléculas de combustible les ofrecemos un excedente de oxígeno, aumentaremos la probabilidad de que se combinen todas ellas. Entonces, por razones económicas y de seguridad, en la mayoría los procesos de combustión controlada, se suministra más aire del mínimo necesario.

En la práctica, los equipos de combustión se diseñan para que operen con aire en exceso a fin de asegurar que el combustible no será desperdiciado y que será lo suficientemente flexible como para sostener una combustión lo más completa posible, aunque no teórica, a pesar de las variaciones en las propiedades del combustible y en las proporciones de suministro de aire y de combustible.

La cantidad exacta de aire en exceso depende, para un equipo en particular, de factores tales como: temperatura deseada de los gases, variaciones esperadas en las propiedades y en la proporción de suministro del combustible y de la aplicación o uso del equipo. Sin embargo, limitaciones de tipo metalúrgico en los equipos pueden hacer necesario suministrar un gran exceso de aire.

Este aire en exceso se expresa como porcentaje del aire teórico o como el aire total dividido por el aire teórico. La primera expresión es la que se utiliza con mayor frecuencia:

$$\% \text{ Aire en Exceso} = \frac{\text{Aire Usado} - \text{Aire Teórico}}{\text{Aire Teórico}} \times 100$$

2.2.4 Condiciones para la combustión

Una mezcla de combustible oxidante puede encenderse con una chispa eléctrica, con una pequeña llama piloto, con un alambre calentado eléctricamente, con una pared caliente, etc. Puede extinguirse (enfriarse) haciéndola pasar a través de un tubo de diámetro pequeño, adicionando grandes cantidades de fluido refrigerante a la mezcla que reacciona, y removiendo un reactivo esencial del sistema.

El estudio de la combustión de mezclas combustible – aire muestran que ellas comienzan a reaccionar vigorosamente sólo cuando se han alcanzado ciertas condiciones en el sistema.

Para que un combustible arda con una llama autosostenida se necesitan ciertas condiciones termodinámicas y cinéticas las cuales dependen del combustible y de la atmósfera donde se realiza la combustión. Esas condiciones son temperatura de inflamación, límite de inflamabilidad, temperatura de ignición, velocidad de propagación de la llama, etc.

2.2.4.1 Temperatura de inflamabilidad

Es la temperatura más baja a la cual se provoca inflamación en una mezcla combustible-aire, por el contacto con una fuente de calor, y que se va propagando poco a poco a toda la masa, pudiendo llegar a ser explosiva.

2.2.4.2 Límites de inflamabilidad

Son las concentraciones límites de las mezclas combustible-aire dentro de las cuales una llama es autopropagable. La mezcla inflamable está entre dos puntos: un límite inferior (LII) definido como el menor porcentaje en volumen de combustible en el aire que sería capaz de sostener la combustión y un límite superior (LSI) dado por el máximo porcentaje en el que sostendría la combustión, por lo tanto una mezcla por encima de LSI o por debajo de LII no quemaría.

Las propiedades de los combustibles determinan el rango entre el límite inferior y el límite superior de inflamación de una mezcla combustible-aire.

En la Tabla 2.5 se muestran la temperatura de ignición y los límites de inflamabilidad para diferentes combustibles.

2.2.4.3 Temperatura de ignición

Es la temperatura más baja a la cual una reacción de combustión se autosostiene. Esta temperatura depende de las condiciones cinéticas del sistema. Por debajo de esta temperatura la velocidad de transferencia de calor, desde el punto de combustión hacia los alrededores, es mayor que la velocidad de producción de calor por combustión, luego esta se extinguirá.

Tabla 2.5 Temperatura de ignición y límites de inflamabilidad

Combustible	Temperatura de ignición (°C)	Límites de inflamabilidad (%)	
		LII	LSI
Metano	540	5	15
Etano	472	3	12,5
Propano	493	2,1	10,1
Butano	405	1,86	8,41
Hidrógeno	572	4,0	74,2
Gasolina	280	1,4	7,6

La velocidad de producción de calor por combustión depende de la velocidad de reacción del gas combustible y el calor de reacción.

La temperatura mínima a la cual el combustible puede hacerse arder y continuar ardiendo, se reporta como la temperatura de ignición. Este valor es de utilidad para comparar un combustible con otro. Sin embargo son muchos los factores que afectan la temperatura de ignición, tales como: tipo de superficie de pared, tamaño de la cámara

de combustión, presión o composición de la mezcla, período de inducción, presencia o ausencia de inhibidores y promotores.

2.2.4.4 Fenómenos de inestabilidad de Llama

En un quemador con llama de pre mezcla, la mezcla sale por los orificios de la boquilla a una velocidad que depende del ajuste de la admisión del aire y de la presión de alimentación del combustible. Para un cierto valor de esta presión, la llama es estable en los orificios de salida; esta estabilidad varía entre ciertos límites cuyos valores extremos son función de la flexibilidad del quemador y de las características de la mezcla previa. La velocidad de propagación o avance de la llama es una propiedad característica de cada combustible bajo una condición ideal de mezcla. Para que la llama quede adherida al quemador debe existir un equilibrio entre la velocidad de salida de la mezcla combustible y la velocidad de propagación de la llama, lo que se denomina estabilidad de llama.

La inestabilidad de la llama se produce por:

- El aumento de la presión de alimentación del combustible trae consigo un incremento de la velocidad de salida de la mezcla, lo que produce que la base de la llama comience alejarse del orificio de salida del quemador ocasionando un despegue o desprendimiento de la llama.

- Por otro lado, cuando la velocidad de salida de la mezcla se torna cada vez más débil; si la reacción de salida es suficientemente grande, la llama puede, penetrar bruscamente el quemador o sufrir un retroceso, fenómeno conocido como retrollama.

Entre otros factores que inciden sobre la estabilidad de las llamas están:

- La forma y dimensiones de los orificios.
- La naturaleza del combustible.
- La proporción de aireación primaria; es la proporción entre el combustible y el aire con que se realiza la mezcla previa.
- La temperatura de la mezcla aire-combustible, cuando la temperatura de la mezcla aumenta, la tendencia al desprendimiento disminuye mientras que la tendencia a la retrollama aumenta.

2.3 Calderas

Una caldera es un recipiente a presión cerrado en el que se calienta un fluido para uso externo del mismo por aplicación directa del calor resultante de la combustión de un combustible (sólido, líquido o gaseoso) o por la utilización de la energía nuclear o eléctrica. El propósito principal de una caldera es generar vapor o agua caliente a presiones y/o temperaturas superiores a la atmósfera. El vapor o el agua caliente se producen por la transferencia de calor del proceso de combustión que tiene lugar dentro de la caldera, elevando por tanto su presión y

temperatura. Se deben tomar en consideraciones muchos factores cuando se está diseñando una caldera. Después de que se ha tomado la decisión respecto a que combustible debe quemarse, es necesario determinar la cantidad de vapor a producir para satisfacer los requisitos de demanda sobre la caldera. Los parámetros de operación incluyen niveles de carga mínima, máximo y normal; tiempo de un ciclo; y tiempo de carga, ya sea constante o variable. Todos estos parámetros deben analizarse para la adecuada selección de tamaño.

Las calderas industriales se utilizan para una amplia gama de aplicaciones que van desde grandes unidades de vapor donde se pone especial interés en la eficiencia máxima y se tienen sistemas completos de control, hasta pequeñas unidades que operan a baja presión para procesos de calentamiento donde las principales características son la sencillez y el bajo costo. Mientras que una caldera industrial se emplea principalmente para proporcionar energía en forma de vapor, existe un amplio número de aplicaciones en las que la generación de vapor es importante para un proceso químico: por ejemplo, una unidad de recuperación química en la industria papelera, un secador de alimentos, como medio de calentamiento indirecto, etc.

2.3.1 Tipos de Calderas

En los tipos de calderas debe tenerse una clasificación básica, considerando si por los tubos pasa agua o gases, los primeros son las calderas acuotubulares y las segundas las caldera pirotubulares.

2.3.1.1 Calderas Pirotubulares

En este tipo de unidad la llama y los productos de combustión pasan a través de los tubos. El agua calentada u otro medio (aceite térmico) rodea el hogar interno y los haces de tubos. Prácticamente, todas las calderas compactas o unitarias pirotubulares pueden ser utilizadas para la calefacción a baja presión. Son relativamente baratas si se comparan con las equivalentes acuotubulares. El proyecto y la construcción de una caldera de tubos de humo están sometidos a límites muy definidos en cuanto a las dimensiones en que pueden adaptarse. Prácticamente los límites de tamaño y presión derivan del hecho de que todo el proceso de fabricación de vapor se produce en el interior de un recipiente.

La caldera pirotubular puede almacenar más cantidad de agua y por este motivo las fluctuaciones en la demanda de vapor producen pequeños cambios en su operación. Como contienen una gran cantidad de agua, requieren cierto tiempo para su estabilización, su capacidad de sobrecarga es limitada. Tanto si trabajan con quemador de gas como si funcionan con combustible líquido, el rendimiento de la caldera es del 80% dentro de un margen de variación de carga bastante amplio. El rendimiento de las calderas que trabajan con carbón o leña es del 60% a 75%.

La superficie del tubo al contacto con los humos requiere una limpieza periódica, cuya frecuencia depende del tipo de combustible utilizado y de la limpieza con que se realiza la combustión. Junto con las calderas pirotubulares se utilizan varios tipos de hogares. Algunos son largos tubos cilíndricos, mientras que otros son disposiciones de cajas de humo que permiten el quemado del combustible sólido.

Las unidades pirotubulares se suministran casi siempre en aplicaciones hasta aproximadamente 30000 lb (13500 Kg) de vapor por hora. Se suministran para operar a baja presión [15 psig (104 kN/m²) y menos] y como calderas de potencia [hasta aproximadamente 300psig (2100 kN/m²) de presión de vapor].

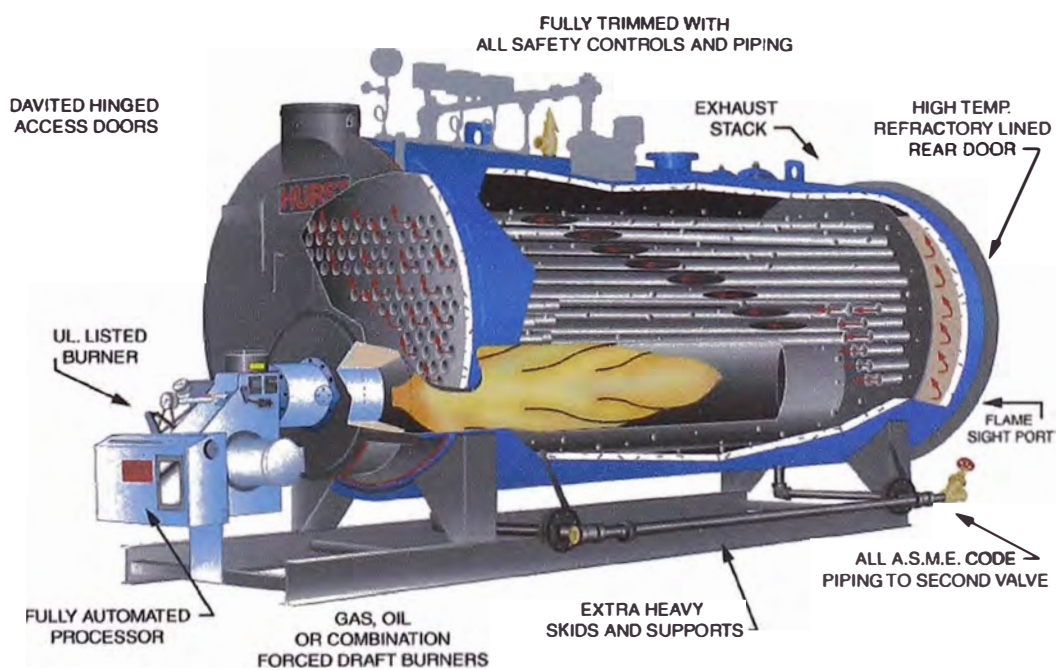


Figura 2.1. Caldera pirotubular de dos pasos

En el hogar, la mayoría del calor se transmite por radiación. El hogar debería tener volumen suficiente para permitir la combustión completa de la mezcla combustible-aire antes de que los gases alcancen los pasos de humos. Como variable de diseño se debe considerar el ratio máximo de desprendimiento de calor en el hogar de 1 350 000 Kcal/hr/m³, mayores valores pueden ocasionar que el combustible este todavía ardiendo al entrar en el primer paso de gases, y esto a su vez puede originar roturas de los finales de los tubos en la unión soldada del tubo con las placas soportes de los tubos. Cualquier depósito o recubrimiento puede agravar esta rotura con las tasas elevadas de desprendimiento térmico. Un buen tratamiento del agua de alimentación es esencial para las calderas de hogar interior con elevados ratios de desprendimiento térmico en el hogar.

2.3.1.2 Calderas Acuotubulares

En estas calderas el agua se reparte en un gran número de tubos de diámetro pequeño, sometidos exteriormente a la acción de los gases de combustión y por el interior de los cuales circula agua. En este tipo de unidad los productos de combustión rodean a los tubos y el agua está en el interior de los tubos, que se inclinan hacia un recipiente o domo en el punto más alta de la caldera.

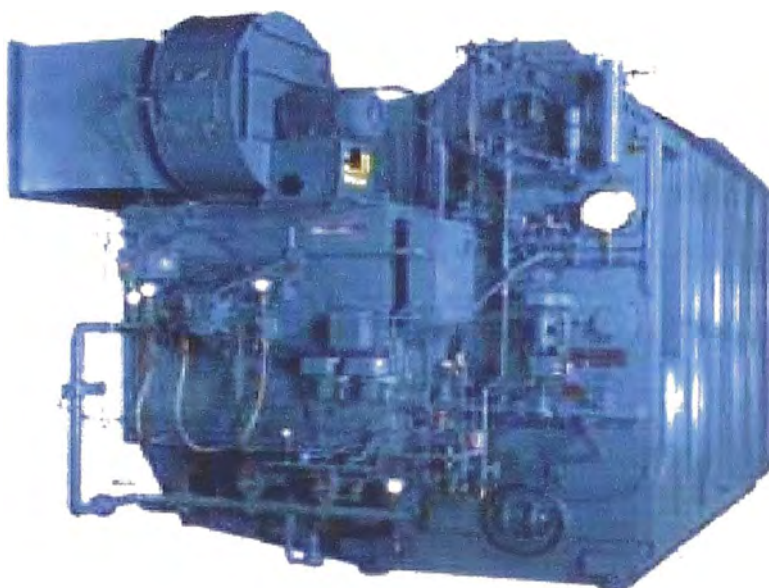


Figura 2.2. Calderas acuotubulares.

La configuración de estos tubos describe por lo general el tipo de caldera. Algunos fabricantes ofrecen unidades de tubos rectos en tanto que otros ofrecen unidades de tubos doblados. Otras configuraciones de las calderas de tubos de agua corresponden a los diversos tipos en términos de las variaciones en el arreglo del recipiente de presión.

Algunas calderas son del tipo de domo largo, esto es, cuando se mira al frente de la caldera, el domo tiene la longitud de la caldera. Su consecuencia lógica es la caldera de domo atravesado. Cuando se contempla desde el frente de la unidad los domos están ubicados perpendicularmente a la larga línea central o a través de la caldera.

Las calderas acuatubulares para utilizarse en aplicaciones industriales se proporcionan capacidades hasta de casi un millón de libras (450000 kg) de vapor por hora. Las presiones de diseño varían desde 100psig (700 kN/m²) hasta 1200 o 1400psig (8.3 o 9.6 MN/m²) con temperaturas de vapor que varían desde la saturación hasta 1000 °F (540° C).

2.3.1.3 Calderas de Aceite Térmico

Cuando en los procesos industriales se requiere temperaturas encima de 190°C, el vapor de agua saturado no permite lograr estos niveles de temperatura por lo que en estos casos se utilizan los calentadores de aceite térmico (CAT). Estos equipos son fabricados verticales u horizontales, son acuatubulares, cuentan con dos serpentines interiores que permiten fabricarlos hasta de tres pasos de gases. Los calentadores usualmente se utilizan en los procesos de estampado de tela, secado de harina de pescado con aire caliente, fabricación de pinturas, procesos de la industria química, secado de madera y en general en todos los procesos donde se requieran temperaturas que varían entre 190° y 350°C.

Este sistema utiliza un fluido de trabajo diferente al agua, como dowtherm para uso en procesos de alta temperatura y baja presión. Estos sistemas están referidos por el código ASME como sistemas de calefacción por fluido orgánico. Los fluidos térmicos como aceites, silicatos, glicoles y líquidos similares, con elevados puntos

de ebullición se utilizan allí donde se demandan temperaturas elevadas por necesidades del proceso pero a bajas presiones de trabajo. Actualmente, el aceite térmico es la alternativa tecnológica más apropiada para todo tipo de industria donde se precise del calentamiento indirecto, ya que no exige un nivel alto de mantenimiento como sucede con las calderas de vapor. Se trata de equipos que trabajan sin presión y sin agua, lo que evita gran parte de la problemática del vapor: fugas, corrosiones, tratamiento de agua, etc., y que conllevan, consiguientemente, un elevado grado de mantenimiento.

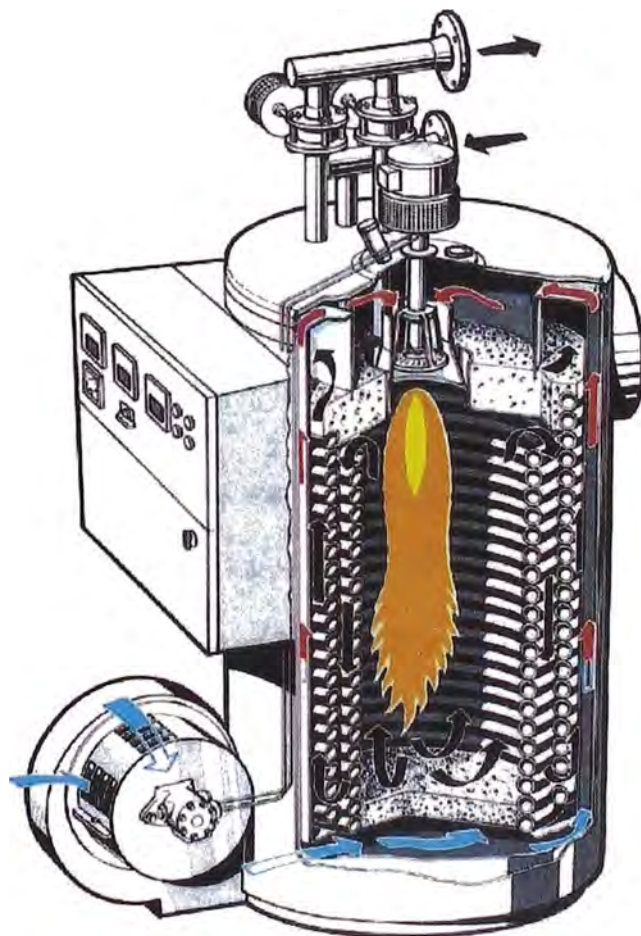


Figura 2.3. Caldera de aceite Térmico

2.4 Quemadores

Los quemadores industriales son los dispositivos que permiten realizar la reacción de combustión entre el combustible y el comburente de manera controlada y regulable, asegurando la aportación adecuada de ambos para conseguir la potencia calorífica especificada, y distribuyendo la zona de reacción y la circulación de los productos de combustión de modo que se transfiera a la carga, del modo mas eficiente posible, todo el calor producido.

El propósito del quemador es transformar la energía contenida en el combustible en calor útil para que pueda ser aprovechado. Sin embargo para lograr dicho objetivo se requiere tener presente ciertos aspectos como el diseño de la cámara de combustión, el elemento a ser calentado y la forma y dimensiones de los ductos para evacuar los productos de combustión.

En general un quemador debe tener las siguientes características:

- Ser controlable sobre un amplio rango sin presentar interrupciones (TurnDown).
- Proveer un calor uniforme sobre el área a calentar.
- Facilitar la total reacción del combustible.
- No permitir que se presente retrollama ni desprendimiento de llama.

El quemador representa el equipo básico para el proceso de combustión y difiere su diseño de su aplicación y del tipo de combustible a utilizar.

Hay numerosas formas en que los quemadores pueden ser clasificados. Algunos de las más comunes son según:

1.- El tipo de mezclado:

Quemadores de premezcla

Quemadores de premezcla a presión

Quemadores sin mezcla previa o llama de difusión

2.- El tipo de combustible:

Quemadores para combustibles gaseosos

Quemadores para combustibles líquidos

Quemadores duales gas – líquido

3.- La temperatura del aire de combustión:

Una manera común de clasificar el oxidante es por su temperatura. Es común en muchas aplicaciones industriales usar el calor de los gases de escape para precalentar el aire de combustión.

4.- El tipo de suministro de aire:

Quemadores de aire forzado

Quemadores de aire de tiro natural

Quemadores de inducción

5.- La Localización

Los quemadores de proceso son frecuentemente clasificados por su localización en el horno o cámara. Quemadores de horno son localizados en la parte inferior de la cámara de combustión y el fuego es vertical de manera ascendente. Quemadores de techo son localizados en la parte superior de los hornos y el fuego es vertical

hacia abajo. Su función es calentar la pared refractaria e irradiar calor al proceso a partir de aquí.

Nosotros vamos a utilizar la clasificación según el tipo de combustible.

2.4.1 Quemadores para combustibles gaseosos

La combustión de gas aparentemente es la más sencilla pero en realidad requiere de cuidados especiales más específicos que los otros combustibles. Una razón de lo anterior, es que la llama en muchos tipos de gas tiene poca luminosidad por lo que es difícil verla en el horno, otra es que la acumulación del gas sin quemarse por resultado de fugas dentro del horno, o pérdida de fuego dentro del horno, o por pérdida de fuego dentro de los quemadores, no lo hace visible y por tal motivo no será notado por los operadores dando por consecuencia una explosión.

2.4.1.1 Quemadores abiertos de tiro natural

Se caracterizan por producir una presión negativa en la cámara de combustión que causa el tiro (o aspiración) del aire necesario, usualmente a través de obturadores ajustables colocados alrededor de las toberas de combustible. Ver Figura 2.4. La aspiración hacia la cámara es natural (por efecto de chimenea). El mezclado de combustible y aire puede ser deficiente, y quizás no exista control de la relación combustible a aire.

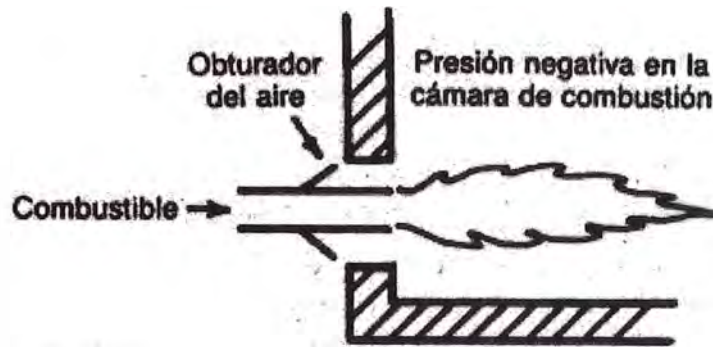


Figura 2.4. Quemador Abierto de Tiro Natural

2.4.1.2 Quemadores sellados mecánicamente tiro forzado

Todo el flujo de entrada de aire usualmente es controlado por un ventilador de inyección (ventilador de tiro forzado) que impulsa el aire a través de tubos o de una caja de aire.

Estos quemadores suelen tener una mayor caída de presión de aire en la tobera, de modo que las velocidades del aire son mayores y por tanto son mejores el mezclado y el control de la configuración de la flama. Es posible medir el flujo de aire y resulta fácil el control automático de la relación aire - combustible (Figura 2.5.)

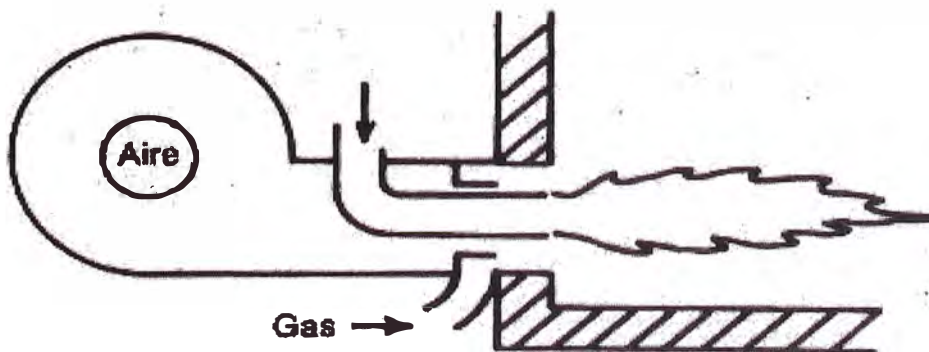


Figura 2.5. Quemador de tiro forzado

2.4.1.3 Sistema de quemador con premezclado

Gas y aire se mezclan completamente corriente arriba de la tobera de la flama. Los pequeños quemadores industriales de paso múltiple de este tipo facilitan la dispersión de una pequeña cantidad de calor sobre un área extensa, por ejemplo, cubas, rodillos, calderas pequeñas y placas móviles, y para el procesamiento a baja temperatura de productos movilizadas por transportador (Figura 2.6). Es posible controlar mejor la relación combustible - aire con el uso de mezcladores aspiradores, la inyección de aire aporta la energía necesaria para atraer la proporción adecuada de gas (Figura 2.7) Muchas unidades pequeñas tienen sopladores de tamaño menor que el necesario, en virtud de que por aspiración en el horno se obtiene aire secundario. El aumento en los costos de los combustibles hace económicamente impráctico el uso innecesario de exceso de aire en tales configuraciones.



Figura 2.6. Quemador de Premezclado con Inyector

2.4.1.4 Sistema de quemador con mezclado en boquilla

En este dispositivo se mezclan gas y aire al entrar a la cámara de combustión. (Fig. 2.8). Tales sistemas permiten el uso de una

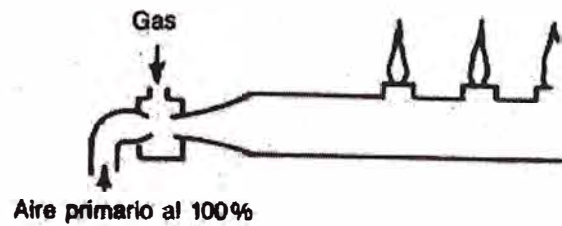


Figura 2.7. Quemador de Premezclado con Aspirador

amplia variedad de relaciones combustible-aire, formas de llama y combustibles. Para procesos que requieren ambientes especiales, pueden operar con mezclas muy ricas (exceso de combustible de 50%) o muy pobres (exceso de aire de 1500%). Pueden construirse de modo que las velocidades sean muy grandes, para mejorar aun más la transferencia de calor por convección (Fig. 2.9). En otros se usan efectos centrífugos y de otra clase para hacer que la llama siga el contorno de una pared refractaria adyacente, de este modo mejorar la radiación por las paredes (Fig. 2.10)

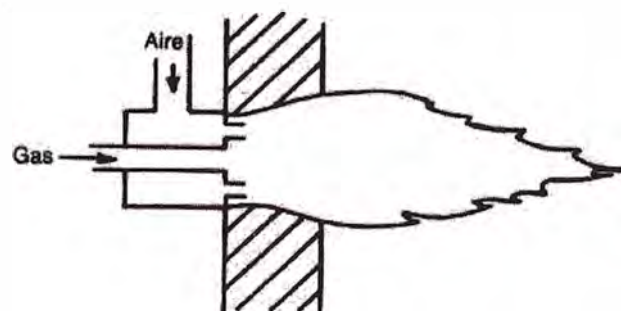


Figura 2.8. Quemador con Mezclado en Tobera Controlado por Aire

2.4.2 Quemadores para combustibles líquidos

Para la combustión, los combustibles líquidos se vaporizan o atomizan en la boquilla del quemador. El fuel oil o aceite combustible destilado se puede quemar con una llama azul, si se vaporiza completamente, y si se

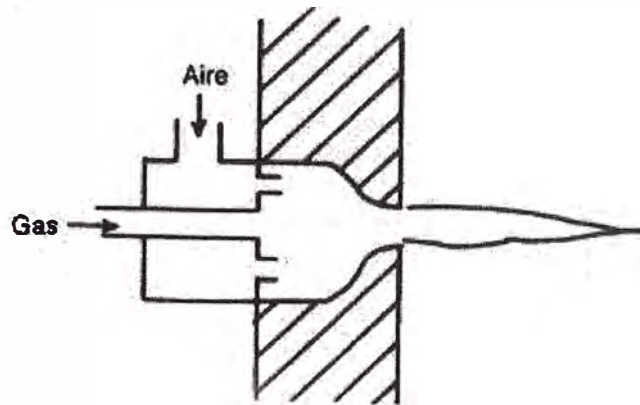


Figura 2.9. Quemador de Alta Velocidad

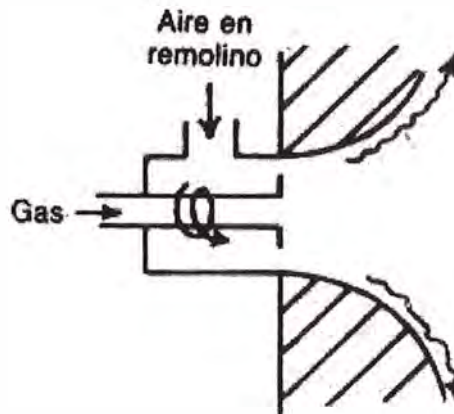


Figura 2.10. Quemador de Radiación para Pared

dispersa en forma homogénea en el aire antes de quemarse. La combustión de llama azul se representa como un mecanismo de dos etapas, de tal modo que la hidroxilación de combustible se produce en la primera de ellas. La llama amarilla indica el resplandor de partículas de carbón, debido a la pirólisis del combustible en las partes de la llama con deficiencias de oxígeno. Las goticas de combustible se pueden volatilizar en forma parcial, dejando que los residuos menos volátiles se descompongan y ardan como partículas de coque. Se puede preferir ya sea la llama azul o la

amarilla, dependiendo de la necesidad de transferencia de calor por medios conductivos o por medios radiantes. El tiempo, la temperatura y la turbulencia son los criterios para una buena combustión.

Existen dos clases fundamentales de quemadores de combustibles líquidos: Los quemadores de gasificación y los quemadores de pulverización.

2.4.2.1 Quemadores de gasificación o vaporización.

En los quemadores de vaporización, el calor reflejado convierte continuamente el combustible líquido en vapor con el aire de combustión, de modo que se sostiene la llama. Este principio se utiliza en los sopletes, en los hornos domésticos de calefacción y en todos los quemadores de mecha, como las lámparas de queroseno, las estufas de queroseno y los encendedores de cigarrillos. Las lámparas alimentadas con gasolina del tipo de mesa y los calentadores catalíticos son variaciones que utilizan un combustible más volátil además de una superficie catalítica para fomentar la combustión rápida. Los quemadores de vaporización se construyen en capacidades hasta de 30 a 40 dm³ de combustible por hora y se diseñan para queroseno, nafta, fuel oil No. 1, gasolina, etc. Este sistema tiene una doble limitación de uso: por un lado, se aplica a quemadores pequeños (15 kW aprox.); por el otro, sólo es aplicable con combustibles ligeros. Ver figura 2.11.

Ejemplos típicos de estos quemadores son los vaporizadores de gasolina, los quemadores de queroseno con mecha, y los antiguos quemadores domésticos en los que el combustible se vaporizaba sobre una placa calentada por la llama.

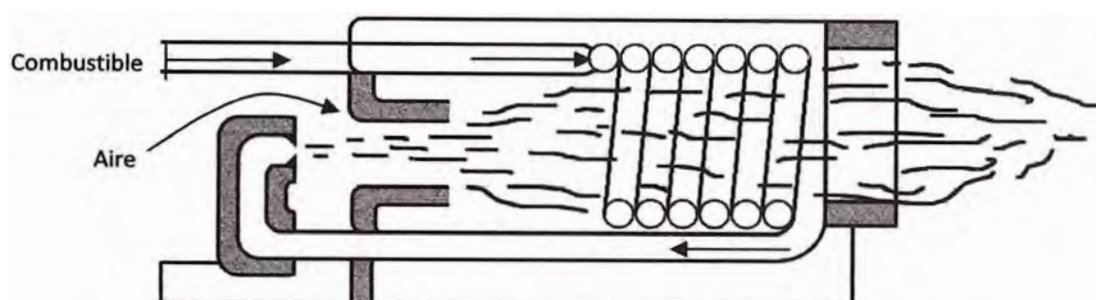


Figura 2.11. Quemador de gasificación a presión

El aceite pasa por el serpentín. Se usa para combustibles livianos, de 0.1 a 8 gal/h, de 5 a 50 psi de presión de combustible.

2.4.2.2 Quemadores de pulverización o atomización.

Son los más utilizados. El combustible para ser pulverizado, debe tener baja viscosidad, del orden de los 10 centistokes. Los quemadores con atomizadores de aceite rocían combustible desde una tobera, presiones de 0.69 a 2.1 MPa (100 a 300 psia) o lo atomizan en aire o vapor a presiones de 0.003 a 1.4 MPa (0.5 a 200 psia). El aire de combustión se sopla al interior del horno junto con el combustible rociado. Se construyen aletas y desviadores dentro de la corriente de aire para asegurar la mezcla adecuada del combustible

con el aire. Las piezas de manejo de aire, el patrón del rociado de combustible y la forma del horno se igualan cuidadosamente para evitar los choques de llama, que provocan depósitos de hollín o carbón endurecido y concentraciones de escorias, desechos o cristalización de los materiales refractarios.

Los índices de liberación de calor dependen de las propiedades del combustible, la concentración de aire en exceso, la mezcla de aire y combustible y los niveles tolerables de humo.

Existen tres métodos para pulverizar el aceite:

Por rotación: El aceite llega por un tubo central a una copa giratoria que, al girar a gran velocidad, rompe el líquido en gotas que el aire arrastra. Se regula variando el caudal de aceite.

Por presión de aceite: El aceite, a una presión de 10 a 100 bares, sale por una tobera a la cámara de combustión, pulverizándose por la expansión. Se regulan modificando la sección de la tobera o por recirculación del aceite.

Por inyección: Que puede ser de aire, vapor de agua o, incluso, gas combustible. Una corriente de aceite a baja velocidad es arrastrada y pulverizada por una corriente de fluido de alta velocidad. El aire utilizado (aire primario) es más ó menos importante, según se utilice a baja presión (30 a 100 mbar); media presión (100 mbar a 1 bar); o alta presión (de 1 a 6bar).

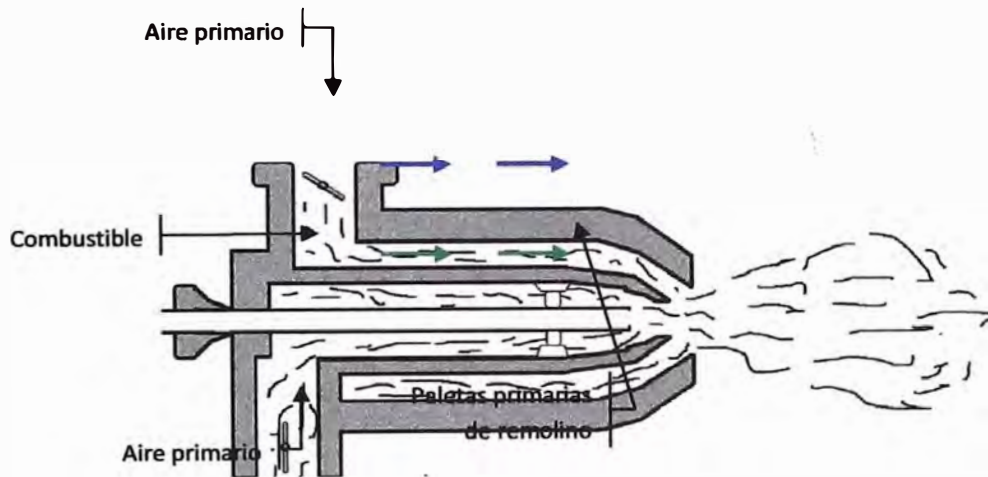


Figura 2.12. Quemador de atomizador de aire a baja presión, tipo de presión variable.

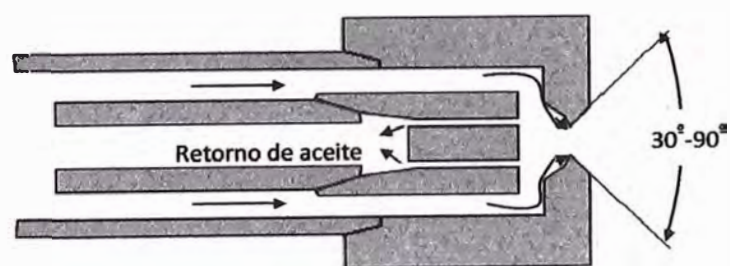


Figura 2.13. Quemador mecánico, del tipo de flujo de retorno

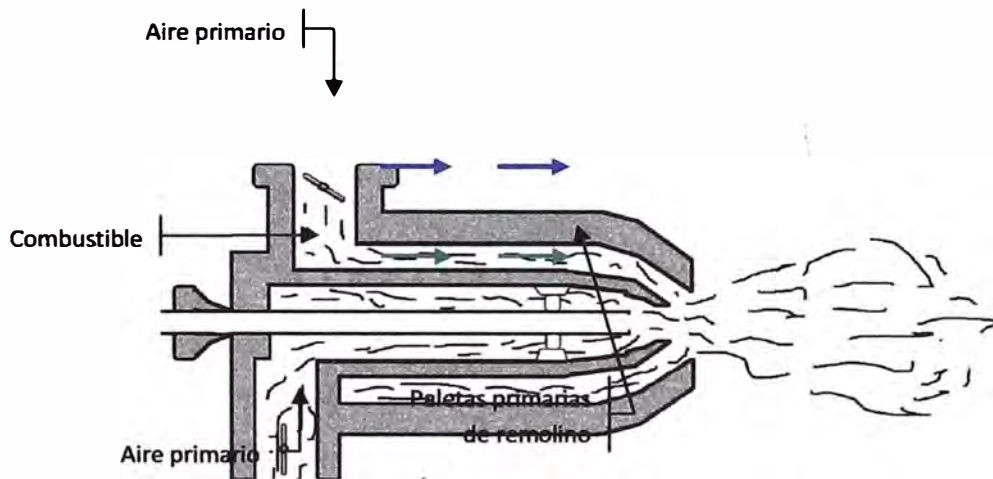


Figura 2.12. Quemador de atomizador de aire a baja presión, tipo de presión variable.

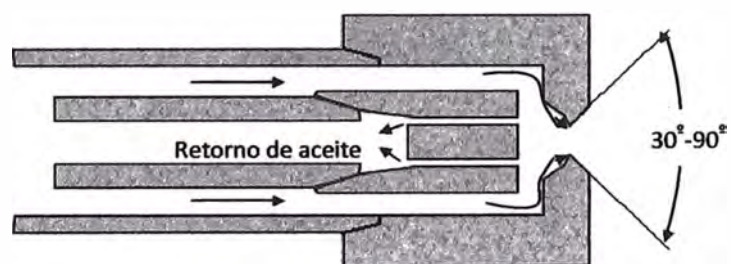


Figura 2.13. Quemador mecánico, del tipo de flujo de retorno

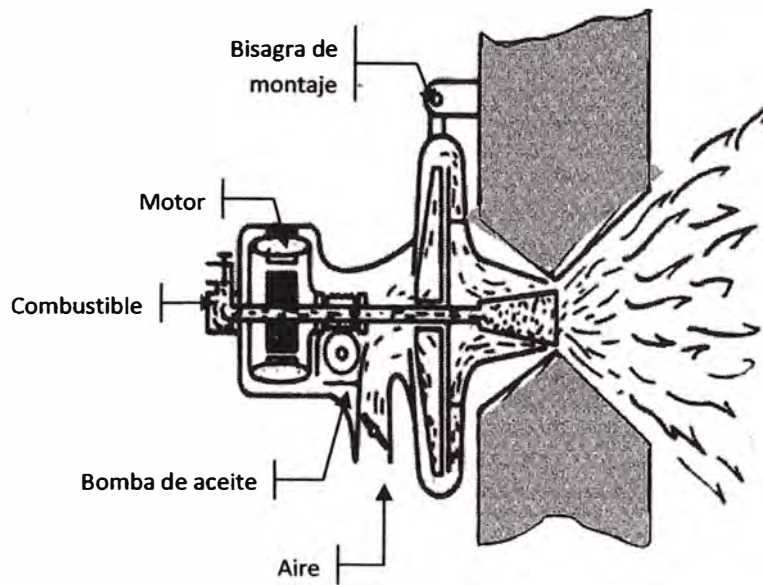


Figura 2.14. Quemador de copa rotativa

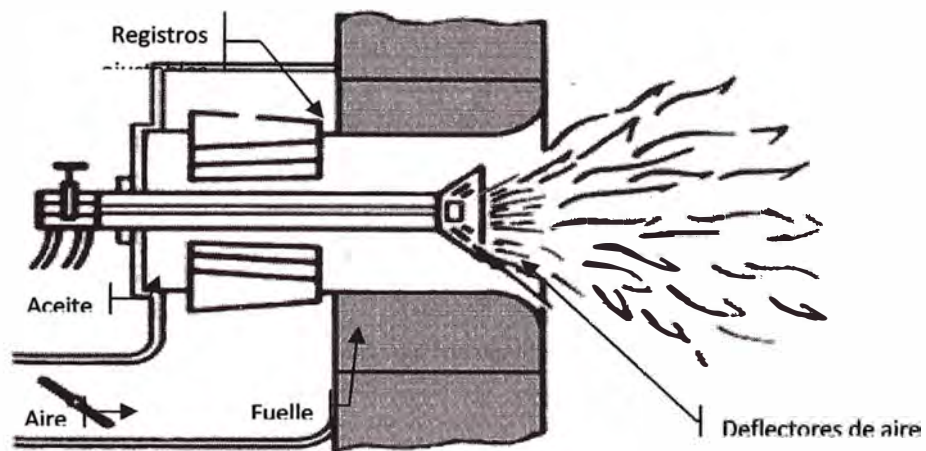


Figura 2.15. Unidad quemadora mixta.

2.4.3 Quemadores duales gas – líquido

El uso alternativo de combustibles por costo, disponibilidad y normas ambientales ha dado la oportunidad para el desarrollo de quemadores de alta eficiencia que utilizan combustibles líquidos y gaseosos. El mercado plantea

diversos tipos teniendo en cuenta eficiencia, costo, mantenimiento y control de NO_x .

En la Figura 2.16 se muestra un quemador dual con tres alimentaciones; una para el aire, el gas y el aceite.

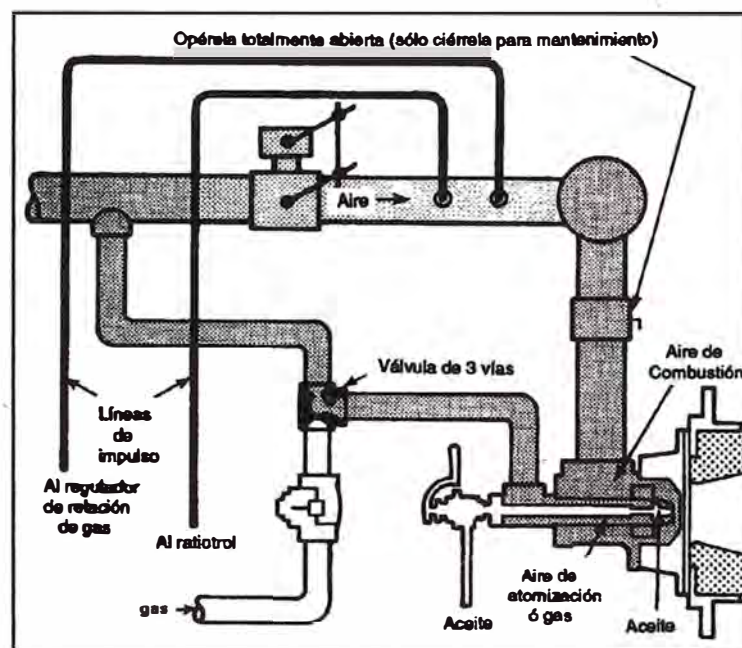


Figura 2.16. Quemador dual con tres alimentaciones.

En este tipo de quemadores el gas y el aire de atomización comparten la conexión de alimentación, por lo tanto cuando se está utilizando gas, el aire de atomización no se puede alimentar. Esto reduce la capacidad máxima de aire (capacidad calorífica) en comparación con la capacidad del mismo quemador cuando se queme aceite.

Los líquidos deben entrar al quemador por abajo; el aire, gas, piloto y supervisor de llama por arriba, para evitar acumulación accidental de líquido en cualquiera de estas tuberías, y para prevenir que la suciedad y las partículas del refractario tapen los orificios pequeños ó aterricen en las varillas detectoras de flama, como se indica en la Figura 2.17.



Figura 2.17. Conexiones para un quemador tipo dual.

CAPITULO 3

SELECCIÓN DE EQUIPOS

Para la instalación los equipos que se van a colocar son el quemador y el tren de gas. El tren de gas consta de la válvula reguladora, la válvula modulante que controla el ingreso de combustible según la demanda y los controles de seguridad, generalmente cierran o cortan la entrada de combustible y a los equipos cuando surgen condiciones de inseguridad. Estos son:

- Controladores limitadores de presión.- el tren de gas que acompaña al quemador lleva según sea el requerimiento presostatos de baja y de alta presión.
- Controladores de corte de gas.- Esto se realiza por medio de las válvulas de corte rápido (Shut-Off), que están instaladas en el tren de gas, puede ser una o dos, según sea la capacidad del equipo de consumo.
- Sistema de salvaguardia por fallo de llama.- Se da por el sensor de llama que lleva el quemador, y verifica si hay llama dentro de la cámara de combustión.
- Controles de encendido automático.- Estos generalmente son programados en los controladores de seguridad de llama.

Así como también en la línea de aire. Se coloca un switch de flujo de aire.

Trenes de gas.- En esta sección el flujo de gas es controlado por una serie de válvulas, dispositivos de seguridad, y todo el paquete esta soportado en una estructura de acero. Los trenes de gas varían dependiendo la capacidad del equipo a instalar y los requerimientos que se exijan en determinada normativa. Un tren de gas correctamente diseñado contiene:

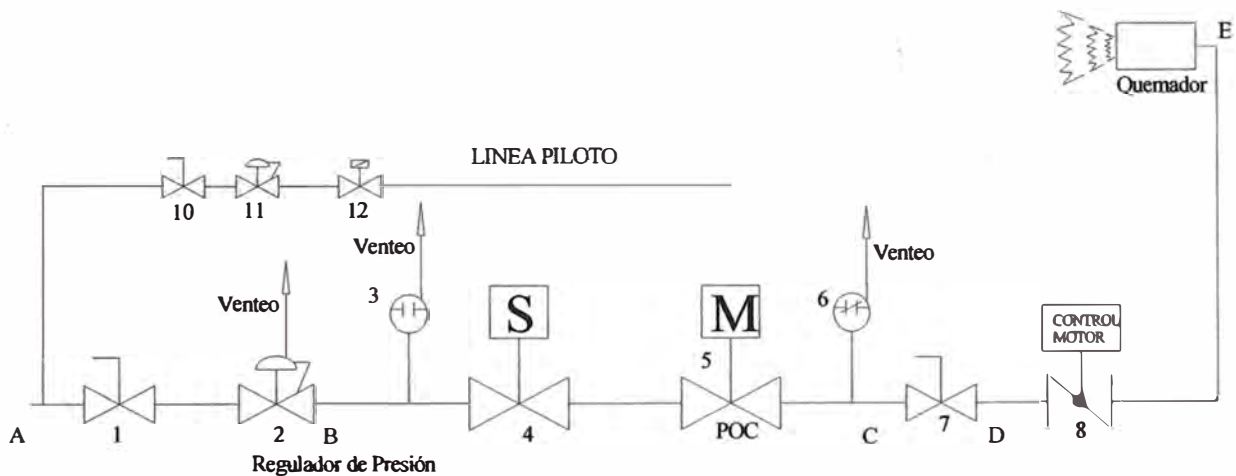


Figura 3.1. Esquema general de un Tren de gas

Donde:

Línea Principal:

- 1.- Válvula de bola
- 2.- Válvula reguladora de presión
- 3.- Presostato de baja
- 4.- Válvula Shut – Off
- 5.- Válvula Shut – Off Motorizada
- 6.- Presostato de alta.
- 7.- Válvula de bola
- 8.- Válvula de modulación

Línea Piloto:

- 10.- Válvula de bola
- 11.- Válvula reguladora de presión
- 12.- Válvula Shut – Off

3.1 Normativa

Con respecto a la instalación de la línea de gas.

NTP 111.010 - Gas Natural Seco. Sistema de tuberías para instalaciones

Industriales

Con respecto a los dispositivos de seguridad del quemador y los elementos del tren de gas:

UNE-EN 746-1 - Equipos de tratamiento térmico industrial – Parte 1:

Requisitos comunes de seguridad para equipos de tratamiento térmico industrial.

UNE-EN 746-2 - Equipos de tratamiento térmico industrial – Parte 2:

Requisitos de seguridad para la combustión y los sistemas de manutención de combustibles.

UL 795 – Commercial – Industrial Gas Heating Equipment

Underwriters Laboratory, UL (Laboratorio de asegurados), es una organización independiente de certificación de productos seguros, y a la vez escribe estándares para la seguridad, entidad activa en U.S.A.

FM 6-4, 6-4R – Quemadores Sencillos para Calderas Alimentados por Combustible y Gas

Laboratorios Factory Mutual, FM, aprueba equipo sometido por fabricantes y también aprueba instalaciones finales, como conjuntos de combustión, si la instalación satisface sus normas y requisitos.

Aseguradores de riesgos industriales, IRI, es una organización comercial de compañías que tiene laboratorios de pruebas y también inspecciona cada instalación asegurada para su aprobación coloca la etiqueta IRI. Esto incluye cumplir sus normas para las instalaciones de combustión sobre calderas, pasos

de gases, hogares, y controles de seguridad de llama del quemador. La organización también está implicada en equipos de protección contra incendios.

La Asociación Americana del Gas, AGA, etiqueta al equipo de combustión de gases que satisface sus normas.

En el apéndice se muestran los trenes de gas recomendados, según las diferentes normativas existentes.

Con respecto al expediente a presentar a la entidad certificadora, debe contener los siguientes ítems:

- Calculo de Caída de Presión
- Diagrama de proceso e Instrumentación
- Secuencia de operación del quemador
- Interlock Test
- Planos y esquemas de instalación
- Plan de mantenimiento

3.2 Selección para el primer equipo de consumo:

Datos:

Caldero Piro-tubular de 2 pasos

Marca : Cyclotherm

Potencia Nominal 150 BHP

Modelo : C - 5200

Presión en la Cámara de Combustión: 1,26 “w.c.

Presión Máxima de ingreso al tren de gas: 1 psi

- **Consideraciones para el cálculo**

En calderas es frecuente usar su potencia expresada en caballos de caldera (BHP), que se define como la evaporación en términos de vapor saturado seco de 34,5 lbs/h de agua una temperatura de 100°C (212°F).

Así pues un HP de caldera por este método, es equivalente a una capacidad de 33 475 BTU/h y se toma normalmente como una superficie de calefacción de caldera de cinco pies cuadrados.

Por lo que $1 \text{ BHP} \diamond 33\,475 \text{ BTU/h.}$

$$1 \text{ BHP} \diamond 33,475 \text{ MBH}$$

Equivalencias

$$1 \text{ "w.c.} = 25,4 \text{ mmca}$$

$$1 \text{ bar} = 401,5 \text{ "w.c.}$$

$$1 \text{ bar} = 10\,197 \text{ mmca}$$

$$1 \text{ psi} = 703 \text{ mmca}$$

$$1 \text{ psi} = 27,7 \text{ "wc}$$

Calculo de la potencia a requerir por el Caldero:

Para nuestros cálculos vamos a considerar que la cantidad de calor aprovechable llega a ser de un 80%.

$$\text{Potencia a entregar por el gas natural} = \frac{150 \times 33,475 \text{ MBH}}{0.8} = 6\,300 \text{ MBH.}$$

$$\text{Potencia} = \text{Caudal} \times \text{PCs}$$

Para el gas Natural: $PCs = 1\,000 \text{ BTU} / \text{pie}^3$

Por lo que: $\text{Caudal} = \text{Potencia (MBH)} / (1\,000 \text{ BTU} / \text{pie}^3)$

$\text{Caudal} = \text{Potencia} / (35,3 \times 3\,600) \text{ m}^3 / \text{s} = 6\,300 / (35,3 \times 3\,600) \text{ m}^3 / \text{s}$

$\text{Caudal} = 0,05 \text{ m}^3 / \text{s} \diamond 6\,300 \text{ pies}^3/\text{h}$

(Numéricamente coincide la el valor de la potencia en MBH con el del caudal en pies^3/h).

Con estos datos se van a seleccionar el quemador y accesorios del tren de gas.

- **Selección del quemador**

Del catalogo de quemadores Webster se tienen como posibles alternativas los modelos JB1, JB2 y JB3 a continuación se muestran los datos principales de estos en las tablas 3.1,3.2 y 3.3. Estos son quemadores de aire forzado, sin mezcla previa, con mezcla en la tobera (nozzle mix), al entrar a la cámara de combustión.

Las tablas a continuación mostradas son considerando que no existe presión en la cámara de combustión, el equipo se instalará a una altura menor a los 1 000 pies y la temperatura del aire sea menor a los 90°F.

En todos los casos hay que usar los siguientes factores de corrección al momento de seleccionar el quemador:

-La capacidad del quemador se mantiene hasta los primeros 1 000 pies (304 metros) de altura, de aquí por cada 1 000 pies de altura adicionales su capacidad decrece en un 4%.

Tabla 3.1. Modelo JB1

JB1 - Máxima Potencia = 2 500 MBH				
Modelo JB1	Máxima presión en la cámara	Capacidad Máxima	Tren de gas	Potencia del Motor para el soplador
		Gas	Ø tubería	
JB1 - 02	1,25	1 000	1	1/4
JB1 - 03	1,25	1 500	1 1/4	1/3
JB1 - 05	1,25	2 100	1 1/2	1/2
JB1 - 07	1,25	2 500	1 1/2	3/4
	"W.C	scfh	pulgadas	HP

Tabla 3.2. Modelo JB2

JB2 - Máxima Potencia = 6 000 MBH				
Modelo JB2	Máxima presión en la cámara	Capacidad Máxima	Tren de gas	Potencia del Motor para el soplador
		Gas	Ø tubería	
JB2 - 07	2	2 800	1 1/2	3/4
JB2 - 10	2	3 500	2	1
JB2 - 15	2	3 500	2	1 1/2
JB2 - 20	2	4 200	2	2
JB2 - 30	2.5	5 300	2 1/2	3
JB2 - 50	2.5	6 000	2 1/2	5
	"W.C	scfh	pulgadas	HP

- La capacidad del quemador decrece en un 6% por cada pulgada de columna de agua de presión dentro de la cámara de combustión.

- La capacidad del quemador decrece en un 2% por cada 10°F (5,5°C) que se incremente la temperatura del aire cuando se encuentra encima de los 90°F (32,2°C).

En nuestro caso se presentan las siguientes condiciones:

Tabla 3.3. Modelo JB3

JB3 - Máxima Potencia = 12 600 MBH				
Modelo JB3	Máxima presión en la cámara	Capacidad Máxima	Tren de gas	Potencia del Motor para el soplador
		Gas	Ø tubería	
JB3 - 30	3,5	6 300	2 1/2	3
JB3 - 50	3,5	8 300	3	5
JB3 - 75	3,5	10 500	3	7 1/2
JB3 - 100	3,5	12 600	3	10
	"W.C	scfh	pulgadas	HP

scfh pie cubico por hora a condiciones estándar.

- La empresa en cuestión que va a realizar la conversión a gas natural de sus calderos se encuentra en la ciudad de Lima por lo que no se va a considerar una reducción en la capacidad del quemador por efectos de la altura.
- La temperatura del aire es la temperatura ambiente, inferior a los 30°C.
- En nuestra cámara de combustión tenemos una presión de 1,26"wc, por lo que tendremos:

$$1,26 \text{ "w.c.} \times 6 \% = 7,56 \%$$

Recalculando el caudal para seleccionar el quemador:

$$6\,300 \text{ pies}^3/\text{h} \times 107,56 / 100 = 6\,777 \text{ pies}^3/\text{h}$$

Este será nuestro nuevo valor de ingreso para la selección del quemador.

Según las tablas se ve que el equipo que está dentro del rango es el modelo

JB3 – 50, con la línea del tren de gas de Ø3 pulg y con un motor para el soplador de 5 HP.

-Por otro lado la presión en nuestra cámara de combustión es:

$$1,26 \text{ " w.c.} < 3,5 \text{ " w.c. según se indica en la tabla 3.3.}$$

Tabla 3.4 Requerimientos exigidos por la UL 795, para potencias entre < 5 000-12 500 >MBH

	Features Required	Over 5000, Up thru 12500
AIR	Prepurge	YES 60% average open louver with modulation
	Number of wires required	[1] FOUR
CONTROL	High fire purge interlock switch (modulation is necessary for this)	YES, with modulation
GROUP	Air flow proving switch	YES
	Combustion air loss manual reset	YES
	Low fire interlock switch (standard with modulation)	YES
	Post Purge	YES
FUEL & IGNITION	Fuel valve proof-of-closure switch (motorized valve necessary for this)	YES
	Pilot, intermittent	NO
	Pilot, interrupted	YES
	Pilot trial for ignition time	10 sec. Maximum
	Direct spark ignition	NO
GROUP	Main flame, trial for ignition	10 sec. Maximum
CONTROL	High fuel pressure switch	YES
	Low fuel pressure switch	YES
	High fuel temperature switch	NO
	Low fuel temperature switch	NO
	Flame failure response time	4 sec. maximum
	Flame Safeguard standard Fireye	Nonrecycle EPD170
	Honeywell	RM7840L
FUEL VALVE GROUP	Dual pilot valves	NO
	Dual main fuel valves	YES
	Main valve type	Motorized (1 sec close) with POC switch
	Auxiliary valve type	Solenoid
	Manual Valves, Main Shutoff	Ball type standard
	Leakage Test	Ball type standard
	Pilot and Main pressure regulators	Standard [2]
Normally open vent valve	NO	
MISC.	Audible alarm	NO
	Gas strainer	Acceptable, not required
	Gas line trap(drip leg), supply line [4]	YES

Según los estándares para UL 795:

La potencia se encuentra dentro de este rango

$< 5\,000\,000 - 12\,500\,000 >$ Btu/h, por lo que le corresponde el esquema que se muestra en la figura 3.2.

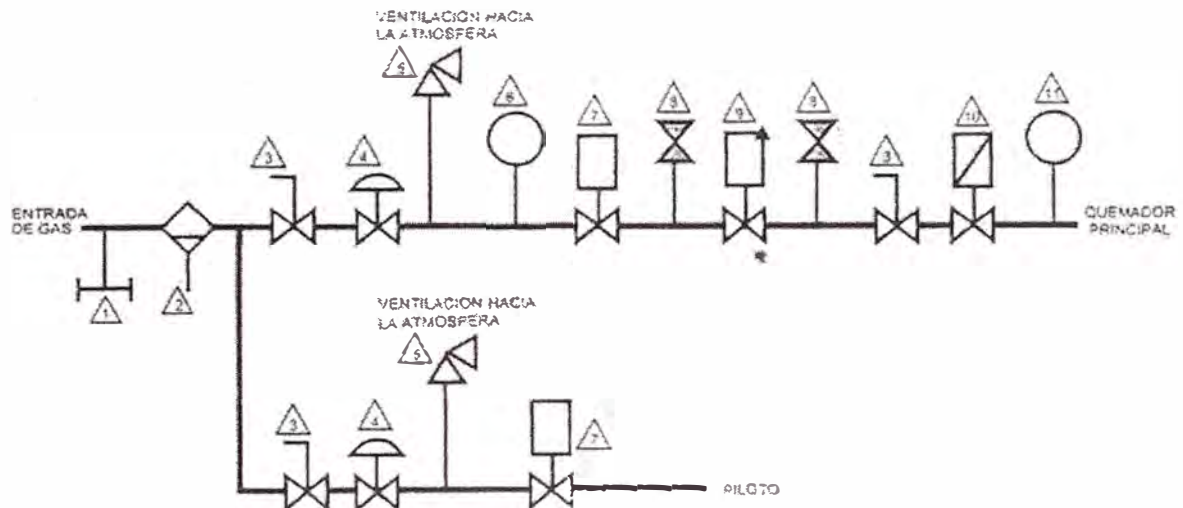


Figura 3.2. Esquema del tren de gas



La adaptación de este modelo para WEBSTER sería el esquema 3.3:

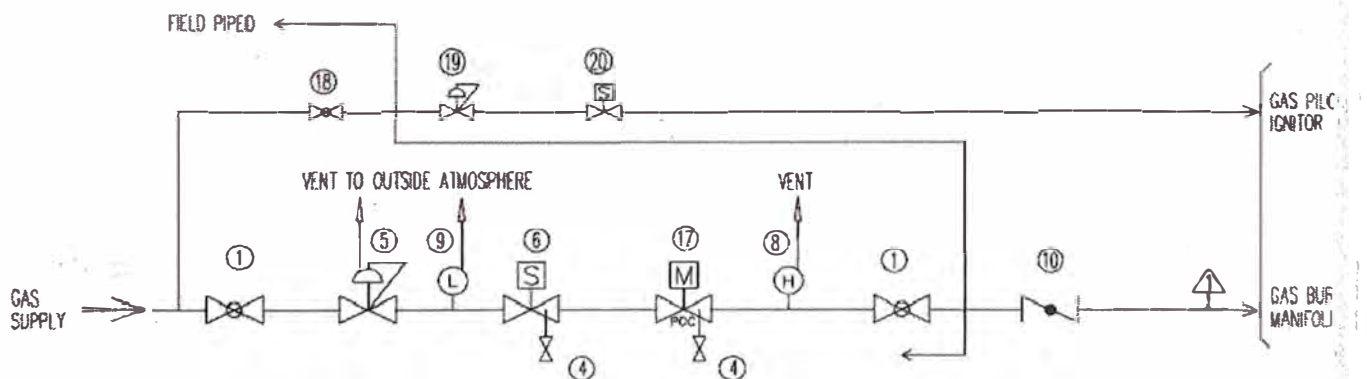


Figura 3.3. Esquema según WEBSTER

Donde:

- 1.- Válvula de bola para la línea de gas Ø3 pulgadas
- 4.- Válvula de bola para prueba de fugas Ø ¼"
- 5.- Regulador de presión de gas
- 6.- Válvula Auxiliar de seguridad tipo Solenoide (Shut - Off)
- 8.- Presostato de Alta – reseteo manual
- 9.- Presostato de Baja – reseteo manual
- 10.- Válvula de modulación
- 17.- Válvula Principal de seguridad tipo motorizada (Shut-Off)
- 18.- Válvula de bola de gas – línea piloto
- 19.- Regulador de presión de gas – Línea Piloto
- 20.- Válvula de seguridad (válvula solenoide)

- **Válvulas de bola**

Estas válvulas son de cierre rápido, de 1/4 de vuelta y de accionamiento manual, con esfera de acero inoxidable, asientos de teflón reforzado y cuerpo de acero al carbono fundido, de calidad ASTM A105 o ASTM A181. Estas responderán a las normas ANSI 150.

- **Regulador de presión de gas**

Cada tren de gas debe llevar uno de estos, El regulador debe asegurar un suministro de gas a una presión constante hacia el quemador. Normalmente este es el primer elemento en un tren de gas.

Webster trabaja con la marca Maxitrol, para los reguladores.

Según catalogo para un Ø3 pulg, para una máxima presión de ingreso de 1psi y para un caudal de 6 300 pies³/h se tiene:

Marca: Maxitrol Modelo : RV111

Para este modelo de la tabla 3.5 se tiene que para una caída de presión de 1" w.c. le corresponde un caudal de 8 572 pies³/h.

Tabla 3.5. Caídas de presión en el regulador

Model Number and Pipe Size		CSA MAX	Pressure Drop (Inches w.c. (mbar))												
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	2	3	4
RV52	1/2 x 1/2 3/4 x 3/4	450 (12.7)	151 (4.2)	214 (6.1)	262 (7.4)	302 (8.5)	338 (9.5)	370 (10.5)	400 (11.3)	427 (12.1)	453 (12.6)	478 (13.5)	505 (14.1)	528 (14.7)	556 (15.4)
RV53	3/4 x 3/4 1 x 1	710 (20.1)	217 (6.1)	306 (8.6)	375 (10.6)	433 (12.2)	484 (13.7)	530 (15)	573 (16.2)	612 (17.3)	650 (18.4)	684 (19.3)	725 (20.4)	763 (21.5)	800 (22.6)
RV61	1 x 1 1-1/4 x 1-1/4	1100 (31.1)	379 (10.7)	536 (15.1)	675 (18.1)	799 (21.5)	918 (24)	929 (26.3)	1004 (28.4)	1073 (30.4)	1138 (32.2)	1200 (34.0)	1262 (35.8)	1324 (37.6)	1386 (39.4)
RV81	1-1/4 x 1-1/4 1-1/2 x 1-1/2	2500 (70.8)	780 (22.1)	1102 (31.2)	1350 (38.2)	1559 (44.1)	1743 (49.5)	1909 (54)	2062 (58.4)	2204 (62.4)	2339 (66.2)	2465 (69.8)	2585 (73.7)	2700 (77.4)	2810 (81.1)
RV91	2 x 2 2-1/2 x 2-1/2	3275 (92.7)	1212 (34.3)	1714 (48.5)	2100 (59.4)	2424 (68.8)	2711 (76.7)	2969 (84.1)	3208 (90.8)	3429 (97.1)	3637 (103)	3834 (108)	4022 (113)	4200 (118)	4369 (123)
RV111	2-1/2 x 2-1/2 3 x 3	7500 (212)	2742 (78)	3878 (110)	4750 (134)	5485 (155)	6132 (175)	6718 (190)	7258 (205)	7757 (219)	8227 (233)	8572 (243)	8913 (253)	9250 (263)	9584 (273)
RV131	4 x 4	--	4734 (134)	6695 (190)	8200 (232)	9468 (268)	10688 (300)	11868 (328)	12525 (354)	13390 (380)	14202 (402)	14971 (424)	21172 (600)	25930 (734)	29942 (848)

Entonces para nuestro caso se tendrá que :

$$\Delta h_1 = \Delta h_2 \times (Q_1 / Q_2)^2$$

$$\Delta h_1 = 1''\text{w.c.} \times (6\,300 / 8\,572)^2$$

$$\Delta h_1 = 0,54''\text{w.c.} = 13,72 \text{ mmca}$$

Este viene a ser un valor de referencia que indica la caída mínima de presión en esta válvula, al regularla la caída va a ser mayor.

- **Válvula auxiliar de seguridad tipo solenoide (Shut - Off)**

Es una válvula ON-OFF, solenoide, normalmente cerrada, tiene un tiempo de respuesta a la apertura de 1 segundo y un tiempo de respuesta al cierre de 1 segundo. Viene con dos tomas auxiliares de presión roscadas.

Webster trabaja con la marca Asco, para las válvulas Shut Off.

Según catalogo para un Ø3 pulg se tiene que:

Marca: ASCO Modelo : 8214040

Tabla 3.6. Factor Cv de las Válvulas - Modelo 8214

Pipe Size (ins.)	Orifice Size (ins.)	Cv Flow Factor	Gas Capacity ① Btu/hr.	Operating Pressure Differential (psi)		Max. Fluid Temp. °F		Catalog Number	Const. Ref.	Agency			Wallage		Approx. Shipping Weight (lbs)
				Min.	Max.	AC	DC			UL	FM	CSA	AC	DC	
COMBUSTION (Fuel Gas) - NORMALLY CLOSED															
3/4	1 5/8	11	580,000	0	5	125	77	8214 035	1	○	⊗	○	20	14.9	4.3
1	1 5/8	21	1,119,000	0	5	125	77	8214 050	1	○	⊗	○	20	14.9	4.3
1 1/4	1 5/8	32	1,730,000	0	5	125	77	8214 060	2	○	⊗	○	20	14.9	4.3
1 1/2	1 5/8	35	1,900,000	0	5	125	77	8214 070	2	○	⊗	○	20	14.9	4.3
2	2 3/32	60	2,800,000	0	5	125	77	8214 080	3	○	⊗	○	20	14.9	6.3
2 1/2	3	104	5,765,500	0	5	125	-	8214 090 ③	4	○	⊗	○	28.2	-	13.0
3	3	105	5,796,000	0	5	125	-	8214 040 ③	4	○	⊗	○	28.2	-	14.0

○ = Safety Shutoff Valve. ① 1" W.C. Drop @ 2" W.C. Inlet Pressure, 1,000 Btu/cu.ft. or more, 0.64 Specific Gravity Gas. ⊗ FM approved "Process Control Valves".
 ③ Not available with 24 volt, 60 Hz coil.

Para el cálculo de caídas de presión de gases en este tipo de válvulas se emplea la siguiente fórmula:

$$Q = 1\,360 \times C_v \times ((P_1 + P_2) / (G \times T_f))^{0.5} \times ((P_1 - P_2) / 2)^{0.5} \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

G = gravedad específica del gas

P₁ = Presión de ingreso a la válvula (psia)

P₂ = Presión de salida de la válvula (psia)

Q = caudal a condiciones estándar (pies³/h)

T_f = Temperatura absoluta del flujo de gas (°R)

En estos tramos las presiones de gas son bajas, por lo que:

(P₁ + P₂) se toma igual a 2 P_{atm}

G = 0,65

Cv = 105..... Para el modelo 8214040

T_f = 520 °R

Q = 6 300 pies³/h

Entonces: $(P_1 - P_2) = (Q^2 / (2 \cdot 871 \times C_v^2)) \times 25.4 \text{ mmca} \dots\dots\dots (2)$

$$(P_1 - P_2) = 31,85 \text{ mmca}$$

Esta vendría a ser la caída de presión del gas.

- **Válvula principal de seguridad tipo motorizada (Shut-Off)**

Esta válvula ON-OFF, es normalmente cerrada, es motorizada al abrir y retorna mediante resorte al cerrar. Tiene dos partes: El cuerpo de la válvula y el actuador. Dentro del actuador, lleva una bomba que mueve un volumen de aceite, este a la vez mueve un pistón hacia abajo y comprime al muelle retractor de cierre, de esta manera la válvula queda en posición de apertura, la bomba y la válvula magnética se quedan bajo tensión durante el funcionamiento del quemador. En caso se dé una señal de cierre o falta de tensión, la bomba se detiene, la válvula magnética se abre permitiendo la descompresión de la cámara superior del pistón. El platillo cuando se cierra esta accionado por la fuerza del muelle retractor.

Pueden contener según sea el requerimiento un switch de comprobación de cierre (proof of closure switch, POC), que envía señal que la válvula se encuentra cerrada, antes de arrancar al quemador

Webster trabaja con la marca Asco, para las válvulas motorizadas Shut Off.

Según catalogo para un Ø3 pulg se tiene que:

Marca: ASCO

Modelo : V710LASV22. Este vendría a ser el cuerpo de la válvula.

Tabla 3.7. Factor Cv de las válvulas - Modelo V710

Pipe Size (Ins.)	Cv Flow Factor	Gas Capacity @		Operating Pressure Differential (psi)		Fluid & Ambient Temp. °F		Catalog Numbers				Const. Ref.	Approx. Shipping Weight (lbs)
		Btu/hr.	Min.	Max.	Min.	Max.	Quick Opening Trim	Quick Opening w/Valve Seal Overtravel Trim	Linear Trim	Linear w/Valve Seal Overtravel Trim			
COMBUSTION (Fuel Gas) Normally Closed													
3/4	12	665,000	0	15	-40	150	V710EAS	V710EASV22	V710EASV15	V710EASV25	1	4.0	
1	17	960,000	0	15	-40	150	V710FAS	V710FASV22	V710FASV15	V710FASV25	1	4.0	
1 1/4	25	1,406,000	0	15	-40	150	V710GAS	V710GASV22	V710GASV15	V710GASV25	2	4.2	
1 1/2	30	1,717,000	0	15	-40	150	V710HAS	V710HASV22	V710HASV15	V710HASV25	2	4.2	
2	64	3,620,000	0	10	-40	150	V710JAS	V710JASV22	V710JASV15	V710JASV25	3	9.5	
2 1/2	75	4,250,000	0	10	-40	150	V710KAS	V710KASV22	V710KASV15	V710KASV25	4	13.0	
3	92	5,230,000	0	10	-40	150	V710LAS	V710LASV22	V710LASV15	V710LASV25	4	12.0	
4 (Flange)	180	10,200,000	0	15	-40	150	V710NCF	V710NCFV22	V710NCFV15	-	5	100.0	

* 1" W.C. Drop @ 2" W.C. Inlet Pressure, 1,000 Btu/cu.ft. or more, 0.64 Specific Gravity Gas.

De manera similar al caso anterior :

$$(P_1 - P_2) = (Q^2 / (2 \cdot 871 \times C_v^2)) \times 25,4 \text{ mmca}$$

En este caso : $C_v = 92$

$$(P_1 - P_2) = 41,49 \text{ mmca}$$

Esta vendría a ser la caída de presión del gas, en el cuerpo de la válvula.

Estas válvulas trabajan conjuntamente con un actuador electrohidráulico, modelos AH Hidramotor, que es que se encarga de la apertura y cierre de la válvula, en este caso se ha escogido el modelo AH2D112S4, por sus condiciones de cierre de menos de 1 segundo, tiene una apertura rápida entre 6 y 14 segundos. Lleva un switch de comprobación de cierre (POC), y un visor para saber en que posición se encuentra la válvula (abierta o cerrada).

- **Regulación de la potencia de fuego**

Para regular la potencia de fuego de los quemadores, existen tres sistemas básicos que se basan en el accionamiento de una válvula automática del caudal de gas:

Tipo todo o nada: es una válvula de control de suministro de gas que intermitentemente abre o cierra el suministro, dentro de los límites prefijados de funcionamiento normal.

- *Tipo modulante:* es una válvula de control que regula el suministro del gas principal en todo el margen, desde la posición abierta a la posición cerrada.

La modulación se efectúa por medio de un controlador y un motor potenciométrico. La cantidad de calor que demanda el quemador es función de la necesidad que requiere la caldera, por lo que el valor que se cede estará en relación a la demanda, dentro de una gama de variables establecidas. En estos sistemas se logra una mayor economía de combustible, con una mayor seguridad, al estar la llama constantemente encendida.

- *El tipo alto y bajo fuego:* se los denomina semimodulante, en los cuales el actuador de la válvula de cierre se provee en dos posiciones, con la que se logra mediante el uso de dos controladores límites de funcionamiento normal, obtener la llama alta, baja o cerrado.

En la instalación se se decidió por el tipo modulante, para lo cual se ha necesitar:

Válvula de modulación

Los valores de las capacidades que se muestran a continuación en la tabla 3.8 son en caso el fluido que este circulando internamente sea aire, como ese no es nuestro caso, debemos dividir este por un factor según la tabla 3.9.

Por lo tanto se tiene que para efectos de cálculos de la caída de presión

$$\text{Caudal} = 6\,300 \text{ pies}^3/\text{h} / 1,29 = 4\,884 \text{ pies}^3/\text{h}$$

Diámetro de tubería = Ø 3 pulgadas

Entonces:

$$\Delta h_1 = \Delta h_2 \times (Q_1 / Q_2)^2$$

$$\Delta h_1 = 1''\text{w.c.} \times (4\,884 / 6\,619)^2$$

$$\Delta h_1 = 0,54''\text{w.c.} = 13,83 \text{ mmca}$$

Esta válvula se encarga de entregar al quemador el gas necesario para su combustión, este a la vez esta unido mediante varillas a un dámper que va colocado a la entrada del soplador. Todo esto esta comandado por el motor de modulación (modutrol). Para definir la posición de las varillas, se hace la regulación del quemador en posición de alto y bajo fuego, a partir de aquí el quemador trabaja por si solo modulando el ingreso de aire y combustible según su requerimiento de calor dentro de la caldera. La modulación en valores intermedios la hace manteniendo la proporción aire-gas, con la que se ha regulado.

Tabla 3.8. Caídas de presión en la válvula de modulación

NPT Size	Flow Coefficient Cv-Full Open	Reduced Port								
		Capacity scfh air - "wc pressure drop								
		0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	6	8
1"	14.1	443	543	626	767	885	1,082	1,248	1,525	1,757
1-1/4"	22.8	717	877	1,013	1,240	1,431	1,750	2,019	2,467	2,842
1-1/2"	31.4	987	1,208	1,395	1,707	1,970	2,410	2,780	3,397	3,913
2"	62.7	1,971	2,413	2,785	3,409	3,935	4,813	5,551	6,783	7,814
2-1/2"	87.9	2,763	3,383	3,905	4,780	5,516	6,748	7,783	9,510	10,955
3"	149.0	4,683	5,734	6,619	8,102	9,350	11,438	13,192	16,120	18,570
4"	244.0	7,669	9,390	10,839	13,268	15,311	18,731	21,604	26,397	30,410
6" wafer	553.0	17,381	21,281	24,566	30,070	34,702	42,452	48,962	59,827	68,921
8" wafer	721.5	22,677	27,765	32,051	39,232	45,275	55,387	63,881	78,056	89,921

Tabla 3.9. Factores de corrección

Multifactors for gases other than air

Gas - Sp. Gr.	Natural - .6	Propane - 1.5	Butane - 2.0
Multifactor	1.29	.81	.70

El modutrol escogido en este caso es de la marca Honeywell modelo M9174C1025, tiene un torque de 75lb-pulg, tiene dos posibles salidas (opuestas) de conexión para los brazos, dos switches de seguridad que van a marcar los

límites en las posiciones de bajo y alto fuego respectivamente, en una carrera de 90°.

- **Presión diferencial en el quemador de gas**

El gas al circular dentro del quemador tiene una caída de presión, además requiere una presión al ingreso de la cámara de combustión, la suma de ambas puede aproximarse para efectos de cálculo según la siguiente grafica (figura 3.4).

Ingresando con el caudal 6 300 pies³/h y el modelo de quemador JB3

encontramos que este tendrá una caída aproximada de 4,1”w.c.

Presión diferencial en el quemador:= 4,1”w.c.

Presión en la Cámara de Combustión: 1,26 “w.c.

Presión total requerida al ingreso del quemador: 5,36”w.c. = 136,14 mmca.

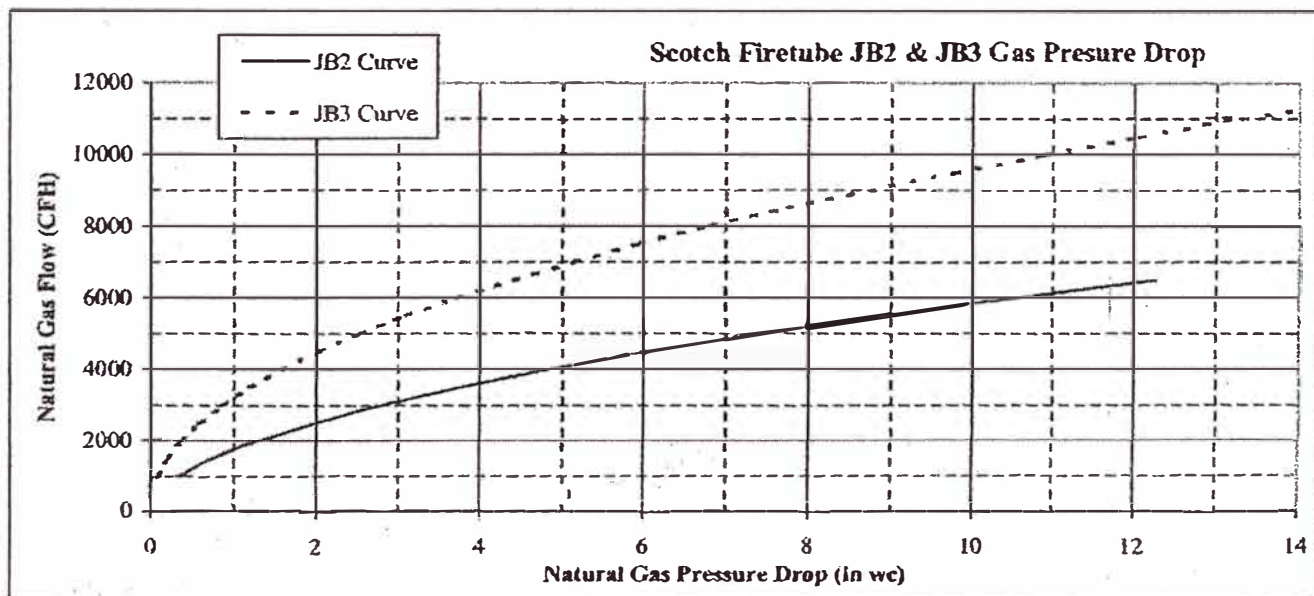


Figura 3.4. Presión diferencial requerida en el quemador

• **Cálculo de la línea del tren de gas**

Las presiones que se manejan en estos tramos son menores de 500 mmca (menores de los 50 mbar), utilizando la recomendación de la NTP 111.010.

$$Q = \sqrt{\frac{D^5 \cdot h}{2 \cdot s \cdot l}} \dots \dots \text{Formula de Poole}$$

Donde :

Q : Caudal en m³/h (Condiciones estándar)











D : Diámetro en cm

h : pérdida de carga en mmca

s : densidad relativa del gas

l : longitud en metros, incluyendo longitud equivalente de los accesorios que la componen. Véase la tabla 3.10 para longitudes equivalentes.

Tabla 3.10. Resistencia de codos, accesorios y válvulas para gas natural expresada en longitud equivalente de tubería cedula 40 recta en metros.

	Threaded fittings†	Valves (threaded, flanged, or welded)						90° welding elbows and smooth bends‡	Welding tees		
		Elbows 45°	90°	Tee	Plug	Globe	Angle	Swing check	R/dg = 1-1/2	Forged	Mitre**
k factor =	0.42	0.9	1.8	0.9	10	5	25	0.36	1.35	1.8	
n = L/D ratio†† =	14	30	60	30	333	167	83	12	45	60	
Nominal pipe size in (Schedule 40)	Inside diameter (d) mm										
3/8	12.52	0.18	0.37	0.75	0.37	4.18	2.09	1.04	0.15	0.56	0.75
1/2	15.80	0.22	0.47	0.94	0.47	5.27	2.64	1.29	0.19	0.17	0.94
3/4	20.93	0.29	0.63	1.26	0.63	6.98	3.47	1.74	0.25	0.94	1.26
1	26.64	0.37	0.80	1.60	0.80	8.87	4.45	2.22	0.32	1.20	1.60
1-1/4	35.05	0.49	1.05	2.10	1.05	11.67	5.82	2.92	0.42	1.58	2.10
1-1/2	40.89	0.49	1.23	2.45	1.23	13.62	6.83	3.41	0.49	1.84	2.45
2	52.50	0.73	1.58	3.14	1.58	17.50	8.75	4.39	0.63	2.36	3.14
2-1/2	62.71	0.88	1.88	3.75	1.88	20.88	10.45	5.21	0.75	2.82	3.75
3	77.93	1.09	2.34	4.66	2.34	25.97	12.98	6.49	0.94	3.51	4.66
4	102.3	1.23	3.08	6.16	3.08	34.14	17.07	8.53	1.23	4.60	6.16
5	128.2	1.79	3.84	7.68	3.84	42.67	21.33	10.67	1.54	5.76	7.68

Para el cálculo de la velocidad de circulación del fluido se utilizará la fórmula:

$$V = \frac{365,35 \cdot Q}{D^2 \cdot P}$$

Donde:

Q : Caudal en m³/h (Condiciones estándar)

P : Presión de cálculo en kg/cm² absoluta

D : Diámetro interior de la tubería en mm.

V : velocidad lineal en m/s

Aquí ya se está considerando la variación por efectos de la caída de presión en la línea del tren de gas.

Hay que tener presente que las velocidades en la línea de gas deben ser menores a 30 m/s, para evitar ruidos y excesiva vibración en la tubería.

El nuevo caudal será: $Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot V$

Donde:

V : La velocidad calculada anteriormente (m/s)

D : Diámetro interior de la tubería en metros

Q : Caudal en m³/h, a condiciones actuales de presión.

Al variar la presión, también varía la densidad:

$$\rho = \frac{P \cdot \rho_{gas}}{10334}$$

Donde:

ρ_{gas} : Densidad del gas en $\frac{kg}{m^3}$ (condiciones estándar)

P : Presión absoluta en mmca

ρ : Densidad nueva del gas en $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ a condiciones actuales de presión

También se sabe que la presión dinámica:

$$h_v = V^2 / 2g$$

Donde:

h_v : Presión dinámica en columna de fluido que circula (metros de columna de gas)

V : Velocidad del gas en m/s

G : gravedad en m/s^2

Por otro lado las unidades de presión más usuales para estos casos son los milímetros de columna de agua, por lo que:

$$h_v = (V^2 / 2g) \times (\rho_{\text{gas}} / \rho_{\text{agua}}) \times 1000 \dots \dots \text{ (mmca)}$$

Donde:

ρ : Densidad en kg/m^3

Entonces: $h_v = \rho_{\text{gas}} \times (V^2 / 2g) \dots \dots \text{ (mmca)}$

Vamos a considerar: $h_t = h_c + h_v \dots \dots \text{ (mmca)}$

El espesor mínimo de las paredes de tuberías de acero roscadas o soldadas, debe ser conforme a la cédula 40. En la tabla 3.11 se dan los espesores mínimos para tuberías de acero, y los diámetros interiores a utilizar en los cálculos.

Tabla 3.11. Tuberías comerciales de acero Schedule 40

Medida Nominal de la tubería pulgadas	Diámetro exterior mm	Espesor mm	Diámetro interior mm
1	33,4	3,38	26,6
1 1/4	42,2	3,56	35,1
1 1/2	48,3	3,68	40,9
2	60,3	3,91	52,5
2 1/2	73	5,16	62,7
3	88,9	5,49	77,9
3 1/2	101,6	5,74	90,1
4	114,3	6,02	102,3

A partir de aquí ya se puede elaborar la hoja de cálculo para el tren de gas.

- **Selección del resorte del regulador:**

Según se puede ver en la hoja de cálculo, la presión de salida en el regulador debe ser de 245 mmca (10"wc), de la tabla 3.9, que es parte del catálogo del regulador, se selecciona el resorte N° Parte : R11110-515 color verde.

Tabla 3.12. Modelos del resorte del regulador de presión

Model Number	Part Number	Color Code	Outlet Pressure	Approx I.D.	Approx Length
ADJUSTABLE MODELS:			INCHES W.C.	INCHES	INCHES
RV111 210G	R11110-13	Brown	1.0 to 3.5	1-1/2	6-1/8
	R11110-25	Plated	2.0 to 5.0		7-1/6
	R11110-36*	Plated	3.0 to 6.0		8-5/16
	R11110-38	Pink	3.0 to 8.0		7-3/8
	R11110-48	Orange	4.0 to 8.0		8-3/8
	R11110-412	Violet	4.0 to 12		7-3/8
	R11110-512	Blue	5.0 to 12		8-1/8
	R11110-515	Green	5.0 to 15		7-1/16
	R11110-1022	Red	10 to 22		8-1/8

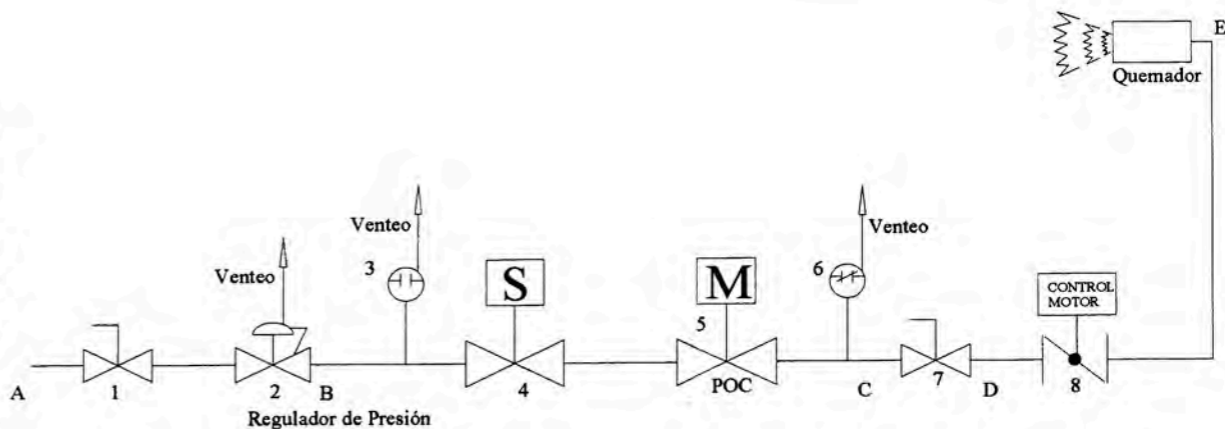
PLANO 1

Cálculo de Línea de gas

Proyecto: Manufacturas Terrot S.A.C
 Equipo de Consumo: Caldero 150 BHP
 Fecha: 16-12-05

Características del Quemador

Marca:	Webster					
Modelo:	JB3G - 50 RM7840L - M-0.3 - UL					
Combustible:	Gas Natural					
Capacidad:	6300	MBTU/H				
Caudal a condiciones estándar :	0,050	m ³ /s	6300	pies ³ /h		
Ø entrada quemador:	3	pulg				
Presión diferencial en el quemador:	4,10	"w.c.	104,14	mmca	0,15	psi
Presión en la cámara Combustión:	1,26	"w.c.	32	mmca	0,05	psi
Presión requerida al ingreso del quemador :	5,36	"w.c.	136,14	mmca	0,19	psi
Presión de velocidad al ingreso al Q:	0,17	"w.c.	4,25	mmca	0,01	psi
Tren:	3"x3"					
Presión ingreso tren:	10,35	"w.c.	263,0	mmca	0,37	psi
Válvula Reguladora RV111 :	(5 - 15)	"w.c.	(127 - 381)	mmca		



Perdidas en el Tren:	Tramo:	Descripción	Diametro		Longitud (m)	Densidad (kg/m3)	Caudal (m3/s)	Velocidad (m/s)	(Kf) ó (L/D)	Inicial			Caida		Salida	Observaciones
			Nominal (pulg)	Real (m)						he (mmca)	hv (mmca)	hT (mmca)	hw (mmca)	hT (mmca)		
	A-B	Tee	3"	0,07793	1,56	0,813	0,048	10,129	20	263,00	4,252	267,25	2,25	265,01		
		Tubería	3"	0,07793	0,05	0,813	0,048	10,131	0,642	260,75	4,253	265,01	0,07	264,93		
		Válvula de Bola	3"	0,07793	0,16	0,813	0,048	10,131	2,053	260,68	4,253	264,93	0,23	264,70		
		Tubería	3"	0,07793	0,05	0,813	0,048	10,131	0,642	260,45	4,253	264,70	0,07	264,63		
		Brida	3"	0,07793	0,07	0,813	0,048	10,131	0,898	260,38	4,253	264,63	0,10	264,53		
		Tubería	3"	0,07793	0,05	0,813	0,048	10,131	0,642	260,28	4,253	264,53	0,07	264,46		
		Valv. Reguladora	3"	0,07793	0,33	0,813	0,048	10,131	4,235	260,21	4,253	264,46	15,00	249,46	Caida de presión mínima 13.72	
	B-C	Tubería	3"	0,07793	0,05	0,812	0,048	10,146	0,642	245,20	4,259	249,46	0,07	249,39		
		Tee	3"	0,07793	1,56	0,812	0,048	10,146	20	245,13	4,259	249,39	2,25	247,14		
		Tubería	3"	0,07793	0,05	0,812	0,048	10,148	0,642	242,88	4,260	247,14	0,07	247,07		
		JB8214040	3"	0,07793	0,23	0,812	0,048	10,148	2,951	242,81	4,260	247,07	31,85	215,22	Cv = 105	
		Tubería	3"	0,07793	0,1	0,809	0,049	10,179	1,283	210,95	4,273	215,22	0,14	215,08		
		V710LASV22	3"	0,07793	0,23	0,809	0,049	10,179	2,951	210,80	4,273	215,08	41,49	173,59	Cv = 92	
		Tubería	3"	0,07793	0,05	0,806	0,049	10,219	0,642	169,30	4,290	173,59	0,07	173,52		
		Tee	3"	0,07793	1,56	0,806	0,049	10,219	20	169,23	4,290	173,52	2,25	171,27		
	C-D	Tubería	3"	0,07793	0,05	0,806	0,049	10,221	0,642	166,98	4,291	171,27	0,07	171,20		
		Codo	3"	0,07793	2,34	0,806	0,049	10,221	30,00	166,91	4,291	171,20	3,37	167,83		
		Tubería	3"	0,07793	0,1	0,806	0,049	10,225	1,28	163,54	4,292	167,83	0,14	167,69		
		Brida	3"	0,07793	0,07	0,806	0,049	10,225	0,898	163,40	4,292	167,69	0,10	167,59		
		Tubería Flexible	3"	0,07793	0,6	0,806	0,049	10,225	7,70	163,30	4,292	167,59	0,86	166,72		
		Tubería	3"	0,07793	0,03	0,805	0,049	10,226	0,38	162,43	4,293	166,72	0,04	166,68		
		Válvula de Bola	3"	0,07793	0,16	0,805	0,049	10,226	2,05	162,39	4,293	166,68	0,23	166,45		
	D-E	Tubería	3"	0,07793	0,05	0,805	0,049	10,226	0,64	162,16	4,293	166,45	0,07	166,38		
		Válvula Modulante	3"	0,07793	0,12	0,805	0,049	10,226	1,54	162,08	4,293	166,38	13,83	152,55		
		Tubería	3"	0,07793	0,06	0,804	0,049	10,240	0,77	148,25	4,299	152,55	0,09	152,46		
		Codo 45°	3"	0,07793	1,25	0,804	0,049	10,240	16,00	148,16	4,299	152,46	1,80	150,67		
		Tubería	3"	0,07793	0,14	0,804	0,049	10,241	1,80	146,37	4,299	150,67	0,20	150,47		
		Codo 90°	3"	0,07793	2,34	0,804	0,049	10,242	30,00	146,17	4,299	150,47	3,37	147,10		
		Tubería	3"	0,07793	0,15	0,804	0,049	10,245	1,92	142,80	4,301	147,10	0,22	146,88		
		Seguridad de Calculo	3"	0,07793		0,804	0,049	10,245		142,58	4,301	146,88	6,39	140,49		
		Ingreso al quemador	3"	0,07793		0,803	0,049	10,251		136,19	4,304	140,49				

Resumen de cálculos

	he (mmca)	hv (mmca)	hT (mmca)	hw (mmca)
Presión salida regulador	245,20	4,259	249,46	
Perdidas entre regulador y quemador				102,58
Presión al ingreso del quemador	136,19	4,30	140,49	

- **Presostatos:**

Para el seteo de presostatos se toma en cuenta la presión de salida de la válvula reguladora. Según se ve en la hoja de cálculo se tiene una presión de 245mmca, por lo que:

Presostato de baja (normalmente abierto), debe ser instalado después de la válvula reguladora, pero antes de la primera válvula shut-off. Se setea entre la presión de salida del regulador y un 50% por debajo de este, nosotros vamos a setearlo en 150 mmca. Si la presión de gas cae debajo del valor seteado, el switch causara la detención del ciclo del quemador. En caso de ocurrir falla por presión baja, para reiniciar el ciclo hay que resetear el presostato de forma manual.

De la marca Honeywell para el uso en líneas de gas tenemos el modelo C6097A1012

Rango de operación 3"- 21"wc

Presostato de alta (normalmente cerrado), debe ser instalado después de la después de la ultima válvula shut-off y antes de la válvula de modulación. Se setea entre la presión de salida del regulador y un 50% por encima de este, nosotros vamos a setearlo en 350 mmca. Si la presión de gas sube por encima del valor seteado, el switch causara la detención del ciclo del quemador. En caso de ocurrir falla por presión alta, para reiniciar el ciclo hay que resetear el presostato de forma manual.

De la marca Honeywell para el uso en líneas de gas tenemos el modelo
C6097B1028

Rango de operación 3"- 21"wc

- **Detectores de llama**

Dentro de los dispositivos de campo, los detectores de llama son seguramente unos de los más importantes en un Sistema de Seguridades de Caldera. Para poder seleccionar correctamente debemos saber sus características. En las llamas hay dos orígenes desde los productos de combustión:

- 1.- Radiación de la llama limpia y los gases
- 2.- Radiación desde las micro partículas de hollín en las llamas luminosas

La radiación de la llama limpia, no sigue la ley de Stefan – Boltzmann. Los gases que emiten o absorben apreciable radiación son aquellos que tienen más de tres átomos por molécula (gases triatómicos) como lo son el CO₂, H₂O y SO₂.

$$Q_r = \epsilon \sigma T^4 \dots\dots\dots \text{Ley de Stefan-Boltzmann}$$

Donde:

Q_r: Cantidad de calor transmitido por radiación

ε: Emisividad

σ: Constante de Stefan - Boltzmann

T : Temperatura

Una excepción es el gas diatomico CO (monóxido de carbono), el cual entrega una baja radiación. Los otros gases como el O₂, N₂ y H₂ tienen un insignificante poder de radiación. La radiación gaseosa, no sigue la ley de Stefan – Boltzmann, porque los gases no irradian en todas las longitudes de onda, como lo hacen los

sólidos (cuerpos grises). Cada gas radia solo en una estrecha banda, como se puede ver en la figura 3.5.

Radiación en llamas luminosas, si una porción enriquecida de mezcla aire/combustible es expuesta al calor, desde una parte más caliente de la llama, las moléculas de combustible no quemado se polimeriza o sufre un craqueo térmico, dando por resultado la formación de moléculas solidas y pesadas. Estas partículas de hollín iluminan cuando se calientan, proveyendo de luminosidad el cual incentiva la capacidad radiante total de la llama.

El tamaño de la partícula de carbón resulta un factor fundamental en este sentido.

- En el caso del gas natural, las partículas de carbón serán microscópicas (500 A°), su combustión muy rápida y la llama muy corta, poco luminosa y de baja emisividad.
- En el caso del combustóleo, petróleo residual o Fuel Oil, las partículas de carbón producto del craqueo en fase líquida serán de tamaño considerable (10-100 micras), demorando más su combustión, con llamas muy luminosas y emisivas.
- En el caso de carbón mineral, el tamaño de partículas se maneja en la molienda en función de su contenido de volátiles (10-100 micras), influenciando así la velocidad de combustión con llamas siempre luminosas y emisivas.

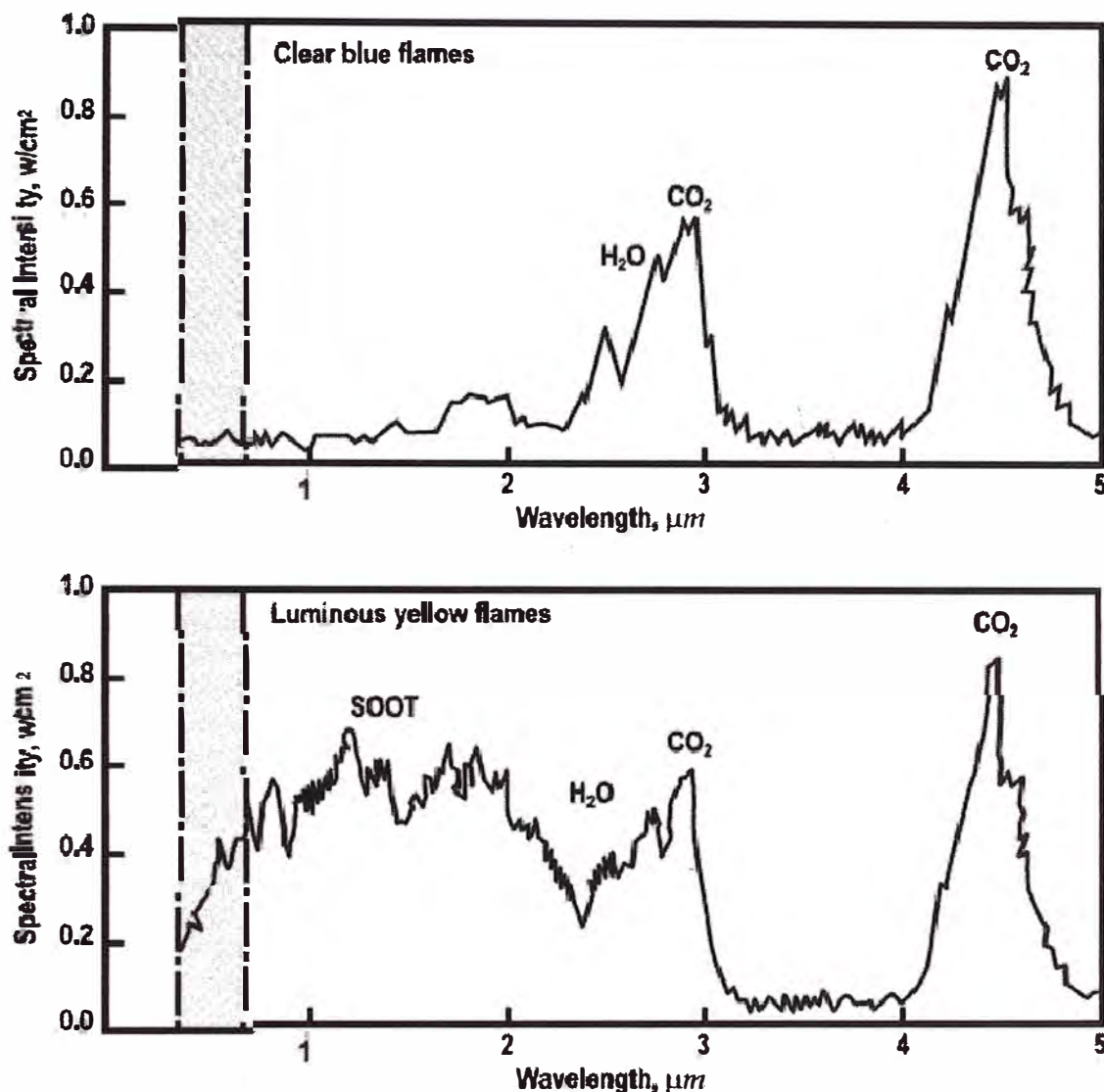


Figura 3.5. Intensidad espectral Vs longitud de onda. Llama no luminosa (superior) son azules; Llama luminosa (inferior) son amarillas y emiten radiación a partir de sus partículas de hollín.

Los combustibles con alta relación Carbono/ Hidrogeno (mayormente combustibles líquidos y sólidos) queman más fácilmente con llamas luminosas como se puede ver en la figura 3.6.

Las Llamas a partir de combustibles sólidos pueden contener partículas de cenizas, las cuales dan radiación, adicionando luminosidad a la llama. Con

combustibles líquidos y gaseosos, la luminosidad de la llama usualmente viene de la radiación del carbón y partículas de hollín.

Es por esto que una llama de combustible sólido o líquido es más radiante que una llama de un combustible gaseoso.

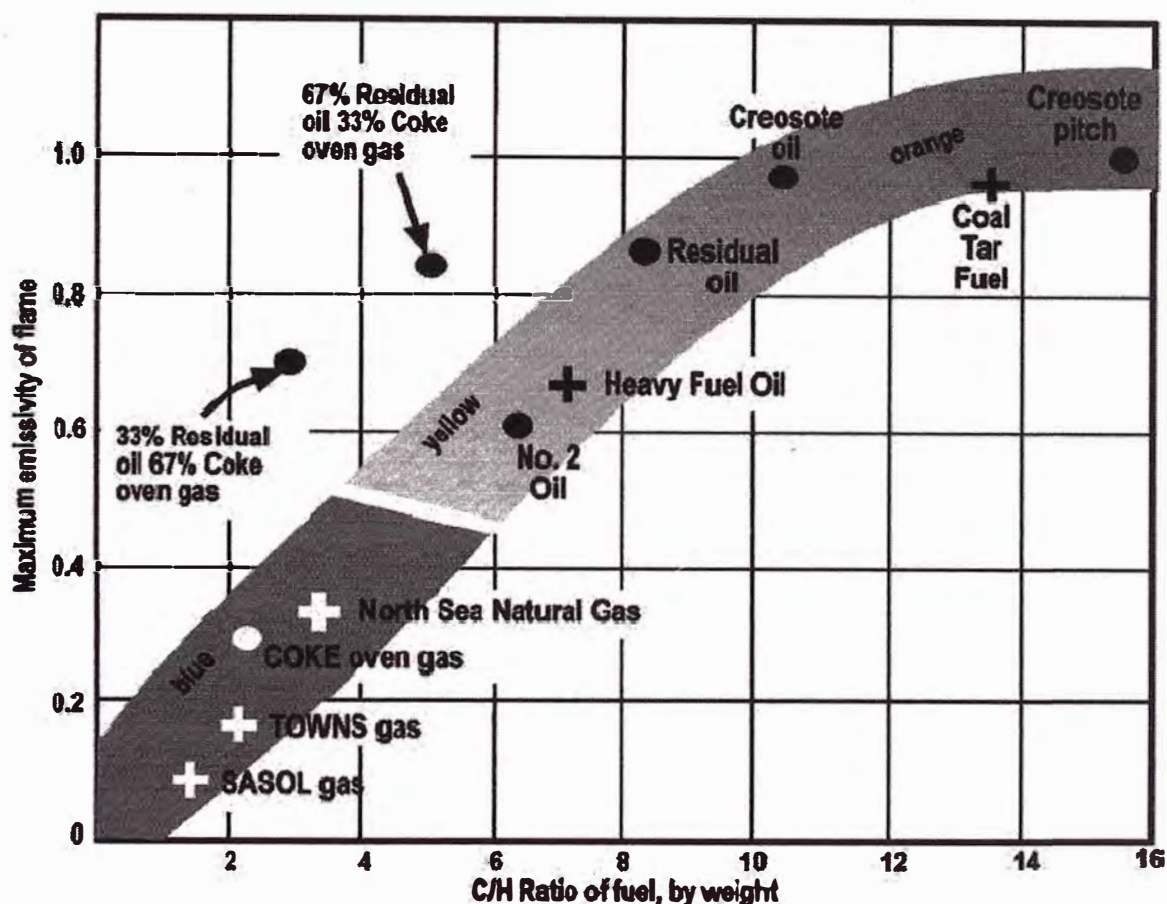


Figura 3.6. Efecto de la proporción Carbono/Hidrogeno del combustible en la emisividad de la llama

En la parte superior de la Figura 3.7 se muestran las curvas de Foto-sensibilidad vs. longitud de onda, de los sensores más habitualmente utilizados.

La curva S1 es la del sensor del detector ultravioleta (UV) y la curva S3 la del sensor de sulfato de plomo del detector de infrarrojos (IR).

En la parte central inferior de las gráficas (de 400 a 800nm.) se muestra la zona de radiación visible por el ojo humano.

En la parte inferior de la Figura 3.8 se muestran las curvas de Energía-emitada vs. longitud de onda, de las llamas de los combustibles más habituales.

La F1 corresponde a la llama de fuel-oil. Se observa que emite radiación UV y mucha IR.

La F2 corresponde a la llama de carbón pulverizado. Se observa que emite poca radiación UV y mucha IR.

La F3 corresponde a la llama de gas. Se observa que emite mucha radiación UV y mucha IR.

La F4 corresponde a la radiación emitida por la pared caliente de la caldera. Se observa que sólo emite radiación IR.

De la observación de estas curvas se pueden sacar algunas conclusiones.

En primer lugar parece claro que para el gas debemos utilizar el detector UV y para el carbón pulverizado el detector IR/Flicker. La llama de gas emite también mucha radiación IR pero de una frecuencia similar a la de la pared caliente de la caldera.

El efecto Flicker es el de pulsación de la llama. La frecuencia de pulsación es distinta según sea el combustible, la zona de la llama y las condiciones de la combustión. Por ello es muy importante que el amplificador de llama incorpore filtros de frecuencia que puedan discriminar unas frecuencias de otras.

En segundo lugar debemos tener cuidado con las radiaciones de baja frecuencia de la pared caliente pues pueden producir señales falsas de llama si no las filtramos.

Cuando utilizamos la zona IR debemos, casi siempre, evitar las bajas frecuencias.

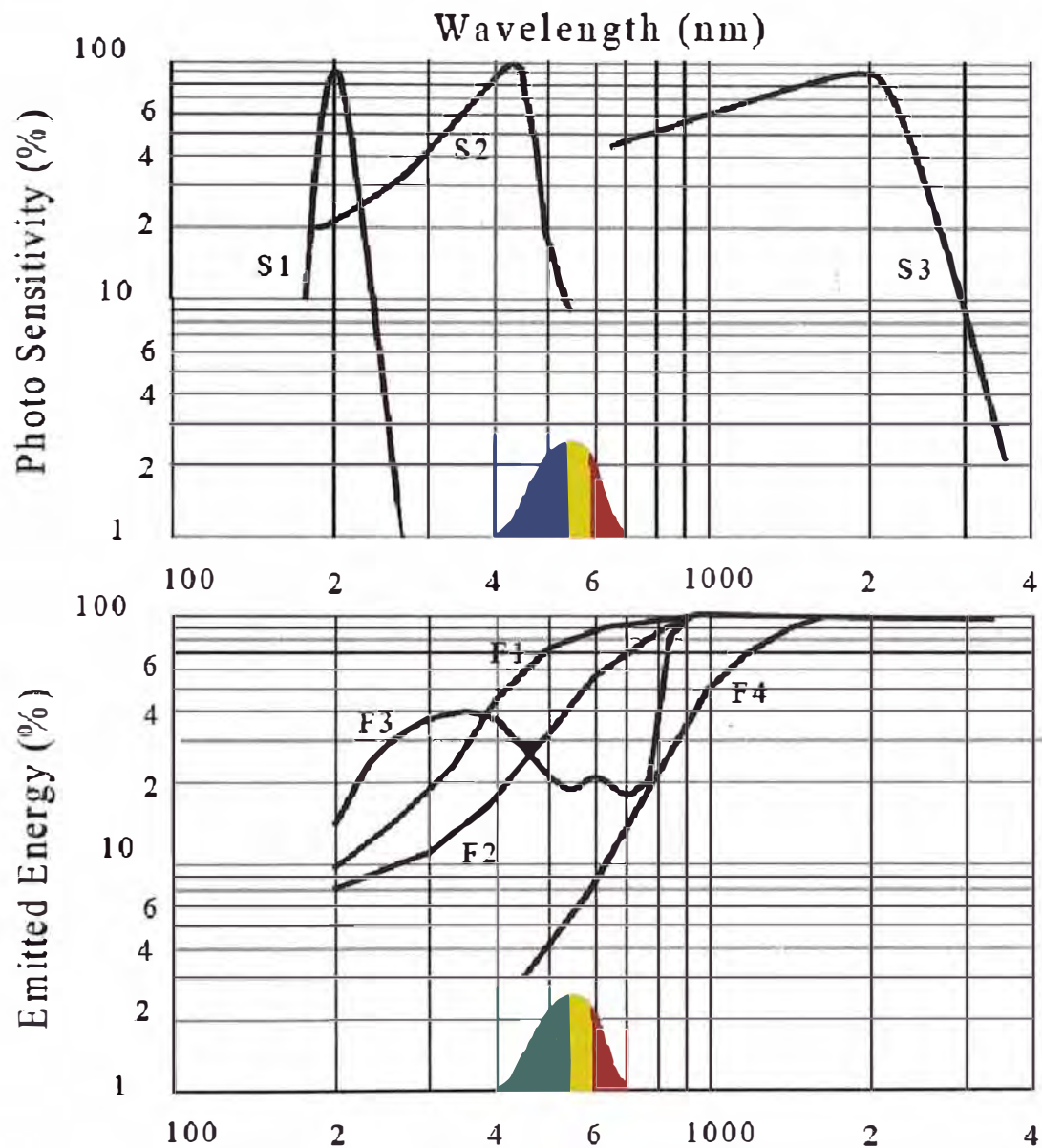


Figura 3.7. Curvas de Foto-sensibilidad y energía emitida vs. longitud de onda

En la Figura 3.8 se muestran algunas curvas típicas de llamas de fuel-oil y carbón pulverizado. Obsérvese que puede ocurrir (ver gráfico inferior derecho) que en algunas frecuencias (las bajas) las intensidades con el quemador apagado sean superiores a las del quemador encendido.

Espectro de Frecuencias Típicos Llamas de Fuel-oil y Carbón

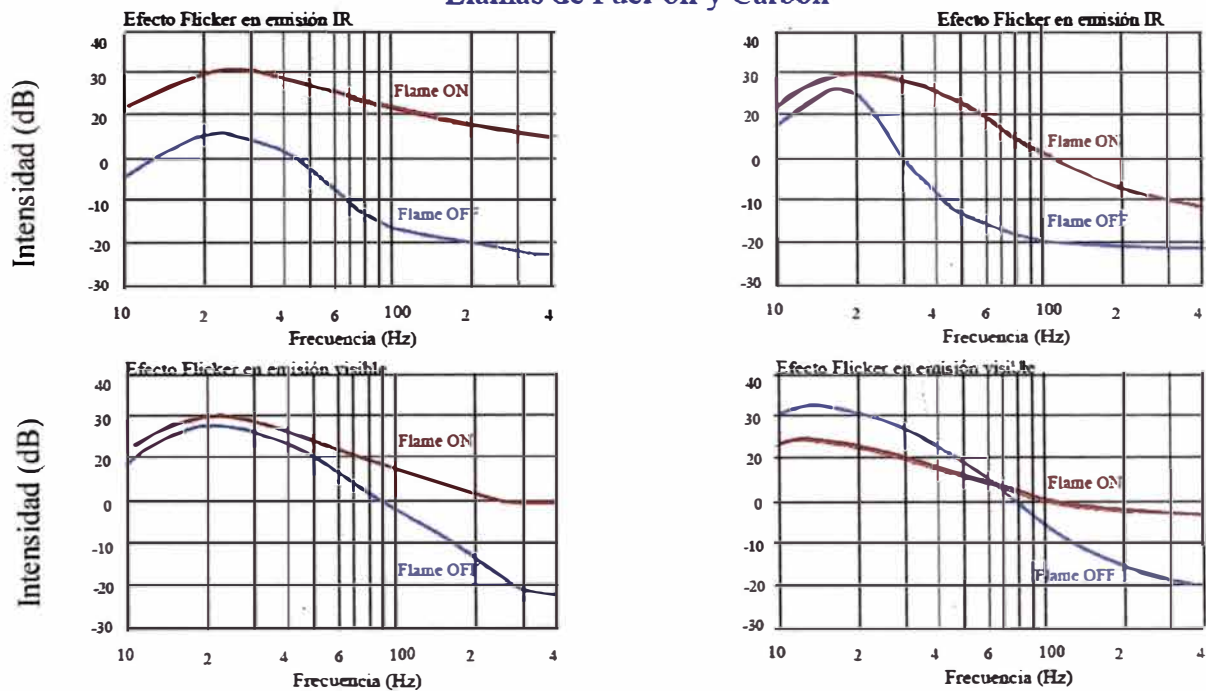


Figura 3.8. Curvas de intensidad vs Frecuencia

Por lo mencionado anteriormente, vamos a utilizar un sensor de llama de tipo UV. En la marca Honeywell se tiene al C7027A1023, este sensor trabaja con el amplificador modelo R7849A1023. Estos a la vez son compatibles con el programador de llama. Estos modelos se usaran en todos los equipos.

- **Programador de Llama**

Webster trabaja con programadores marca Honeywell, en todos los equipos de consumo se utiliza el RM7840L. Aquí se programa el tiempo de purga de la caldera que se da al empezar cada ciclo:

Para el purgado debe ser tal que asegure que la concentración de cualquier producto combustible en cualquier parte de la cámara de combustión y en los conductos de humos sea inferior al 25% del límite inferior de inflamabilidad del

gas combustible. Esta concentración es calculada en base a una cámara de combustión y unos conductos llenos al 100% de gases inflamables.

- En general, cinco renovaciones completas de aire en la cámara de combustión y conductos será suficiente. El caudal de aire utilizado para el prepurgado debe ser al menos el 25% del caudal suministrado al quemador en su máxima capacidad calorífica.

- Cuatro renovaciones de aire, con el dámper como mínimo en el 60% de la posición de llama alta.

30 segundos con el dámper en posición de llama alta

60 segundos con el dámper como mínimo en el 60% de la posición de llama alta.

Normalmente se coloca un tiempo de purgado de 30 segundos. En el siguiente capítulo se verá con más detalle la forma de funcionamiento del programador.

Ya habiendo seleccionado todos los componentes del quemador y el tren de gas, el quemador se designa de la siguiente manera:

JB3G-50-RM7840L-M-0.3-UL

Lo que quiere decir:

Modelo: JB

Tamaño de la cabeza del quemador: 3

Combustible : Gas

Potencia del motor del soplador: 5 HP

Programador de llama: Honeywell RM7840L

Quemador modulante: M

Tren de gas 3 pulg: 0.3

Certificado por: UL

- **Línea de Venteo**

Los equipos que llevan venteo son las válvulas reguladoras y los presostatos, en este caso:

Venteo Válvula Reguladora Ø3/4", Øint=20,96mm

Venteo de Presostatos Ø 1/4"

Se recomienda, para el manifold de venteo que:

Área Ø venteo = Área Ø mayor + 50% de la suma de las otras áreas

Esto es para que el gas no tenga obstrucciones que limiten su salida hacia el exterior del recinto donde se encuentre la caldera.

Por lo que: Ø int venteo = 0.9 pulg, para este valor le corresponde un Ønominal de 1 pulg, nosotros hemos escogido para la instalación un Ønominal de 1 1/4 pulg.

- **Línea Piloto**

Los equipos pueden venir provistos con quemadores pilotos o sin ellos para el encendido del quemador principal. Cuando se utilizan pilotos, su capacidad en la línea no debe de exceder del 3% de la máxima potencia del quemador principal.

El piloto puede clasificarse según su funcionamiento de la siguiente manera:

Continuo: Cuando funciona durante todo el periodo de servicio del equipo, independientemente de la operación del quemador principal.

- **Intermitente:** Cuando enciende automáticamente cada vez que es necesario encender el quemador principal y permanece en operación mientras el mismo funcione.
- **Interrumpido:** cuando enciende automáticamente cada vez que es necesario encender el quemador principal, apagándose una vez finalizado el tiempo de su encendido.

Para el encendido del piloto se utiliza un electrodo, que provoca una chispa eléctrica que origina la ignición, mediante la aplicación de alta tensión en sus bornes, empleándose para ello un transformador.

Nuestra línea piloto según la figura 3.3, debe llevar una válvula de corte manual, un regulador de presión y una válvula de seguridad de corte tipo solenoide, estas vienen instaladas con el paquete integral del quemador.

A continuación se muestra un resumen de los equipos utilizados para cada una de las calderas:

1^{er} equipo de consumo

Datos

Caldero Piro-tubular de 2 pasos

Marca: Ciclotherm

Potencia Nominal : 150 BHP

Modelo : C-5200

Posición : Horizontal

Presión en la Cámara de Combustión: 1,26"wc

Presión Máxima de ingreso al tren de gas: 1 psi

Caudal necesario de gas a condiciones estándar : 6300 pies³/h

Selección del Quemador :	
Marca:	Webster
Modelo:	JB3G-50-RM7840L-M-0.3-UL

ΔP :	104,14 mmca
--------------	-------------

Regulador de Presión de gas :	
Marca :	MAXITROL
Modelo :	RV111
Ø nominal :	3 pulgadas
Resorte :	R11110-515 color verde
ΔP mínimo :	13,72 mmca
Seteado:	245 mmca

Válvula Shut-Off	
Marca :	ASCO
Modelo :	8214040
Tipo :	ON - OFF Solenoide
Ø nominal :	3 pulgadas
CV :	105
ΔP :	31,85 mmca

Válvula Shut-Off	
Marca :	ASCO
Modelo :	V710LASV22
Tipo :	ON-OFF Motorizada
POC switch :	Si
Tiempo de cerrado : 1 seg	
Actuador :	AH2D112S4
Ø nominal :	3 pulgadas
CV :	92
ΔP :	41,49 mmca

Modutrol	
Marca :	HONEYWELL
Modelo :	M9174C1025
Carrera :	90°

Válvula de Modulación	
Marca :	Eclipse
Modelo :	Reduced Port
Ø nominal :	3 pulgadas
ΔP :	13,83 mmca

Presostato de Alta	
Marca :	HONEYWELL
Modelo :	C6097B1028
Rango :	3 - 21 "wc
Posición :	Normalmente Cerrado
Seteado :	350 mmca
Reseteado :	Manual

Presostato de Baja	
Marca :	HONEYWELL
Modelo :	C6097A1012
Rango :	3 - 21 "wc
Posición :	Normalmente Abierto
Seteado :	150 mmca
Reseteado :	Manual

Sensor de Llama	
Marca :	HONEYWELL
Modelo :	C7027A1023
Tipo :	Ultravioleta (UV)

Programador de Llama	
Marca :	HONEYWELL
Modelo :	RM7840L

Linea de venteo	
Ø nominal mínimo : 1 pulgada	
Ø nominal instalado : 1 1/4 pulgada	

3.3 Selección para el segundo equipo de consumo:

Caldero pirotubular de 2 pasos

Marca: Cyclotherm

Potencia Nominal 200 BHP

Modelo: C - 7000

Posición : Horizontal

Presión en la Cámara de Combustión: 1,18 "w.c.

Presión Máxima de ingreso al tren de gas: 1 psi

Caudal necesario de gas a condiciones estándar : 8400 pies³/h

Selección del Quemador :	
Marca:	Webster
Modelo:	JB3G-75-RM7840L-M-0.3-UL
ΔP :	190,5 mmca

Regulador de Presión de gas:	
Marca:	MAXITROL
Modelo:	RV111
\varnothing nominal:	3 pulgadas
Resorte:	R11110-1022 color rojo
ΔP mínimo :	24,39 mmca
Seteado:	413 mmca

Válvula Shut-Off	
Marca:	ASCO
Modelo:	8214040
Tipo:	ON - OFF Solenoide
\varnothing nominal:	3 pulgadas
CV :	105
ΔP :	56,62 mmca

Válvula Shut-Off	
Marca:	ASCO
Modelo:	V710LASV22
Tipo:	ON-OFF Motorizada
POC switch:	No
Tiempo de cerrado : 1 seg	
Actuador :	AH2D112S4
\varnothing nominal :	3 pulgadas
CV :	92
ΔP :	73,75 mmca

Modutrol	
Marca :	HONEYWELL
Modelo :	M9174C1025
Carrera :	90°

Válvula de Modulación	
Marca :	Eclipse
Modelo :	Reduced Port
Ø nominal :	3 pulgadas
ΔP :	24,59 mmca

Presostato de Alta	
Marca :	HONEYWELL
Modelo :	C6097B1028
Rango :	3 - 21 "wc
Posición :	Normalmente Cerrado
Seteado :	500 mmca
Reseteado :	Manual

Presostato de Baja	
Marca :	HONEYWELL
Modelo :	C6097A1012
Rango :	3 - 21 "wc
Posición :	Normalmente Abierto
Seteado :	250 mmca
Reseteado :	Manual

Sensor de Llama	
Marca :	HONEYWELL
Modelo :	C7027A1023
Tipo :	Ultravioleta (UV)

Programador de Llama	
Marca :	HONEYWELL
Modelo :	RM7840L

Línea de venteo	
Ø nominal mínimo :	1 pulgada
Ø nominal instalado :	1 1/4 pulgada

A continuación se muestra la hoja de cálculo de la línea del tren de gas.

Cálculo de Línea de gas

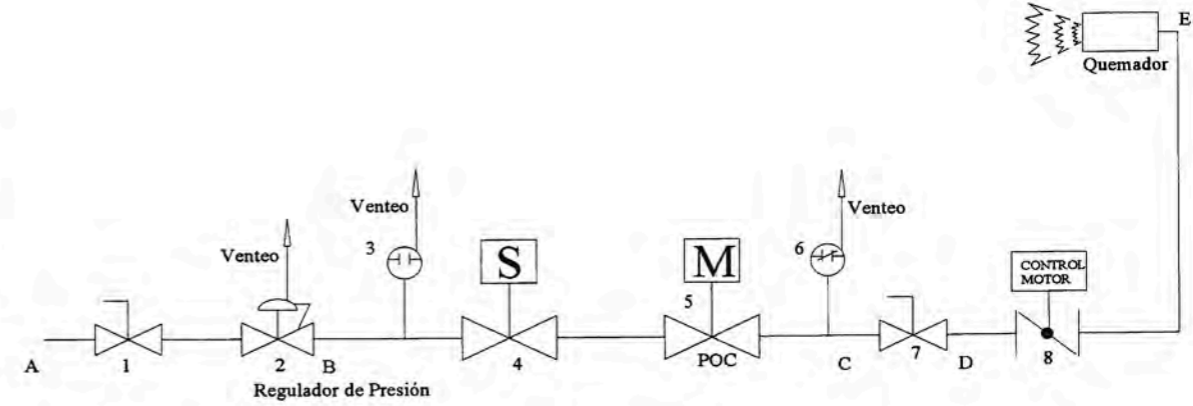
Proyecto: Manufacturas Terrot S.A.C

Equipo de Consumo: Caldero 200 BHP

Fecha: 16-12-05

Características del Quemador

Marca:	Webster				
Modelo:	JB3G - 75 RM7840L - M-0.3 - UL				
Combustible:	Gas Natural				
Capacidad:	8400	MBTU/H			
Caudal:	0,066	m ³ /s	8400	pies ³ /h	
Ø entrada quemador:	3	pulg			
Presión diferencial en el quemador:	7,50	"w.c.	190,50	mmca	0,27 psi
Presión en la cámara Combustión:	1,19	"w.c.	30,23	mmca	0,043 psi
Presión requerida al ingreso del quemador:	8,69	"w.c.	220,73	mmca	0,31 psi
Presión de velocidad al ingreso del Q:	0,293	"w.c.	7,43	mmca	0,01 psi
Tren:	3"x3"				
Presión ingreso tren:	17,64	"w.c.	448,00	mmca	0,64 psi
Válvula Reguladora RV111 :	(10 - 22)	"w.c.	(254 - 558.8)	mmca	



Perdidas en el Tren:	Tramo:	Descripción	Diametro		Longitud (m)	Densidad (kg/m ³)	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)	(Kf) ó (L/D)	Inicial			Caida	Salida	Observaciones
			Nominal (pulg)	Real (m)						he (mmca)	hv (mmca)	hT (mmca)	hw (mmca)	hT (mmca)	
A-B		Tee	3"	0,07793	1,56	0,827	0,063	13,273	20	448,00	7,430	455,43	3,66	451,77	
		Tuberia	3"	0,07793	0,05	0,827	0,063	13,278	0,642	444,34	7,432	451,77	0,12	451,65	
		Válvula de Bola	3"	0,07793	0,16	0,827	0,063	13,278	2,053	444,22	7,432	451,65	0,38	451,27	
		Tuberia	3"	0,07793	0,05	0,827	0,063	13,278	0,642	443,84	7,432	451,27	0,12	451,16	
		Brida	3"	0,07793	0,07	0,827	0,063	13,279	0,898	443,72	7,432	451,16	0,16	450,99	
		Tuberia	3"	0,07793	0,05	0,827	0,063	13,279	0,642	443,56	7,433	450,99	0,12	450,87	
		Valv. Reguladora	3"	0,07793	0,33	0,827	0,063	13,279	4,235	443,44	7,433	450,87	30,00	420,87	Caida de presión mínima 24.4 mmca
B-C		Tuberia	3"	0,07793	0,05	0,825	0,064	13,316	0,642	413,42	7,453	420,87	0,12	420,76	
		Tee	3"	0,07793	1,56	0,825	0,064	13,316	20	413,30	7,453	420,76	3,69	417,07	
		Tuberia	3"	0,07793	0,05	0,824	0,064	13,321	0,642	409,61	7,456	417,07	0,12	416,95	
		JB8214040	3"	0,07793	0,23	0,824	0,064	13,321	2,951	409,50	7,456	416,95	56,62	360,33	Cv = 105
		Tuberia	3"	0,07793	0,1	0,820	0,064	13,391	1,283	352,83	7,496	360,33	0,24	360,09	
		V710LASV22	3"	0,07793	0,23	0,820	0,064	13,392	2,951	352,60	7,496	360,09	73,75	286,34	Cv = 92
		Tuberia	3"	0,07793	0,05	0,814	0,064	13,485	0,642	278,79	7,548	286,34	0,12	286,22	
C-D		Tee	3"	0,07793	1,56	0,814	0,064	13,485	20	278,67	7,548	286,22	3,78	282,44	
		Tuberia	3"	0,07793	0,05	0,814	0,064	13,490	0,642	274,89	7,551	282,44	0,12	282,32	
		Codo	3"	0,07793	2,34	0,814	0,064	13,490	30,00	274,76	7,551	282,32	5,67	276,64	
		Tuberia	3"	0,07793	0,1	0,814	0,064	13,497	1,28	269,09	7,555	276,64	0,24	276,40	
		Brida	3"	0,07793	0,07	0,814	0,064	13,498	0,898	268,84	7,555	276,40	0,17	276,23	
		Tuberia Flexible	3"	0,07793	0,6	0,814	0,064	13,498	7,70	268,67	7,555	276,23	1,46	274,77	
		Tuberia	3"	0,07793	0,03	0,814	0,064	13,500	0,38	267,21	7,556	274,77	0,07	274,70	
D-E		Válvula de Bola	3"	0,07793	0,16	0,813	0,064	13,500	2,05	267,14	7,556	274,70	0,39	274,31	
		Tuberia	3"	0,07793	0,05	0,813	0,064	13,500	0,64	266,75	7,557	274,31	0,12	274,19	
		Válvula Modulante	3"	0,07793	0,12	0,813	0,064	13,500	1,54	266,63	7,557	274,19	24,58	249,60	
		Tuberia	3"	0,07793	0,06	0,812	0,065	13,532	0,77	242,03	7,574	249,60	0,15	249,46	
		Codo 45°	3"	0,07793	1,25	0,812	0,065	13,532	16,00	241,88	7,574	249,46	3,04	246,41	
		Tuberia	3"	0,07793	0,14	0,811	0,065	13,536	1,80	238,84	7,576	246,41	0,34	246,07	
		Codo 90°	3"	0,07793	2,34	0,811	0,065	13,536	30,00	238,49	7,577	246,07	5,71	240,36	
	Tuberia	3"	0,07793	0,15	0,811	0,065	13,544	1,92	232,78	7,581	240,36	0,37	239,99		
	Seguridad de Calculo	3"	0,07793		0,811	0,065	13,544		232,41	7,581	239,99	11,18	228,81		
	Ingreso al quemador	3"	0,07793		0,810	0,065	13,558		221,22	7,589	228,81				

Resumen de cálculos

	he (mmca)	hv (mmca)	hT (mmca)	hw (mmca)
Presión salida regulador	413,42	7,453	420,87	
Perdidas entre regulador y quemador				180,88
Presión al ingreso del quemador	221,22	7,59	228,81	

3.4 Selección para el tercer equipo de consumo:

Caldero de Aceite Térmico

Marca : Konus

Potencia Nominal 1 000 000 Kcal/h

Posición : Vertical

Presión en la Cámara de Combustión: 1,00 "w.c.

Presión Máxima de ingreso al tren de gas: 1 psi

Caudal necesario de gas a condiciones estándar : 3968 pies³/h

Selección del Quemador :	
Marca :	Webster
Modelo :	JB2G-30-RM7840L-M-0.25-UL
ΔP :	116,84 mmca

Regulador de Presión de gas:	
Marca :	MAXITROL
Modelo :	RV91
\varnothing nominal :	2,5 pulgadas
Resorte :	R11110-515 color verde
ΔP mínimo :	27,21 mmca
Seteado :	220 mmca

Válvula Shut-Off	
Marca :	ASCO
Modelo :	8214040
Tipo :	ON - OFF Solenoide
\varnothing nominal :	2,5 pulgadas
CV :	104
ΔP :	12,88 mmca

Válvula Shut-Off	
Marca :	ASCO
Modelo :	V710KAS
Tipo :	ON-OFF Motorizada
POC switch	Si
Tiempo de cerrado :	1 seg
Actuador :	AH2D102A4

Ø nominal :	2,5 pulgadas
CV :	75
ΔP :	24,76 mmca

Modutrol	
Marca :	HONEYWELL
Modelo :	M9174C1025
Carrera :	90°

Válvula de Modulación	
Marca :	Eclipse
Modelo :	Reduced Port
Ø nominal :	2,5 pulgadas
ΔP :	15,76 mmca

Presostato de Alta	
Marca :	HONEYWELL
Modelo :	C6097B1028
Rango :	3 - 21 "wc
Posición	Normalmente Cerrado
Seteado	300 mmca
Reseteado	Manual

Presostato de Baja	
Marca :	HONEYWELL
Modelo :	C6097A1012
Rango :	3 - 21 "wc
Posición	Normalmente Abierto
Seteado	150 mmca
Reseteado	Manual

Sensor de Llama	
Marca :	HONEYWELL
Modelo :	C7027A1023
Tipo :	Ultravioleta (UV)

Programador de Llama	
Marca :	HONEYWELL
Modelo :	RM7840L

Cálculo de Línea de gas

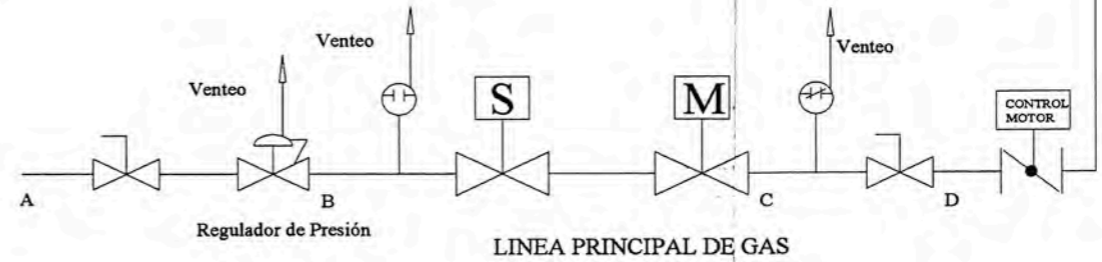
Proyecto: Manufacturas Terrot S.A.C

Equipo de Consumo: Caldero 1'000,000 Kcal

Fecha: 16-12-05

Características de quemador

Marca:	Webster				
Modelo:	JB2G - 30 -RM7840L - M.25 - UL				
Combustible:	Gas Natural				
Capacidad:	3968	MBTU/H			
Caudal:	0,031	m ³ /s	3968	pies ³ /h	
Ø entrada quemador:	2.5"	pulg			
Presión diferencial en el quemador:	4,60	"w.c.	116,84	mmca	0,17 psi
Presión en la cámara Combustión:	1,00	"w.c.	35	mmca	0,036 psi
Presión requerida al ingreso del quemador	5,60	"w.c.	142,24	mmca	0,20 psi
Presión de velocidad al ingreso del Q:	0,16	"w.c.	4,03	mmca	0,01 psi
Tren:	2.5"x2.5"				
Presión ingreso tren:	10,08	"w.c.	256,00	mmca	0,36 psi
Regulador Maxitrol RV 91 :	(5 - 15)	"w.c.	(127 - 381)	mmca	



Perdidas en el Tren:	Descripción	Diametro		Longitud (m)	Densidad (kg/m3)	Caudal (m3/s)	Velocidad (m/s)	(Kf) ó (L/D)	ξ	Inicial			Caida	Salida	Observaciones
		Nominal (pulg)	Real (m)							he (mmca)	hv (mmca)	hT (mmca)	hw (mmca)	hT (mmca)	
A-B	Tee	2.5"	0,06271	1,25	0,813	0,030	9,86	20	0,03	256,00	4,03	260,03	2,12	257,90	
	Tubería	2.5"	0,06271	0,05	0,812	0,030	9,86	0,797	0,03	253,87	4,03	257,90	0,08	257,82	
	Válvula Bola	2.5"	0,06271	0,12	0,812	0,030	9,86	1,914	0,03	253,79	4,03	257,82	0,20	257,61	
	Tubería	2.5"	0,06271	0,05	0,812	0,030	9,86	0,797	0,03	253,59	4,03	257,61	0,08	257,53	
	Brida	2.5"	0,06271	0,08	0,812	0,030	9,86	1,276	0,03	253,50	4,03	257,53	0,14	257,39	
	Tubería	2.5"	0,06271	0,05	0,812	0,030	9,86	0,797	0,03	253,37	4,03	257,39	0,08	257,31	
	Válvula Reguladora	2.5"	0,06271	0,235	0,812	0,030	9,86		0,03	253,28	4,03	257,31	33,00	224,31	Caida de presión Min. 27.21 mmca
B-C	Tubería	2.5"	0,06271	0,1	0,810	0,031	9,89	1,595	0,03	220,27	4,04	224,31	0,17	224,14	
	Tee	2.5"	0,06271	1,25	0,810	0,031	9,89	20	0,03	220,10	4,04	224,14	2,12	222,01	
	Tubería	2.5"	0,06271	0,05	0,810	0,031	9,89	0,797	0,03	217,97	4,04	222,01	0,08	221,93	
	JB8214090	2.5"	0,06271	0,23	0,810	0,031	9,89	3,668	0,03	217,89	4,04	221,93	12,88	209,05	Cv = 104
	Tubería	2.5"	0,06271	0,1	0,809	0,031	9,91	1,595	0,03	205,01	4,04	209,05	0,17	208,88	
	V710KAS	2.5"	0,06271	0,23	0,809	0,031	9,91	3,668	0,03	204,84	4,05	208,88	24,76	184,12	Cv = 75
C-D	Tubería	2.5"	0,06271	0,05	0,807	0,031	9,93	0,797	0,03	180,06	4,05	184,12	0,08	184,03	
	Codo	2.5"	0,06271	1,88	0,807	0,031	9,93	30	0,03	179,98	4,05	184,03	3,19	180,85	
	Tubería	2.5"	0,06271	0,3	0,807	0,031	9,93	4,784	0,03	176,79	4,06	180,85	0,51	180,34	
	Tee	2.5"	0,06271	1,25	0,807	0,031	9,93	20,000	0,03	176,28	4,06	180,34	2,12	178,21	
	Tubería	2.5"	0,06271	0,3	0,806	0,031	9,94	4,784	0,03	174,16	4,06	178,21	0,51	177,71	
	Codo	2.5"	0,06271	1,88	0,806	0,031	9,94	30	0,03	173,65	4,06	177,71	3,19	174,52	
	Tubería	2.5"	0,06271	0,2	0,806	0,031	9,94	3,189	0,03	170,46	4,06	174,52	0,34	174,18	
	Brida	2.5"	0,06271	0,07	0,806	0,031	9,94	1,116	0,03	170,12	4,06	174,18	0,12	174,06	
	Tubería	2.5"	0,06271	0,15	0,806	0,031	9,94	2,392	0,03	170,00	4,06	174,06	0,25	173,81	
	Tubería Flexible	2.5"	0,06271	0,96	0,806	0,031	9,94	15,309	0,03	169,75	4,06	173,81	1,63	172,18	
	Tubería	2.5"	0,06271	0,05	0,806	0,031	9,94	0,797	0,03	168,12	4,06	172,18	0,08	172,10	
	Válvula de Bola	2.5"	0,06271	0,12	0,806	0,031	9,94	1,914	0,03	168,04	4,06	172,10	0,20	171,89	
D-E	Tubería	2.5"	0,06271	0,15	0,806	0,031	9,94	2,39	0,03	167,83	4,06	171,89	0,25	171,64	
	Válvula Modulante	2.5"	0,06271	0,15	0,806	0,031	9,94	2,39	0,03	167,58	4,06	171,64	15,76	155,88	
	Tubería	2.5"	0,06271	0,06	0,805	0,031	9,96	0,96	0,03	151,81	4,07	155,88	0,10	155,78	
	Reducción	2.5" x 2"	0,0525	0,01	0,804	0,031	14,21	0,18	0,03	147,50	8,28	155,78	0,04	155,74	
	Tubería	2"	0,0525	0,04	0,804	0,031	14,21	0,76	0,03	147,46	8,28	155,74	0,16	155,57	
Seguridad de Calculo	2"	0,0525	1,04	0,804	0,031	14,21			147,30	8,28	155,57	4,28	151,29		
Ingreso al Quemador	2"	0,0525		0,804	0,031	14,22			143,01	8,28	151,29				

Resumen de cálculos

	he (mmca)	hv (mmca)	hT (mmca)	hw (mmca)
Presión salida regulador	220,27	4,04	224,31	
Perdidas entre regulador y quemador				68,53

Línea de venteo
Ø nominal mínimo : 3/8 pulgada
Ø nominal instalado : 3/4 pulgada

3.5 Selección para el cuarto equipo de consumo:

Caldero de Aceite Térmico

Marca : Konus

Potencia Nominal 1 600 000 Kcal/h

Posición :

Vertical

Presión en la Cámara de Combustión: 0,63“w.c.

Presión Máxima de ingreso al tren de gas: 1 psi

Caudal necesario de gas a condiciones estándar : 6348 pies³/h

Selección del Quemador :	
Marca:	Webster
Modelo:	JB3G-50-RM7840L-M-0.3-UL
ΔP :	114,3 mmca

Regulador de Presión de gas :	
Marca:	MAXITROL
Modelo:	RV111
Ø nominal:	3 pulgadas
Resorte:	R11110-515 color verde
ΔP mínimo :	13,93 mmca
Seteado:	263 mmca

Válvula Shut-Off	
Marca:	ASCO
Modelo:	8214040
Tipo:	ON - OFF Solenoide
Ø nominal:	3 pulgadas
Cv:	105
ΔP :	32,34 mmca

Válvula Shut-Off	
Marca:	ASCO

Modelo :	V710LASV22
Tipo :	ON-OFF Motorizada
POC switch	Si
Tiempo de cerrado : 1 seg	
Actuador :	AH2D112S4
Ø nominal :	3 pulgadas
CV :	92
ΔP :	42,12 mmca

Modutrol	
Marca :	HONEYWELL
Modelo :	M9174C1025
Carrera :	90°

Válvula de Modulación	
Marca :	Eclipse
Modelo :	Reduced Port
Ø nominal :	3 pulgadas
ΔP :	14,04 mmca

Presostato de Alta	
Marca :	HONEYWELL
Modelo :	C6097B1028
Rango :	3 - 21 "wc
Posición	Normalmente Cerrado
Seteado	350 mmca
Reseteado	Manual

Presostato de Baja	
Marca :	HONEYWELL
Modelo :	C6097A1012
Rango :	3 - 21 "wc
Posición	Normalmente Abierto
Seteado	150 mmca
Reseteado	Manual

Sensor de Llama	
Marca :	HONEYWELL
Modelo :	C7027A1023
Tipo :	Ultravioleta (UV)

Cálculo de Línea de gas

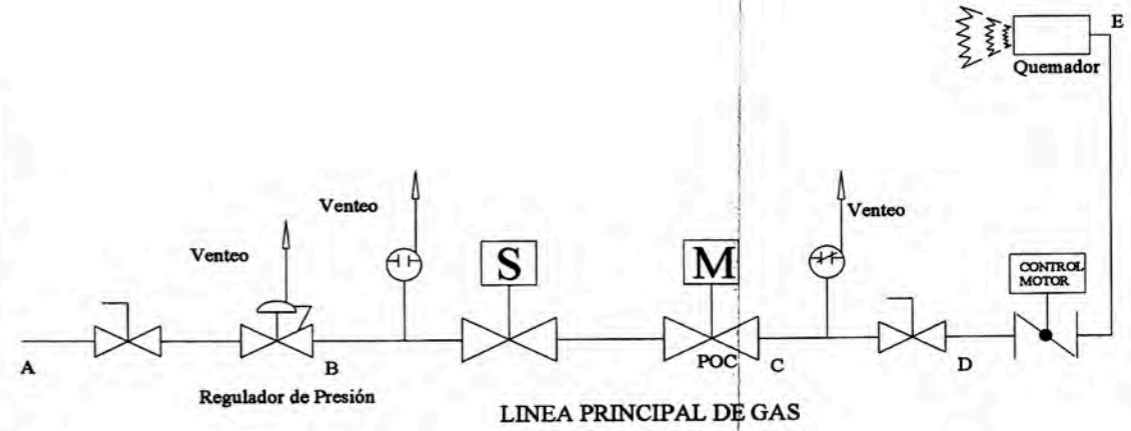
Proyecto: Manufacturas Terrot S.A.C

Equipo de Consumo: Caldero 1'600,000 Kcal

Fecha: 16-12-05

Características de quemador

Marca:	Webster					
Modelo:	JB3G - 50 -RM7840L - M.30 - UL					
Combustible:	Gas Natural					
Capacidad:	6348	MBTU/H				
Caudal:	0,050	m ³ /s	6348	pies ³ /h		
Ø entrada quemador:	3"	pulg				
Presión diferencial en el quemador:	4,50	"w.c.	114,30	mmca	0,16	psi
Presión en la cámara Combustión:	0,63	"w.c.	16,00	mmca	0,02	psi
Presión requerida al ingreso del quemador	5,13	"w.c.	130,30	mmca	0,19	psi
Presión de velocidad al ingreso del Q:	0,17	"w.c.	4,31	mmca	0,01	psi
Tren:	3"x3"					
Presión ingreso tren:	11,06	"w.c.	281,00	mmca	0,40	psi
Regulador Maxitrol RV 111 :	(5 - 15)	"w.c.	(127 - 381)	mmca		



Tramo:	Descripción	Diametro		Longitud (m)	Densidad (kg/m ³)	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)	(Kf) ó (L/D)	ξ	Inicial			Caida	Salida	Observaciones
		Nominal (pulg)	Real (m)							he (mmca)	hv (mmca)	hT (mmca)	hw (mmca)	hT (mmca)	
A-B	Tee	3"	0,07793	1,56	0,815	0,049	10,19	20	0,03	281,00	4,31	285,31	2,28	283,03	
	Tubería	3"	0,07793	0,05	0,814	0,049	10,19	0,642	0,03	278,72	4,31	283,03	0,07	282,96	
	Válvula Bola	3"	0,07793	0,16	0,814	0,049	10,19	2,053	0,03	278,65	4,31	282,96	0,23	282,72	
	Tubería	3"	0,07793	0,05	0,814	0,049	10,19	0,642	0,03	278,41	4,31	282,72	0,07	282,65	
	Brida	3"	0,07793	0,08	0,814	0,049	10,19	1,027	0,03	278,34	4,31	282,65	0,12	282,53	
	Tubería	3"	0,07793	0,05	0,814	0,049	10,19	0,642	0,03	278,22	4,31	282,53	0,07	282,46	
	Válvula Reguladora	3"	0,07793	0,235	0,814	0,049	10,19		0,03	278,15	4,31	282,46	15,00	267,46	Caida de presión Min. 13.93 mmca
B-C	Tubería	3"	0,07793	0,1	0,813	0,049	10,21	1,283	0,03	263,14	4,32	267,46	0,15	267,31	
	Tee	3"	0,07793	1,56	0,813	0,049	10,21	20	0,03	263,00	4,32	267,31	2,28	265,03	
	Tubería	3"	0,07793	0,05	0,813	0,049	10,21	0,642	0,03	260,72	4,32	265,03	0,07	264,96	
	Codo	3"	0,07793	2,34	0,813	0,049	10,21	30	0,03	260,64	4,32	264,96	3,42	261,54	
	Tubería	3"	0,07793	0,1	0,813	0,049	10,21	1,283	0,03	257,22	4,32	261,54	0,15	261,39	
	JB8214090	3"	0,07793	0,23	0,813	0,049	10,21	2,951	0,03	257,08	4,32	261,39	32,34	229,06	Cv = 105
	Tubería	3"	0,07793	0,1	0,810	0,049	10,24	1,283	0,03	224,73	4,33	229,06	0,15	228,91	
C-D	V710KAS	3"	0,07793	0,23	0,810	0,049	10,24	2,951	0,03	224,58	4,33	228,91	42,12	186,79	Cv = 92
	Tubería	3"	0,07793	0,1	0,807	0,049	10,28	1,283	0,03	182,44	4,35	186,79	0,15	186,64	
	Codo	3"	0,07793	2,34	0,807	0,049	10,28	30	0,03	182,29	4,35	186,64	3,42	183,22	
	Tubería	3"	0,07793	0,3	0,807	0,049	10,29	3,850	0,03	178,87	4,35	183,22	0,44	182,79	
	Tee	3"	0,07793	1,56	0,807	0,049	10,29	20	0,03	178,43	4,35	182,79	2,28	180,51	
	Tubería	3"	0,07793	0,05	0,807	0,049	10,29	0,642	0,03	176,15	4,35	180,51	0,07	180,43	
	Brida	3"	0,07793	0,08	0,807	0,049	10,29	1,027	0,03	176,08	4,35	180,43	0,12	180,32	
	Tubería	3"	0,07793	0,05	0,807	0,049	10,29	0,642	0,03	175,96	4,35	180,32	0,07	180,24	
	Tubería Flexible	3"	0,07793	0,96	0,806	0,049	10,29	12,319	0,03	175,89	4,35	180,24	1,40	178,84	
D-E	Tubería	3"	0,07793	0,05	0,806	0,049	10,29	0,642	0,03	174,49	4,35	178,84	0,07	178,77	
	Válvula de Bola	3"	0,07793	0,16	0,806	0,049	10,29	2,053	0,03	174,41	4,35	178,77	0,23	178,53	
	Tubería	2.5"	0,06271	0,15	0,806	0,049	15,90	2,39	0,03	168,14	10,39	178,53	0,65	177,88	
	Válvula Modulante	2.5"	0,06271	0,15	0,806	0,049	15,90	2,39	0,03	167,49	10,39	177,88	14,04	163,84	
	Tubería	2.5"	0,06271	0,06	0,805	0,049	15,93	0,96	0,03	153,44	10,40	163,84	0,26	163,58	
D-E	Reducción	2.5" x 2"	0,0525	0,01	0,804	0,049	22,75	0,18	0,03	142,38	21,20	163,58	0,10	163,48	
	Tubería	2"	0,0525	0,04	0,804	0,049	22,75	0,76	0,03	142,28	21,20	163,48	0,42	163,06	
	Seguridad de Calculo	2"	0,0525	1,04	0,804	0,049	22,75			141,86	21,20	163,06	10,96	152,10	
	Ingreso al Quemador	2"	0,0525		0,803	0,049	22,77			130,87	21,22	152,10			

Resumen de cálculos

	he (mmca)	hv (mmca)	hT (mmca)	hw (mmca)
Presión salida regulador	263,14	4,32	267,46	
Perdidas entre regulador y quemador				104,40
Presión al ingreso del quemador	130,87	21,22	152,10	

Programador de Llama	
Marca :	HONEYWELL
Modelo :	RM7840L

Línea de venteo	
Ø nominal mínimo :	1 pulgada
Ø nominal instalado :	1 1/4 pulgada

3.6 Diagramas de proceso e Instrumentación (P&ID)

La normativa exige el plano P&ID , para cada punto de consumo, donde se muestre el tren de gas, las válvulas de regulación y seguridad y de los sistemas de combustión. También pide que en cada uno de ellos indiquen los seteos de la válvula reguladora, presostatos y tiempos de seguridad en las secuencias de arranque y parada.

El funcionamiento de la instrumentación es controlada por el programador de llama marca Honeywell RM7840L, en si se encarga verificar la:

- Presión de vapor de la caldera (calderas pirotubulares) o temperatura de aceite (calderas de aceite térmico).
- la presencia de llama
- el nivel de agua presente en las tuberías (calderas pirotubulares) o el flujo de aceite (calderas de aceite térmico)
- La presión de gas dentro que se encuentre dentro del rango seteado.

Tomando cada una de estas variables le permite determinar o controlar las variables de salida como lo es la apertura o cierre de electro-válvulas para el paso de gas y aire. También se encarga del manejo de la acción del actuador que controla la relación aire-combustible dependiendo de la:

Presión de vapor actual (calderas pirotubulares) o de la Temperatura de aceite térmico (Calderas de aceite térmico) del sistema mediante un control proporcional que retroalimenta el sistema. La generación de la llama piloto, la temporización de cada uno de los pasos y acciones para el encendido y apagado son manejados por el controlador quien también determina la presencia de errores en el sistema generando una detención o indicación por medio de alarmas de la falla existente.

En la sección planos se muestran los diagramas P&ID.

CAPITULO 4

MONTAJE, PRUEBAS Y FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACION

Antes de realizar la instalación de quemador a gas, hay que asegurarse que la caldera se encuentre en óptimas condiciones de servicio, llevándose a cabo el mantenimiento general de las calderas a vapor y de las calderas de aceite térmico.

Calderas a vapor

Revisar, que no hayan fugas de agua cerca de los cordones de soldadura.

Como ha estado utilizando petróleo residual anteriormente, es común que se encuentre hollín almacenado dentro de los tubos de fuego.

Revisar las bombas, válvulas y sistemas de seguridad de las calderas.

Inspeccionar la chimenea de la caldera, de presentar problemas reparar y cambiar de empaquetaduras.

Calderas de Aceite Térmico

Inspeccionar el serpentín, de presentar fugas cambiar sectores defectuosos.

Revisar las bombas, válvulas y sistemas de seguridad de las calderas.

4.1 Montaje

Dentro de las actividades que se realizan para la conversión de las calderas se encuentran:

- Habilitado de materiales
- Preparación de niples
- Preparación de los quemadores
- Armado tren de gas
- Armado de soportes
- Montaje tren de gas
- Montaje de Tablero de control
- Instalación de líneas eléctricas
- Desensamble de líneas de residual existentes
- Retiro del quemador actual
- Montaje del quemador Webster
- Interconexión de línea de gas
- Pruebas de funcionamiento y regulación

Dentro de los cuales vamos a tocar el montaje del quemador y de las tuberías del tren de gas.

4.1.1 Del quemador

Es de vital importancia que el quemador se encuentre correctamente montado en la caldera. Un montaje incorrecto puede ocasionar fugas de los gases calientes alrededor de la cabeza del quemador, lo que dará como

resultado el deterioro y deformaciones del mismo. Las figuras 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4 muestran la manera correcta en que debe instalarse según recomendaciones del fabricante del quemador (WEBSTER).

En calderas pirotubulares el refractario debe sobrepasar por lo menos en 2 pulgadas la placa portatubos. En el caso de las calderas de aceite térmico el refractario termina al finalizar la parte cónica.

Por otro lado, el refractario necesita ser desmontable, por lo que esta va anclada a la placa frontal, hay que tener en cuenta que estos anclajes se encuentren a 2 pulgadas del exterior del refractario para evitar que la radiación de la llama afecte a estos dilatándolos, lo que traería como consecuencia la fisuración del refractario.

Entre la cámara y el refractario se le coloca una manta cerámica libre de asbesto para que facilite su desmontaje, así como también para que selle y evite la fuga de gases calientes, esta luz que se deja entre ambos puede variar de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ pulgada, como se puede ver en la figura 4.2.

En caso de no requerirse que el refractario sea desmontable, este puede vaciarse sobre la cámara de combustión.

Para el sellado del quemador con la placa frontal de refractario, así como esta con la caldera, se forman anillos a partir de sogas cerámicas y esta hace la función de empaquetadura.

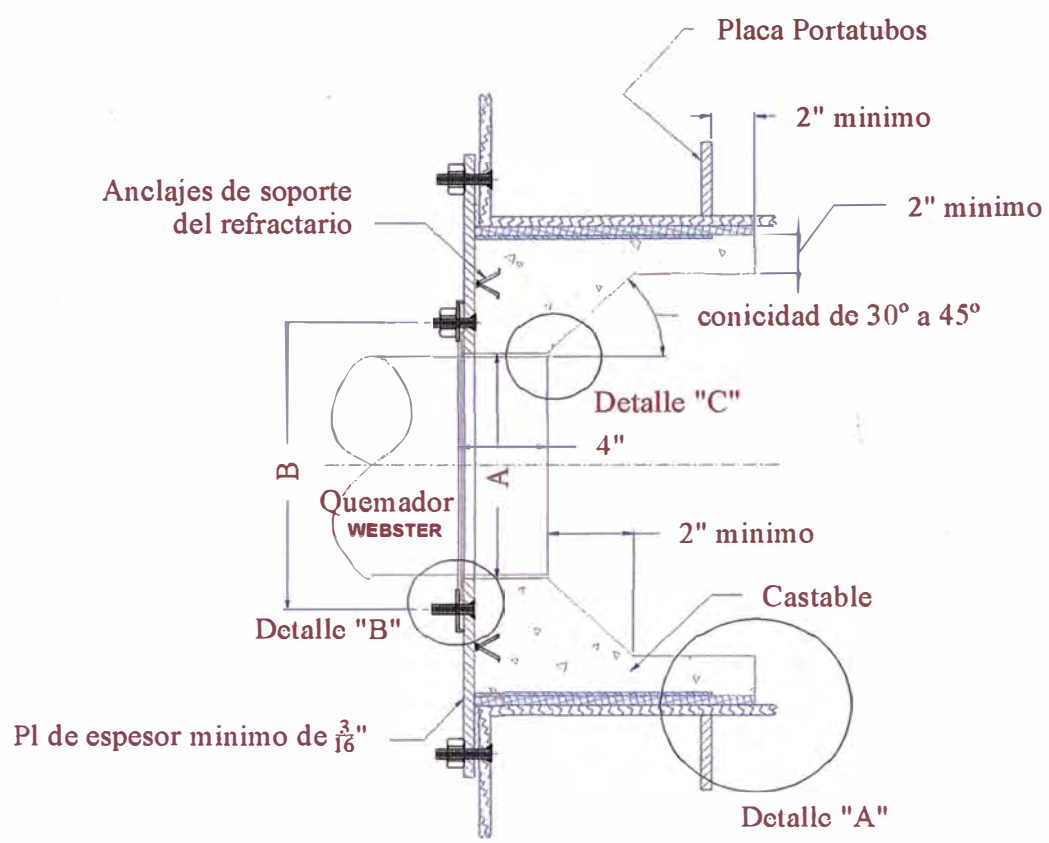


Figura 4.1. Instalación del quemador en la caldera

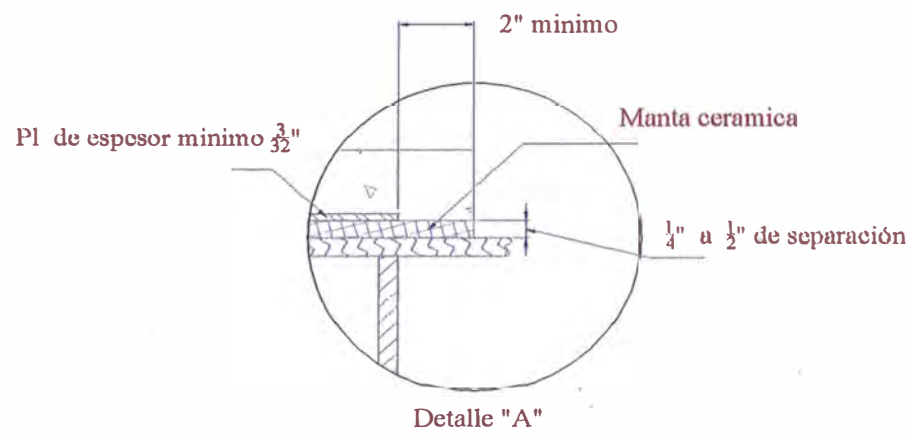


Figura 4.2. Detalle entre refractario y la caldera

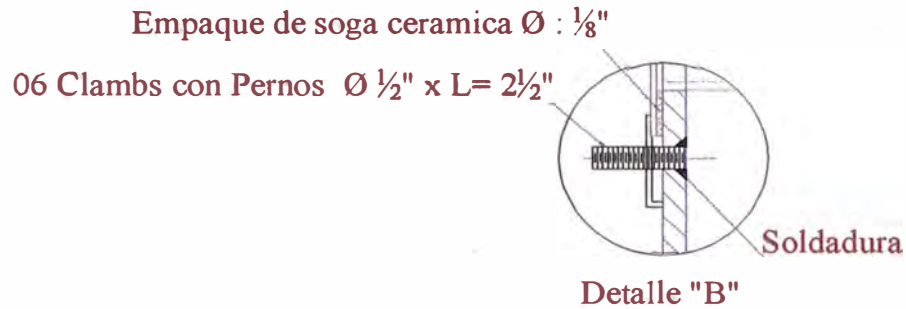


Figura 4.3. Detalle entre quemador y caldera

Si la luz supera $\frac{3}{16}"$ envolver la cabeza del quemador con soga ceramica



Detalle "C"

Figura 4.4. Detalle entre refractario y el quemador

Tabla 4.1. Dimensiones A y B

Dimensiones - Pulgadas		
Modelo	A	B
JB1	7 5/8	10 3/4
JB2	9 5/8	12 3/4
JB3	11 5/8	14 3/4

4.1.2 De las Tuberías

En general, para la construcción del tren de gas se emplea tubería ASTM A53 sch40. Por la cantidad de válvulas y accesorios que llevan los trenes de gas, se hace necesario hacer la instalación roscada. Es un roscado cónico, con filetes bien tallados. No se deben utilizar tubos que contengan

roscas disperejas, con muescas, corroídas o con cualquier otra clase de avería. Para asegurarse que la unión rocada asegure perfectamente se utilizara teflón y/o líquidos sellantes, quedando prohibido el uso de pintura.

Como sugerencia, hay que evitar los accesorios de tuberías innecesarias, tales como codos, tees, ya que estos generan una caída de presión apreciable, con estas presiones de trabajo.

Colocar un tramo de tubería flexible metálica entre el quemador y el tren de gas, para amortiguar cualquier vibración.

La separación entre soportes del tren de gas colocarlos en intervalos de 3 metros, y en cada cambio de dirección.

En lo posible hacer la instalación de los equipos y accesorios del tren de gas, en forma horizontal, en caso de requerirse instalar algún accesorio de forma vertical u oblicua consultar manual del equipo.

Tener cuidado con el sentido de flujo de gas al momento de instalar las válvulas de regulación, de seguridad, estas vienen señalizadas en el cuerpo de las mismas.

Colocar señalización en el tren indicando el sentido de flujo del gas

Pintar el tren de gas teniendo en cuenta que debe llevar una base epoxica de por lo menos 8 mills de espesor, y una capa de acabado de 4 mills de espesor con pintura a base de poliuretano. El color de la pintura de acabado será de color amarillo canario (Ral 1004). Antes de pintar preveer que la tubería se encuentre libre de grasas u otro agente que impida la buena adhesión de la pintura a la tubería.

- Por otro lado hay que cumplir con la NTP 111.010.

4.2 Pruebas

4.2.1 Del Quemador

Se realizan pruebas a los enclavamientos que se tienen en el sistema de seguridad del quemador, tales como:

Verificación del tiempo de purga.

Cierre de las valvulas Shut - Off por perdida de llama.

Cierre de las valvulas Shut – Off por falla del soplador.


Cierre de las valvulas Shut – Off con selector ON – OFF.


Cierre de las valvulas Shut – Off por baja presión de gas en la linea.

Cierre de las valvulas Shut – Off por alta presión de gas en la linea.

A estas pruebas se les conoce como Interlock Test del quemador

A continuación se muestra la secuencia que se realiza para probar estos:

		INTERLOCK TEST EQUIPO DE COMBUSTION WEBSTER		Nº de pag : 1 de 2 Nº revisión 1	
Interlock Test - Caldero					
Nº	DESCRIPCIÓN	OK	Falla	Observaciones	
1	Verificación del tiempo de purga. Puentear switches LWCO y LWCO (aux). Puentear presostato de baja presión LPS (N.A.) Colocar selector del panel de control en ON. El actuador de modulación se dirigirá a la posición de bajo fuego. La luz CALL FOR HEAT se iluminará. El actuador de modulación irá a su posición de fuego alto. Se inicia el periodo de pre purga. Verificar el tiempo de purga (30 seg).				
2	Simular cierre de las valvulas Shut-Off por perdida de llama Realizar el paso 1, luego El actuador de modulación va a su posición de fuego bajo. Luego de da apertura de la valvula piloto . Simular señal de llama. Las valvulas de seguridad (Shut-Off) se aberturan. Esperar 20 segundos y retirar la señal de llama. Verificar el cierre de las Valvulas Shut-Off.				
3	Desenergizado de las Shut - Off por falla del soplador Realizar el paso 1, luego El actuador de modulación va a su posición de fuego bajo. Luego de da apertura de la valvula piloto. Simular señal de llama. Las valvulas de seguridad (Shut-Off) se aberturan. Esperar 20 segundos y desconectar el switch de aire. Verificar la detención del encendido, y cierre de las valvulas de seguridad.				

		INTERLOCK TEST EQUIPO DE COMBUSTION WEBSTER		Nº de pag : 2 de 2 Nº revisión 1	
Interlock Test - Caldero					
Nº	DESCRIPCIÓN	OK	Falla	Observaciones	
4	Desenergizado de las Shut - Off con selector "ON-OFF" Realizar el paso 1, luego El actuador de modulación va a su posición de fuego bajo. Luego de da apertura de la valvula piloto. Simular señal de llama. Las valvulas de seguridad (Shut-Off) se aperturan. Esperar 20 segundos y colocar selector del panel de control en OFF. Verificar la detención del encendido, y cierre de las <u>valvulas de seguridad.</u>				
5	Desenergizado de las Shut - Off por baja presión de gas Realizar el paso 1, luego El actuador de modulación va a su posición de fuego bajo. Luego de da apertura de la valvula piloto. Simular señal de llama. Las valvulas de seguridad (Shut-Off) se aperturan. Esperar 20 segundos y desconectar el puente del switch de presostato de baja (NA). Verificar la detención del encendido, y cierre de las <u>valvulas de seguridad.</u>				
6	Desenergizado de las Shut - Off por alta presión de gas Realizar el paso 1, luego El actuador de modulación va a su posición de fuego bajo. Luego de da apertura de la valvula piloto. Simular señal de llama. Las valvulas de seguridad (Shut-Off) se aperturan. Esperar 20 segundos y desconectar el contacto del switch de presostato de alta. Verificar la detención del encendido, y cierre de las <u>valvulas de seguridad.</u>				
MANUFACTURAS TERROT			FLOSYTEC S.A.C FECHA :		

4.2.2 De las Tuberías

Una vez instalado el tren de gas, se le hace una prueba de hermeticidad, para verificar la estanqueidad del mismo.

4.3 Regulación del quemador

Para la regulación de equipos de combustión, hay que tener en cuenta los rangos de % exceso de aire, temperatura de ingreso de aire, temperatura de los gases de chimenea, y la concentración de los productos de la combustión.

- **Exceso de aire**

El control del aire aportado para combustión tiene gran importancia. La proporción estequiométricamente correcta entre gas natural y aire es 1:10,5, aproximadamente. Generalmente siempre es necesario un exceso de aire para que la combustión sea completa y no se produzcan inquemados. En calderas el exceso de aire a emplear debe ser el mínimo necesario de manera de asegurar:

- a. que la combustión sea completa, y
- b. que las pérdidas térmicas por chimenea sean las mínimas posibles

Esta combustión se denomina también combustión en atmósfera oxidante debido al oxígeno libre (O_2) contenido en los productos de la combustión.

La cantidad de calor liberado no es alterada por el exceso de aire y por lo tanto es idéntico a la desarrollada en la combustión perfecta.

La cantidad de calor aportado al proceso es menor que la desarrollada en la combustión perfecta debido al exceso de aire

La máxima temperatura que pueden alcanzar los productos de combustión es la temperatura adiabática de llama. Es la temperatura que se obtiene si todo el calor desarrollado durante el proceso se utiliza integralmente para calentar los productos. Cuando toda la energía de los reactantes (combustible y aire) es empleada para elevar la temperatura de los humos de combustión, sin pérdidas de calor hacia el medio, los productos alcanzarán una entalpía igual a la de los reactantes, y por ende, obtendrán su máxima temperatura.

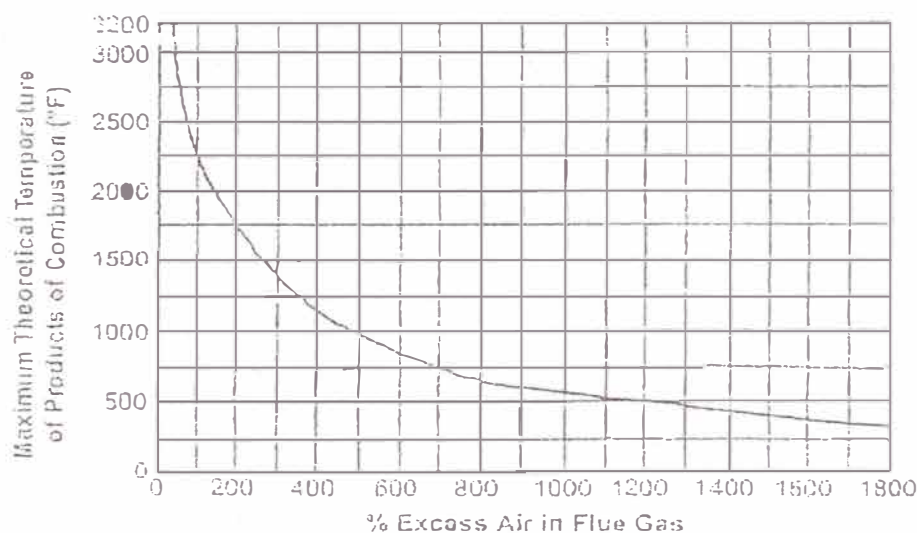


Figura 4.5. Temperatura de los productos de combustión vs % Exceso de aire

La figura 4.5 presenta la variación de la temperatura máxima de los productos de combustión en función del exceso de aire de la combustión.

En la práctica el oxígeno se obtiene del aire, el cual está compuesto por: 78% de Nitrógeno, 21% de oxígeno, 0,94% de Argón y el resto otros gases. Debido a esto el volumen requerido de aire es mucho mayor que el requerido para oxígeno puro. El nitrógeno del aire no participa en la reacción de combustión, es únicamente un acompañante indiferente al proceso. Aún así el nitrógeno absorbe

cierta cantidad de la energía calórica que se produce en la reacción; es decir, una porción de la energía calórica se disipa entre las distintas moléculas de nitrógeno que formarán parte de los gases de combustión. Esto significa que se obtendrá una temperatura de llama más baja, si se utiliza aire en vez de oxígeno puro. El mismo fenómeno que se presenta si se suministra exceso de aire. En la Figura 4.6 se observa un diagrama del efecto de un aumento en la proporción de oxígeno en el aire en la temperatura de los gases de combustión

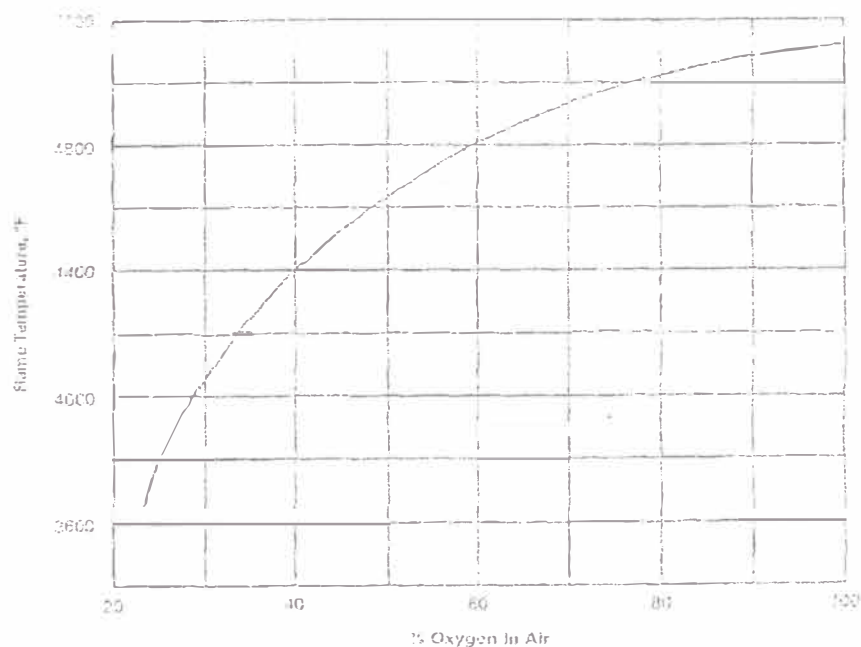


Figura 4.6. Temperatura de los productos de combustión vs % Oxígeno en el aire

- **Temperatura de ingreso de aire**

Nótese en la figura 4.7 la influencia del precalentamiento del aire de combustión. Las temperaturas de llama se incrementan, lo que redundará en mayor calor adicionado a la carga y a la reducción en los consumos energéticos del proceso. No menos importante es el control del exceso de aire debido a que un

incremento desmesurado de este ocasiona una caída drástica en las temperaturas de llama.

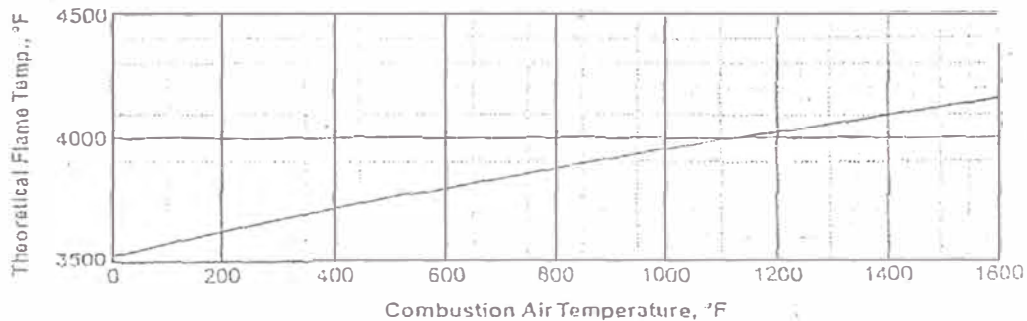


Figura 4.7. Temperatura de llama Vs Temperatura de ingreso de aire

Hasta el momento se ha determinado la influencia negativa del exceso de aire en la máxima temperatura de los productos, el efecto positivo que tiene el precalentamiento de aire en dicha temperatura. Generalmente con un aumento de 50°C en la temperatura del aire al ingreso al quemador, se tiene un ahorro de un 20% de combustible.

Una mayor temperatura de los productos inmediatamente a la salida del quemador, será un indicativo de una mayor eficiencia de este equipo.

- **Temperatura de los gases de combustión**

Los productos de combustión poseen una energía térmica de acuerdo a su temperatura. Esta energía o calor disponible entendido como la cantidad de energía que puede ser convertida en energía útil, es tanto mayor, entre más fríos salen los gases de combustión del proceso de calentamiento de una carga, lo que indica un aprovechamiento notable de la energía térmica.

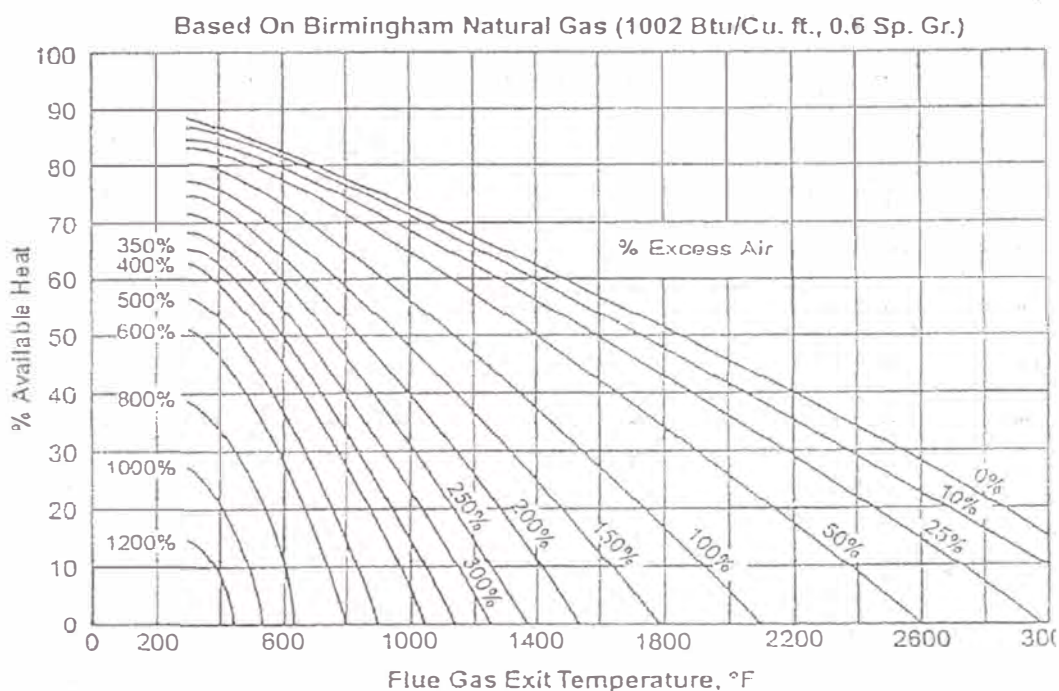


Figura 4.8. Efecto del exceso de aire en la temperatura de salida de los gases de combustión y el calor disponible

En la figura 4.8 muestra cual es la relación entre el exceso de aire en el quemador y la temperatura de los gases de combustión sobre el calor disponible del proceso de calentamiento, este último como porcentaje del poder calorífico superior que sería la máxima energía útil. Se puede notar que para un exceso de aire fijo el calor disminuye a medida que la temperatura de los gases aumenta, lo que indica que no se le está extrayendo toda la energía útil a los humos y está quedando un remanente importante y susceptible de aprovechamiento. Si se considera constante la temperatura de los humos, se nota la clara influencia negativa del exceso de aire, puesto que el calor disponible disminuye debido a que el aire que adicionalmente ingresa a la combustión consume parte de la energía química transformada. Una consideración importante para disminuir la temperatura de los productos, y de esta manera, incrementar calor disponible es

la instalación de recuperadores de calor. Generalmente los recuperadores de calor constituyen alternativas con buena viabilidad técnico-económica.

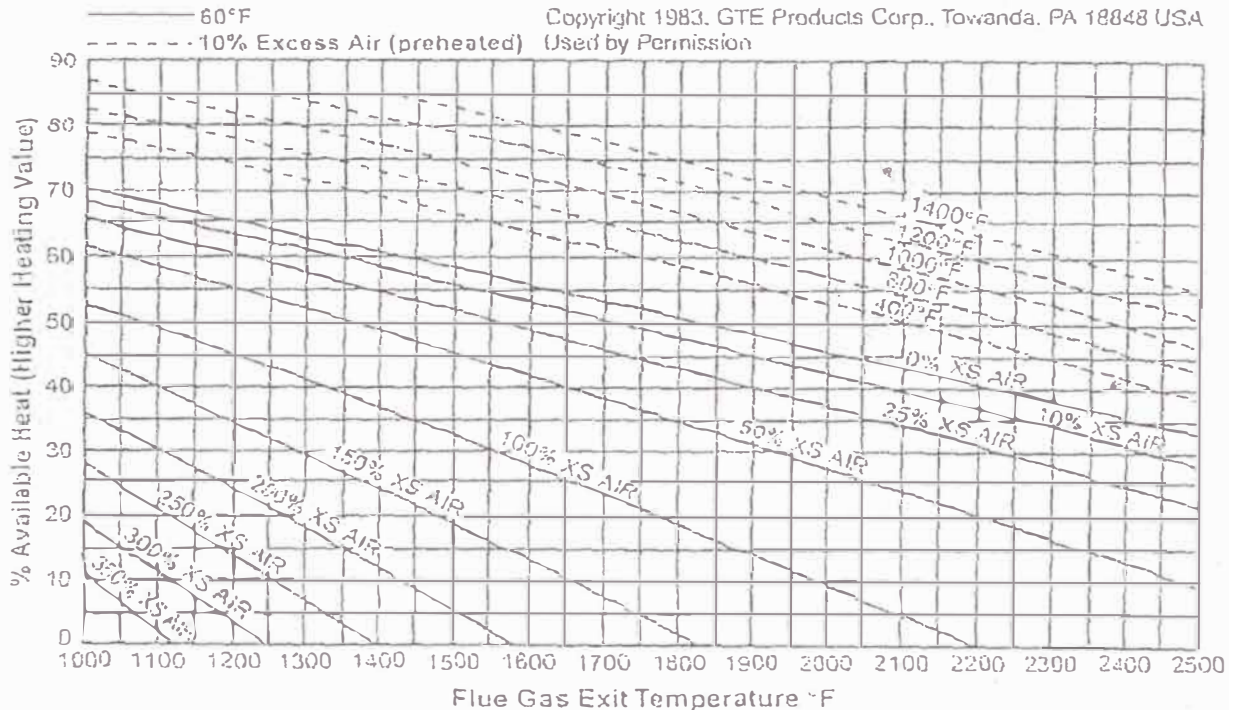


Figura 4.9 Efecto del exceso de aire en la temperatura de salida de los gases de combustión y el calor disponible usando aire precalentado (líneas punteadas)

La limitación para reducir la temperatura de los humos es:

- 1.- La formación de ácido sulfúrico, pero con el gas natural este inconveniente no tiene importancia.
- 2.- Debe ser superior a la temperatura de rocío del vapor de agua contenido en los gases.

Con objeto de reducir las pérdidas, debido a una temperatura excesiva, se aconseja acometer las siguientes acciones:

- Limpiar las incrustaciones de superficies de intercambio de calor del lado de agua

- Limpiar el hollín de las superficies de intercambio de calor del lado de los gases
 - Dar tratamiento adecuado al agua de alimentación
 - Verificar el área de la superficie de intercambio de calor
- **Concentración de los productos de la combustión**

En la práctica de las pruebas para el análisis de productos de combustión, suelen ser relevantes las mediciones de CO_2 u O_2 , CO y NO_x . Tanto el dióxido de carbono CO_2 , como el O_2 , están relacionados con la eficiencia de combustión junto con la temperatura de los gases.

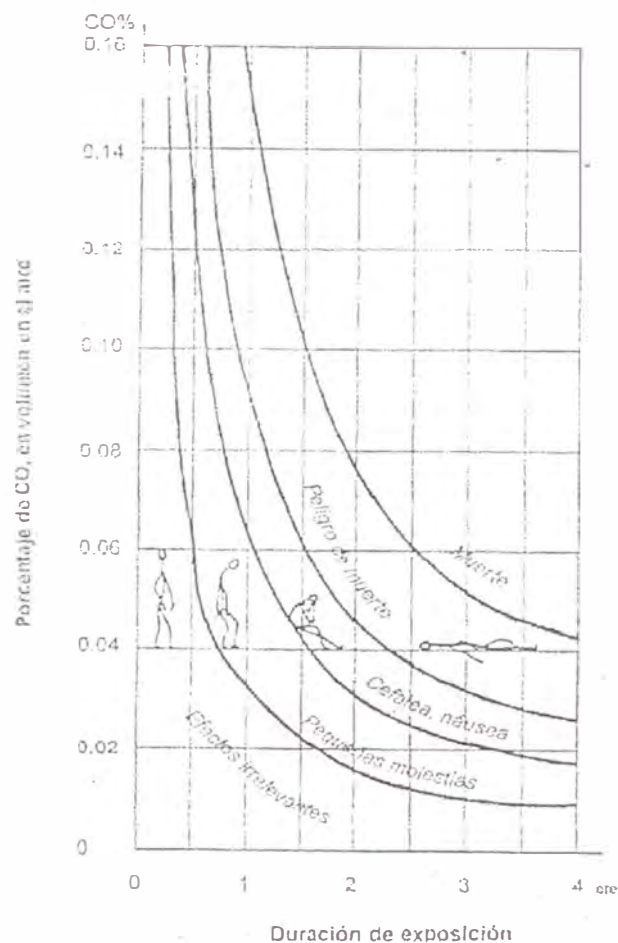


Figura 4.10. Efectos de monóxido de carbono

La presencia de monóxido de carbono CO es un indicativo de disminución de eficiencia (la reacción para la generación de monóxido es endotérmica), pero se prefiere su significado en relación con la toxicidad y el riesgo de inflamabilidad. El monóxido de carbono es muy peligroso por cuanto es imposible de detectar sin un instrumento de prueba, y las consecuencias de su concentración y periodo de exposición pueden ir desde ligeros dolores de cabeza hasta la muerte como se puede ver en la figura 4.10.

Los óxidos de nitrógeno NOx son responsables de la formación de ácidos en la atmósfera contribuyendo a la creación de lluvia ácida, y han constituido, uno de los aspectos que últimamente más ha aportado al desarrollo tecnológico de los equipos de combustión.

A continuación se presentan los valores de concentración de los mencionados productos de combustión en dependencia de la temperatura de los gases y de diferentes excesos de aire.

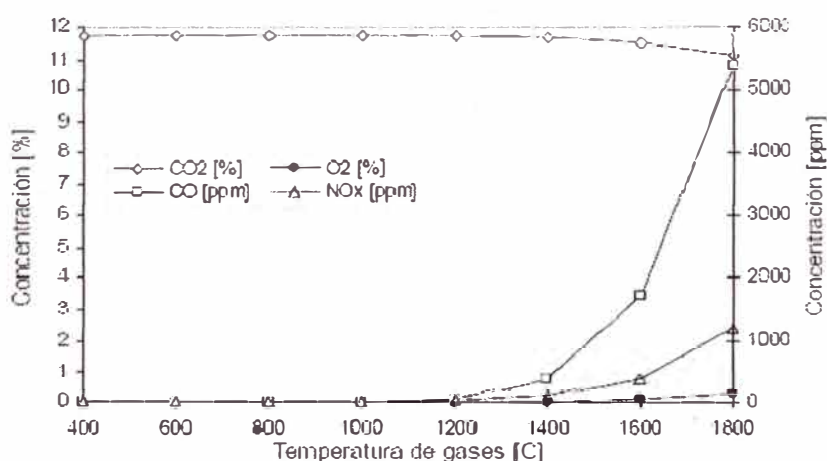


Figura 4.11. Concentración en base seca vs temperatura de productos para un exceso de aire de 0%

La figura 4.11 presenta la concentración de especies para un exceso de aire nulo o 0%. Es relevante mencionar que los niveles de CO₂ se mantienen alrededor del

12% disminuyendo levemente a partir de los 1200°C y empezando la generación de CO, como consecuencia de los efectos del fenómeno de disociación.

Esta concentración con gases de combustión a elevadas temperaturas constituiría un serio problema ambiental debido a que los niveles de CO deberían ser mantenidos en un máximo de 400 ppm de acuerdo a las regulaciones establecidas por Environmental Protection Agency (EPA) y American Gas Association (AGA).

Los niveles de NOx también se incrementan con la disociación generada por la elevación de la temperatura de los gases. Los niveles de NOx deben mantenerse en 40 ppm para calderas en el rango de 5-40 MM Btu/h

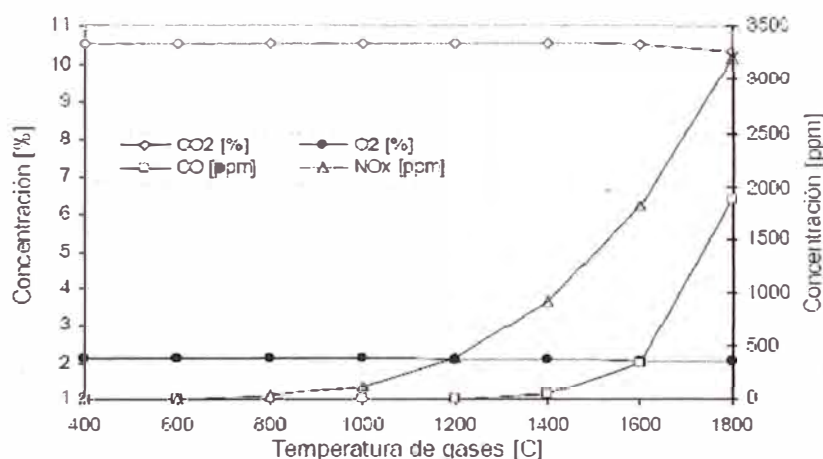


Figura 4.12. Concentración en base seca vs temperatura de productos para un exceso de aire de 10%

En la figura 4.12 se comienzan a observar los efectos del exceso de aire. Se destaca la reducción de los niveles de CO mejorando las condiciones ambientales en lo que a este contaminante se refiere, pero se nota un incremento notable de los óxidos de nitrógeno respecto al exceso de aire nulo en la figura 4.11. Debido al exceso se nota ya una concentración de oxígeno alrededor del

2% la cual se disminuye levemente a medida que se aumenta la temperatura y se forman los NOx.

La figura 4.13 constituye la gráfica de referencia para el análisis de la combustión en quemadores de gas. Lo anterior debido a que los fabricantes recomiendan operar con excesos de aire del 15%. Cuando un equipo es explotado bajo esta

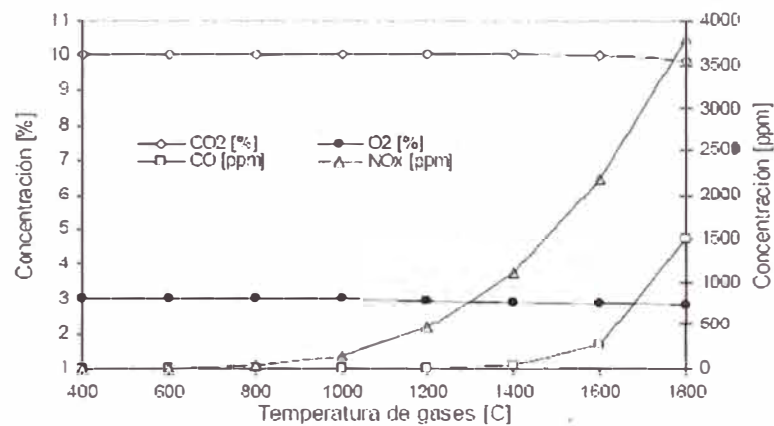


Figura 4.13. Concentración en base seca vs temperatura de productos para un exceso de aire de 15%.

recomendación, se deberían obtener concentraciones en base seca de CO₂ alrededor del 10%, concentraciones de O₂ alrededor del 3%, y concentraciones de CO y NOx variables con la temperatura de los productos de combustión. Se resalta nuevamente el efecto negativo de emitir gases de combustión a temperaturas elevadas debido a las altas concentraciones de los anteriores contaminantes.

Excesos de aire elevados como lo muestra la figura 4.14, constituyen un decremento considerable en la eficiencia térmica del proceso como consecuencia

de la energía absorbida por el aire en exceso. Y tal como lo señala la tendencia de concentraciones versus excesos de aire, los incrementos de NOx se hacen más notables.

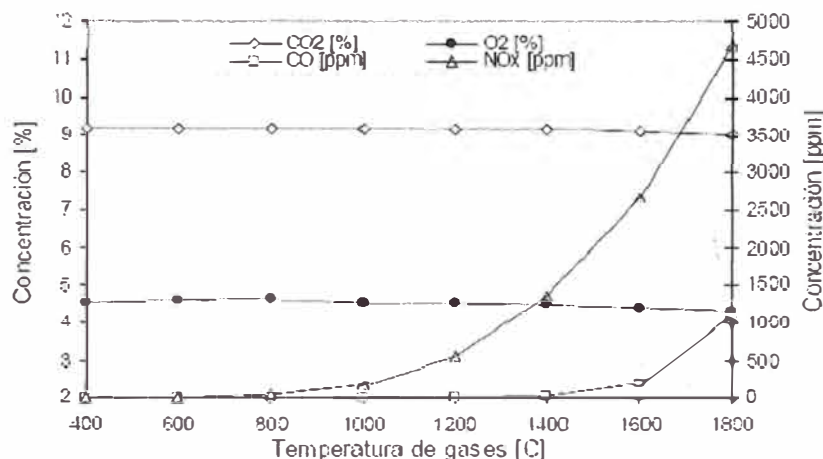


Figura 4.14. Concentración en base seca vs temperatura de productos para un exceso de aire de 25%

Las anteriores figuras son herramientas útiles a la hora de llevar a cabo un diagnóstico de gases, debido a que es posible acceder a ellas con la temperatura de los gases y el porcentaje de O₂, CO₂ o CO para determinar el exceso de aire con el cual opera el quemador y de esta manera calcular la eficiencia del proceso, o para conocer la concentración de los otros contaminantes.

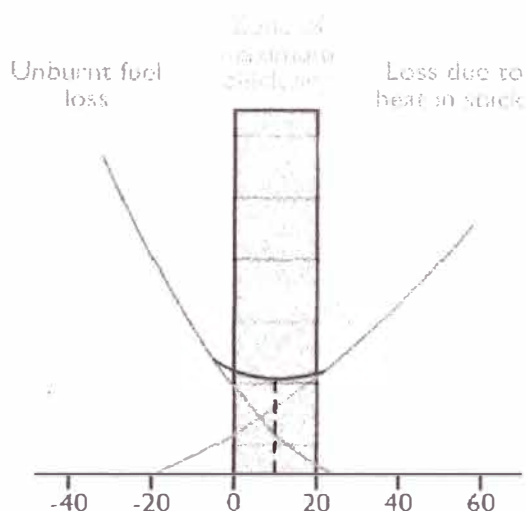


Figura 4.16. Zona recomendada para la regulación del exceso de aire.

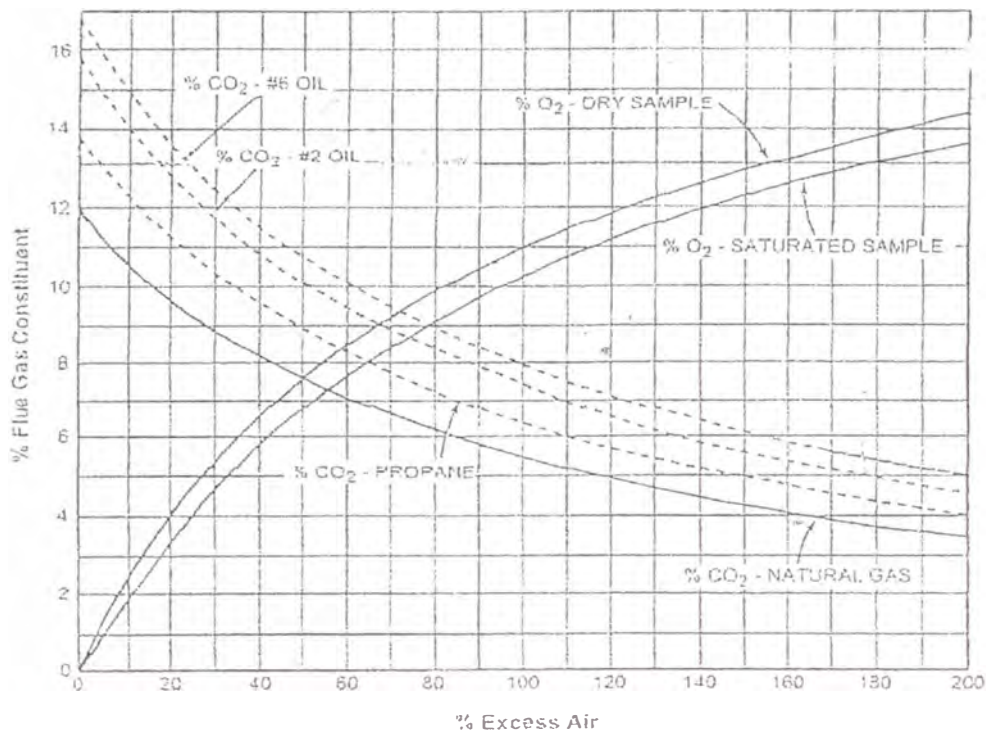


Figura 4.15. Relación entre el exceso de aire, % O₂, y % CO₂, típico obtenido a partir de un analizador de gases. Estos valores son basados en una lectura seca.

El exceso de aire y la temperatura de los productos en un proceso térmico basado en la combustión del gas natural, son los factores más determinantes en los aspectos ambientales y energéticos del proceso. En general se recomienda, un exceso de aire dentro del 5 - 20%.

4.4 Funcionamiento

El controlador marca Honeywell se encarga verificar la presión de vapor de la caldera, la presencia de llama y el nivel de agua presente en las tuberías por donde circula la misma. Tomando cada una de estas variables le permite determinar o controlar las variables de salida como lo es la apertura o cierre de electro-válvulas para el paso de combustible y aire. También se encarga del manejo de la acción del actuador que controla la relación aire-combustible

dependiendo de la presión de vapor actual del sistema mediante un control proporcional que retroalimenta el sistema. La generación de la llama piloto, la temporización de cada uno de los pasos y acciones para el encendido y apagado son manejados por el controlador quien también determina la presencia de errores en el sistema generando una detención o indicación por medio de alarmas de la falla existente.

A continuación se mostrara la secuencia de operación del quemador de gas, el apagado automático, manual y fallo de llama.

4.4.1 Secuencia de operación

Todos los dispositivos externos con enclavamiento al sistema de combustión, deben ser instalados correctamente para la operación, con el tablero desenergizado

- 1.- Al energizar el tablero de control, se encenderá la luz POWER ON en el Tablero de Control.
- 2.- Revisar los parámetros pre-establecidos para el controlador de temperatura límite (o presostatos de operación y límite), así como niveles de agua u otros enclavamientos del sistema.
- 3.- Posicionar el selector de combustible en Gas.
- 4.- Mover el Switch de encendido a la posición ON.

5.-El programador de seguridad de llama es energizado. A partir de aquí el controlador RM7840L va a continuar la secuencia de operación. Los leds proporcionan una identificación visual positiva de la secuencia del programa: “Alimentación” (Power), “Piloto” (Pilot), “Llama” (Flame), “Principal” (Main) y “Alarma” (Alarm).

6.- Initiate (Inicio)

El controlador entra en la secuencia INITIATE cuando se energiza el Módulo de Relé. El controlador puede también entrar en la secuencia Inicio si el Módulo de Relé registra variaciones en el voltaje de +10 / - 15% o fluctuaciones en la frecuencia de $\pm 10\%$ durante cualquier parte de la secuencia de operación. La secuencia INITIATE tiene una duración de diez segundos a menos que no se mantengan las tolerancias de voltaje o de frecuencia.

7.- Standby (Espera)

El controlador está listo para iniciar una secuencia de operación cuando la entrada de la señal de control de operación determina que está presente una llamada de calor. El interruptor del quemador, los límites, el control de operación y todos los circuitos monitoreados por el microprocesador deben encontrarse en el estado correcto para que el controlador continúe a la secuencia de PREPURGE (prepurga).

8.- Prepurge (Purpurga Normal de Arranque)

El controlador proporciona un tiempo de PREPURGE (prepurga) de 30 segundos, con la energía aplicada y el control indicando una llamada de calor.

- a. Los Entrecierres de Operación (presostatos de alta y baja de la línea de gas, swich de aire) , los Entrecierres de Preignición (el switch P.O.C. de la válvula shut-off), el Interruptor del Quemador, el Interruptor Run / Test, el Entrecierre de Bloqueo (los controles de nivel de agua, el

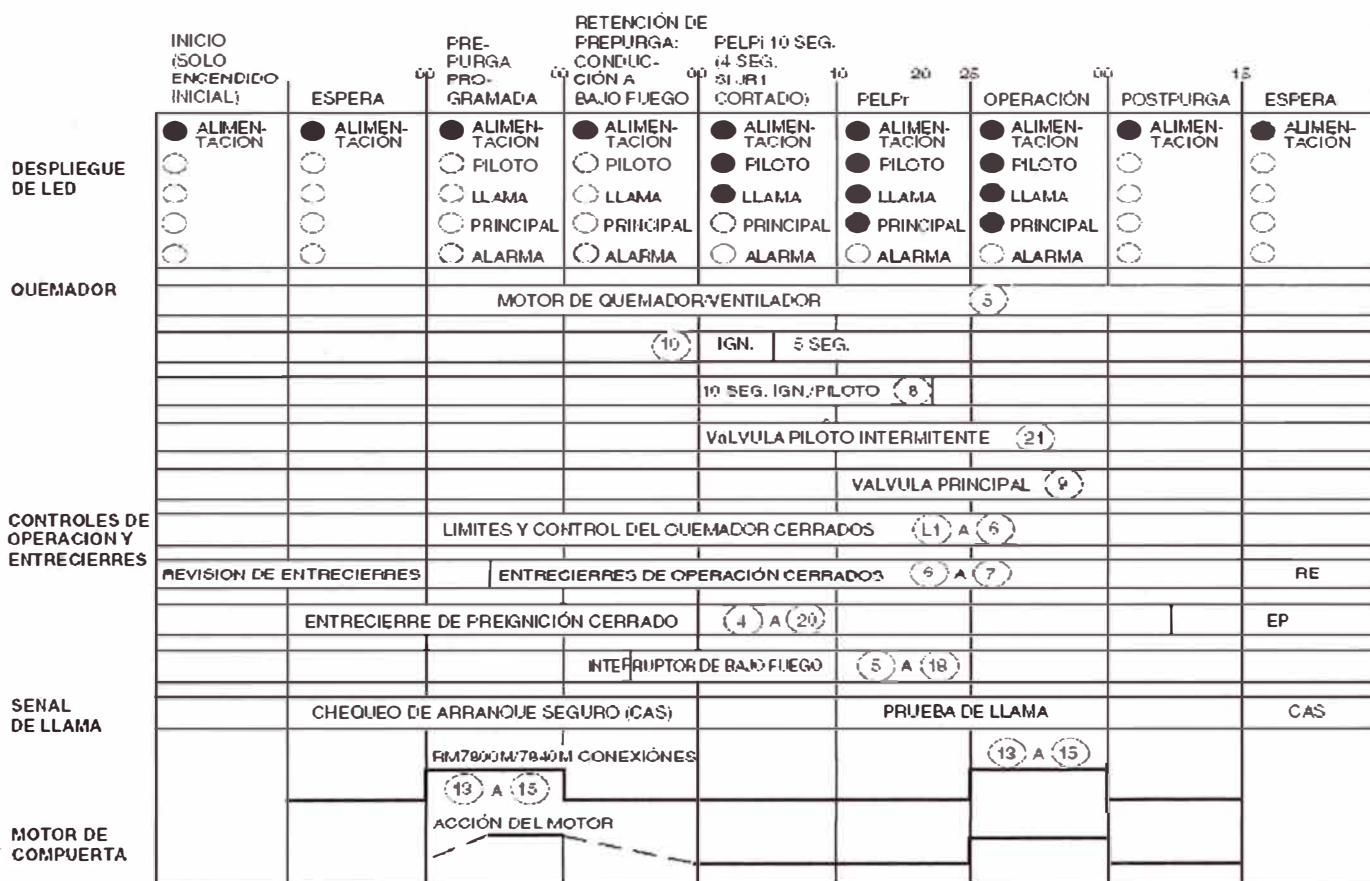


Figura 4.17. Secuencia de encendido, marcha y apagado programador Honeywell 7840L

controlador de presión o temperatura máxima) y todos los circuitos monitoreados deben estar en el estado correcto de operación.

- b. Se energiza el motor del ventilador para iniciar la secuencia PREPURGE (prepurga). El motor de modulación es conducido a la posición de alto fuego. El tiempo de PREPURGE (prepurga) no inicia hasta que los Entrecierres de Bloqueo y el Interruptor de Alto Fuego se encuentren cerrados. El motor del ventilador no se energiza hasta que el Interruptor de Alto Fuego se cierra.
- c. El Entrecierre de Preignición debe permanecer cerrado durante la PREPURGE (prepurga); de lo contrario ocurre un apagado de seguridad.
- d. Las entradas del Entrecierre de Bloqueo o del entrecierre de Operación (circuito de entrecierre incluyendo el Interruptor del Flujo de Aire) se deben cerrar dentro de los diez segundos de la PREPURGE (prepurga); de otra forma, ocurrirá un apagado de seguridad.
- e. Una vez que el tiempo de PREPURGE (prepurga) se concluye, el motor de modulación se dirigirá a la posición de bajo fuego.
- f. Cuando el motor de modulación alcanza la posición de bajo fuego, la entrada del Interruptor de Bajo Fuego, se deberá energizar antes de entrar en el estado de Pruebas de Ignición.

9.- Pruebas de Ignición

1.- Período de Estabilización de Llama del Piloto (PELPi):

- a. Con el motor de modulación en la posición de bajo fuego:

(1) Se energizan la válvula piloto y el transformador de ignición. El controlador posee una válvula piloto interrumpida /ignición de 10 segundos.

(2) Durante PELPi, el Interruptor de Bajo Fuego debe permanecer cerrado. Si se abre, ocurre un apagado de seguridad.

(3) Durante el estado de Pruebas de Ignición se ignora la entrada del Entrecierre de Preignición.

b.- La llama debe estar comprobada dentro de diez segundos del PELPi para permitir que la secuencia continúe. Si no se ha comprobado la llama al final del PELPi, ocurre un apagado de seguridad. En este punto, la luz de alarma (ALARM) se iluminará. Si una falla de llama ocurriese, el programador de llama debe ser manualmente reiniciado, presionando el botón RESET.

Investigar y corregir la falla antes de intentar reencender el quemador

c.- El transformador de ignición, se desenergiza luego de 5 segundos.

2.- Período de estabilización de la Llama Principal (PELPr):

a. Se energiza la válvula principal cuando se verifica la existencia de llama al final de los 10 segundos del PELPi. La luz de FUEL ON se enciende.

b. La válvula solenoide de la línea piloto se desenergiza 10 segundos después de energizarse la válvula principal.

10.- Run (Operación)

1. Ocurre un período de estabilización de 10 segundos al principio del período RUN (Operación).
2. El motor de modulación se libera a “modulación”. El controlador de temperatura de operación (o presostato de modulación) es activado, y dirigirá el actuador de modulación hacia una posición apropiada, según el requerimiento de calor
3. El controlador se encuentra ahora en RUN (operación) y permanece así hasta que alguna entrada del control, se abra, indicando que la demanda está satisfecha o que se ha abierto un límite.

El sistema esta ahora en el modo normal de operación

11.- Postpurge (Postpurga)

El controlador proporciona un período de POSTPURGE (postpurga) de 15 segundos una vez completado el período RUN (operación). Se energiza la salida del motor del ventilador para conducir todos los productos de la combustión así como cualquier cantidad de combustible no quemado fuera de la cámara de combustión. También proporciona aire de combustión para quemar el combustible sobrante que proviene de las líneas de combustible después de las válvulas de seguridad.

1. La válvula principal de combustible, se desenergiza y se da el comando al motor de modulación para pasar a la posición de bajo fuego e iniciar el período de POSTPURGE (postpurga).

2. Se cierra el Entrecierre de Preignición dentro de los primeros cinco segundos de la POSTPURGE (postpurga).
3. Después de quince segundos se concluye el período de POSTPURGE (postpurga), y regresa a STANDBY (espera).

4.4.2 Apagado automático

- 1.- Si el controlador de temperatura de operación (o el presostato de operación) o el controlador de temperatura límite (o el presostato límite) o el nivel de agua o cualquier otro enclavamiento del sistema, abre el circuito, se apagará la luz CALL FOR HEAT.
- 2.- Se cierran las válvulas de combustible y se apaga el quemador.
- 3.- Se apaga la luz FUEL ON.
- 4.- El actuador de modulación va a su posición de fuego bajo.
- 5.- Se realiza la post purga.
- 6.- Se apaga el soplador.

4.4.3 Apagado manual

- 1.- Mover el switch de encendido a la posición OFF.
- 2.- Se cierran las válvulas de combustible y se apaga el quemador.
- 3.- Se apaga la luz FUEL ON.
- 4.- El actuador de modulación va a su posición de fuego bajo.
- 5.- Se realiza la post purga.
- 6.- Se apaga el soplador.

4.4.4 Falla de llama

- 1.- Las válvulas principales de combustible se cerrarán.
- 2.- Se apaga la luz FUEL ON.
- 3.- El programador de llama envía señal de alarma.
- 4.- La luz de alarma “ALARM” se enciende.
- 5.- El actuador de modulación va a su posición de fuego bajo.
- 6.- Se realiza la post purga.
- 7.- Se apaga el soplador.

El tiempo de postpurga es de 15 segundos

Investigar y corregir la falla antes de intentar reencender el quemador

Luego que la falla haya sido corregida, el programador de seguridad de llama debe ser manualmente reiniciado, presionando el botón “RESET”.

CAPITULO 5

VENTAJAS COMPARATIVAS

5.1 Ventajas Económicas

La planta empezó a trabajar con gas natural a partir del 2006, antes de la conversión venia consumiendo Residual 500, en todos sus equipos térmicos, el consumo energético por equipo en la planta es de:

1er equipo

Caldero Piro-tubular de 2 pasos

Marca : Cyclotherm

Modelo : C – 5200

Consumo: 6 300MBH

2do equipo

Caldero Piro-tubular de 2 pasos

Marca : Cyclotherm

Modelo : C - 7000

Consumo: 8 400MBH

3er equipo

Caldero de Aceite Térmico

Marca : Konus

Consumo: 3 968MBH

4to equipo

Caldero de Aceite Térmico

Marca : Konus

Consumo: 6 348MBH

Esto hace un total de 25 016 MBH

Por otro lado considerando que los poderes caloríficos:

Gas natural : 1 000 BTU/ pie³

Residual 500: 150 623 BTU/galón

La planta en cuestión según su proceso productivo tiene un consumo promedio histórico de combustible en 42 700 galones/mes.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente esto equivale a:

Consumo Energético mensual: 42 700galones x 150 623 Btu/galón R-500

Consumo Energético mensual: 6 431 602 MBTU < > 6 432 MMBTU

El consumo mensual de gas natural para esta planta será de:

Consumo mensual de gas natural: 6 431 602 MBTU/(1 000 Btu/pie³)

Consumo mensual de gas natural: 6 431 602 pies³. = 182 250 m³. (a condiciones estándar), por el volumen de consumo nos encontramos en la categoría “C”.

Los precios de los combustibles en el año de la conversión:

Gas natural: US\$ 4,43 / MMBTUCategoría “C”

Residual R-500: US\$ 1,12 /galón < > US\$ 7,44 /MMBTU

Estos precios son para la industria dentro del mercado peruano.

Tabla 5.1. Comparación de gastos entre R-500 y Gas Natural

Combustible	US\$ / MMBTU	Consumo MMBTU	Costo Combustible US\$ /mes
Gas Natural	4,43	6 432	28 494
R-500	7,44	6 432	47 854

Ahorro:	US\$ 19 360
Mensual	40,4%

Y este monto puede ser mayor, ya que no se están considerando ventajas como:

- Disponibilidad de espacio, al no requerir tanques de almacenamiento de residual, ya que el gas está disponible de forma continúa.
- Menores costos de operación, el residual necesita ser calentado, atomizado, bombeado, así como también aditivos mejoradores de la combustión, con el gas natural ya no es necesario todo esto.

- Menores costos de mantenimiento, al no tener que limpiar la caldera interiormente por formación de cenizas (hollín), a comparación de combustibles líquidos o sólidos.
- Menores costos de inventarios, en el residual, se debe tener combustible almacenado por una semana por lo menos, para no tener problemas de disponibilidad de combustibles. Con el gas natural se paga después de haberlo consumido.
- El gas natural es un combustible de mayor eficiencia si se comprara con un combustible líquido, de igual manera se caracteriza por su fácil control en los procesos de combustión que incide directamente en la producción.
- Durante el proceso de valorización de riesgos a instalaciones industriales, el almacenamiento de combustibles en áreas internas son un factor determinante en el incremento de las pólizas o formas de aseguramiento por el alto índice de accidentalidad con las que están calificadas. La eliminación de áreas de almacenamiento debidas al uso de gas natural representa menores riesgos y a su vez costo, el cual es determinado por la tecnología, equipos y medidas de seguridad implementadas que cada industria posee.

Por otro lado la instalación de la red interna se tiene un tendido de tubería de Ø 2 pulg por una longitud de 250 mts. La estación de regulación primaria para un consumo horario de 25000MBH, las cuatro estaciones de regulación secundarias, y toda la instrumentación que estas llevan tiene un coste aproximado de : US\$ 60 000 + IGV.

En la tabla 5.2 se puede apreciar que el costo en los equipos de combustión, en total viene a ser: US\$ 57 300 + IGV

Tabla 5.2. Costo de los quemadores, incluye tren de gas

Equipo	Descripción	US\$
Caldera Piro tubular	JB3G-50-RM7840L-M-0.3-UL	11500
Ciclotherm	Montaje, Instalación, Puesta en Marcha	1300
C-5200	Cono de Encendido	1500
Caldera Piro tubular	JB3G-75-RM7840L-M-0.3-UL	12000
Ciclotherm	Montaje, Instalación, Puesta en Marcha	1300
C-7000	Cono de Encendido	1800
Caldera Vertical	JB2G-30-RM7840L-M-0.25-UL	10600
Konuss	Montaje, Instalación, Puesta en Marcha	1100
1000000Kcal/h	Cono de Encendido	1500
Caldera Vertical	JB3G-50-RM7840L-M-0.3-UL	11500
Konuss	Montaje, Instalación, Puesta en Marcha	1500
1600000Kcal/h	Cono de Encendido	1700

Por lo que en total se tendrá un costo de inversión del proyecto en: US\$ 139 587.

El tiempo de recuperación de la inversión será en : 7.2 meses.

Por lo anteriormente dicho, este proyecto resulto rentable para la empresa.

5.2 Ventajas Medioambientales

El gas natural es considerado como uno de los combustibles fósiles más limpios y respetuosos con el medio ambiente. Su ventaja comparativa en materia ambiental en comparación con el carbón o con el petróleo reside en el hecho de que las emisiones de dióxido de azufre son ínfimas y que los niveles de óxido nitroso y de dióxido de carbono son menores. Una mayor utilización de esta fuente de energía permitiría particularmente limitar los impactos negativos sobre el medio ambiente tales como: la lluvia ácida, la deterioración de la capa de ozono o los gases con efecto de invernadero.

Finalmente, las emisiones de otros contaminantes, como compuestos orgánico-volátiles (COV), monóxido de carbono (CO), humos y partículas, son también muy inferiores en el caso del gas natural.

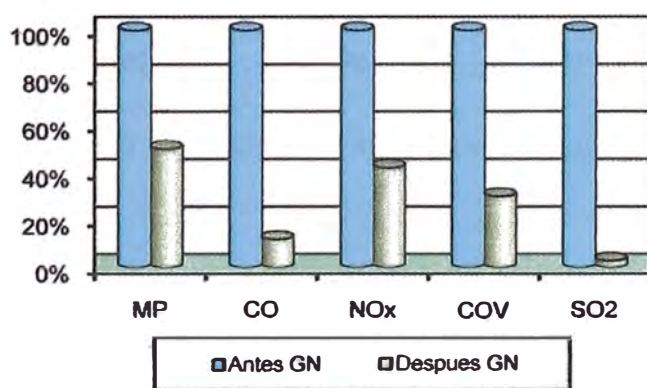


Figura 5.1 Reducción de emisiones: En un equipo convertido a GN

Un estudio de las emisiones contaminantes provenientes de la Región metropolitana de Chile muestra la evolución del material particulado en su ambiente, entre los años 1998 y 2006. En este periodo se presentó un aumento de las fuentes de

un 170%, mientras las emisiones de redujeron, en el mismo periodo en un 54%. Esto fue un gran avance en el control de la contaminación y el uso del gas natural fue una de las razones del éxito logrado.

Emisiones por tipo de fuente Ton/año/PM

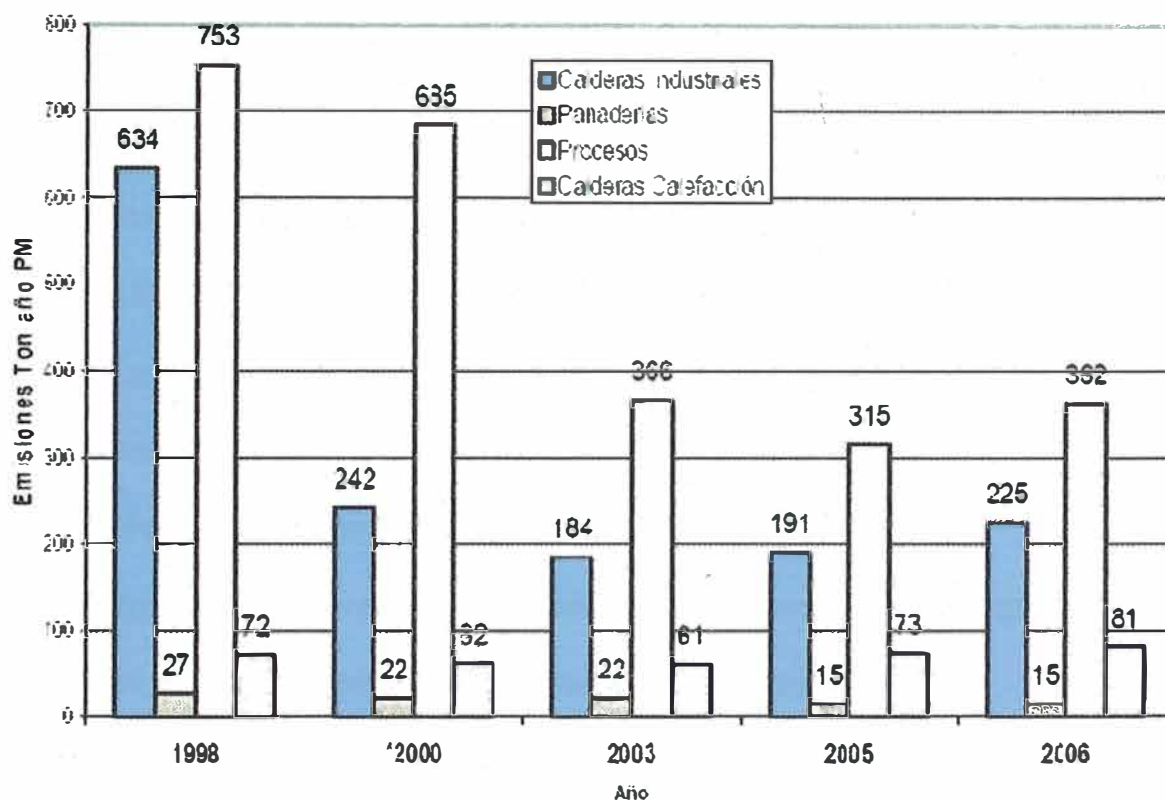


Figura 5.2 Emisiones de material particulado por tipo de fuente

Los tipos de fuentes que tienen una mayor importancia en las emisiones son las Industrias y los Procesos, que en conjunto representan entre el 92% de las emisiones en el año 1998 hasta el 85% en el año 2006.

En esta investigación se analizaron las calderas industriales y el impacto en este de la reducción del suministro de gas natural. Estas fuentes representan el 32% de las emisiones de material particulado.

En la figura 5.2, se puede apreciar una disminución de la contaminación durante los años 1998 y 2005. Sin embargo desde el año 2005 en adelante la contaminación aumento concordando con las restricciones del suministro de gas natural desde Argentina. Es decir, existe una correlación entre el tipo de combustible utilizado y las emisiones asociadas.

5.3 Ventajas en Seguridad

- El gas natural es más liviano que el aire, por lo que de existir una pérdida se eleva, sin formar acumulaciones peligrosas como sucede con los líquidos.
- El gas natural posee una temperatura de ignición más elevada que la de los combustibles líquidos, lo que reduce notablemente el peligro de una inflamación accidental espontánea.
- El gas natural viene a través de líneas dedicadas, resultando difícil el ingreso de aire que de origen a una mezcla explosiva. Esto no sucede con los combustibles líquidos que se almacenan a presión atmosférica en tanques que permiten, por el sistema de venteo, el ingreso de aire que junto con los vapores de combustible constituyen una peligrosa mezcla explosiva.
- El gas natural es igualmente una fuente de energía muy segura tanto en lo que concierne su transporte, como su utilización. El hecho de tener un reducido intervalo de combustión, hacen de esta fuente de energía una de las más seguras.

CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

- 1.- La conversión de la caldera de petróleo industrial R-500 a gas natural, ha disminuido los costos de combustible en 40,4% del costo inicial, como se muestra en la tabla 5.1 de la página 128.
- 2.- Dado que el periodo de limpieza dentro de la caldera se prolonga por mas tiempo, este me genera menores costos de mantenimiento con respecto al uso con petróleo residual R-500
- 3.- La emisión de gases de combustión (CO, NO_x, SO₂), y material particulado al medio ambiente se ha reducido, como se observa en el diagrama de barras (figura 5.1) de la pagina 132.

RECOMENDACIONES

- 1.- En la regulación de la caldera procurar que los excesos de aire se mantengan dentro del rango de 5 – 20%, excesos mayores disminuyen el rendimiento de las calderas, ya que el excedente de aire lleva calor al momento de su evacuación, requiriendo mayor consumo de gas.
- 2.- Utilizar un sensor del tipo ultravioleta para detectores de llama en calderas a gas, para evitar tomar señales falsas de las paredes calientes del refractario. Y si disponemos de un sensor infrarrojo, evitar las bajas frecuencias.
- 3.- Evitar colocar accesorios de tubería innecesarios luego de la válvula reguladora, ya que estos generan una caída apreciable de presión, en los rangos en que se trabajan.
- 4.- En calderas pirotubulares el refractario debe sobrepasar por lo menos en 2 pulgadas la placa portatubos, para que el calor generado sea absorbido por el agua y evitar tener esfuerzos térmicos elevados en estas zonas, que pueden causar deformaciones.

BIBLIOGRAFIA

1. **Manual de calderas** - Anthony L. Kohan
Editorial McGRAW – HILL
2. **Curso de Control y Seguridad de Calderas** - José Bielza Lino
Editado por la Sección Española de ISA
3. **Engineering Guide** – Eclipse Combustion
Editado por Eclipse Combustion
4. **Curso de Ingeniería de Quemadores a Gas Natural** - Hernando Galvis
Editado por Tecnigas.
5. **Manual de Quemadores Webster** - División de Ingeniería Webster
Editado por Webster
6. **Manual de Quemadores Maxon** - División de Ingeniería Maxon
Editado por Maxon
7. **Curso Baltur** – Departamento Tecnico Baltur
Editado por Baltur
8. **Instalaciones de Gas** – Nestor P. Quadri
Editorial Alsina

9. Industrial Furnaces – W. Trinks, M.H. Mawhinney, R.A. Shannon

Editorial Jhon Wiley & Sons Inc

10. HVAC Fundamentals Volume I – James E. Brumbaugh

Editorial Wiley Publishings

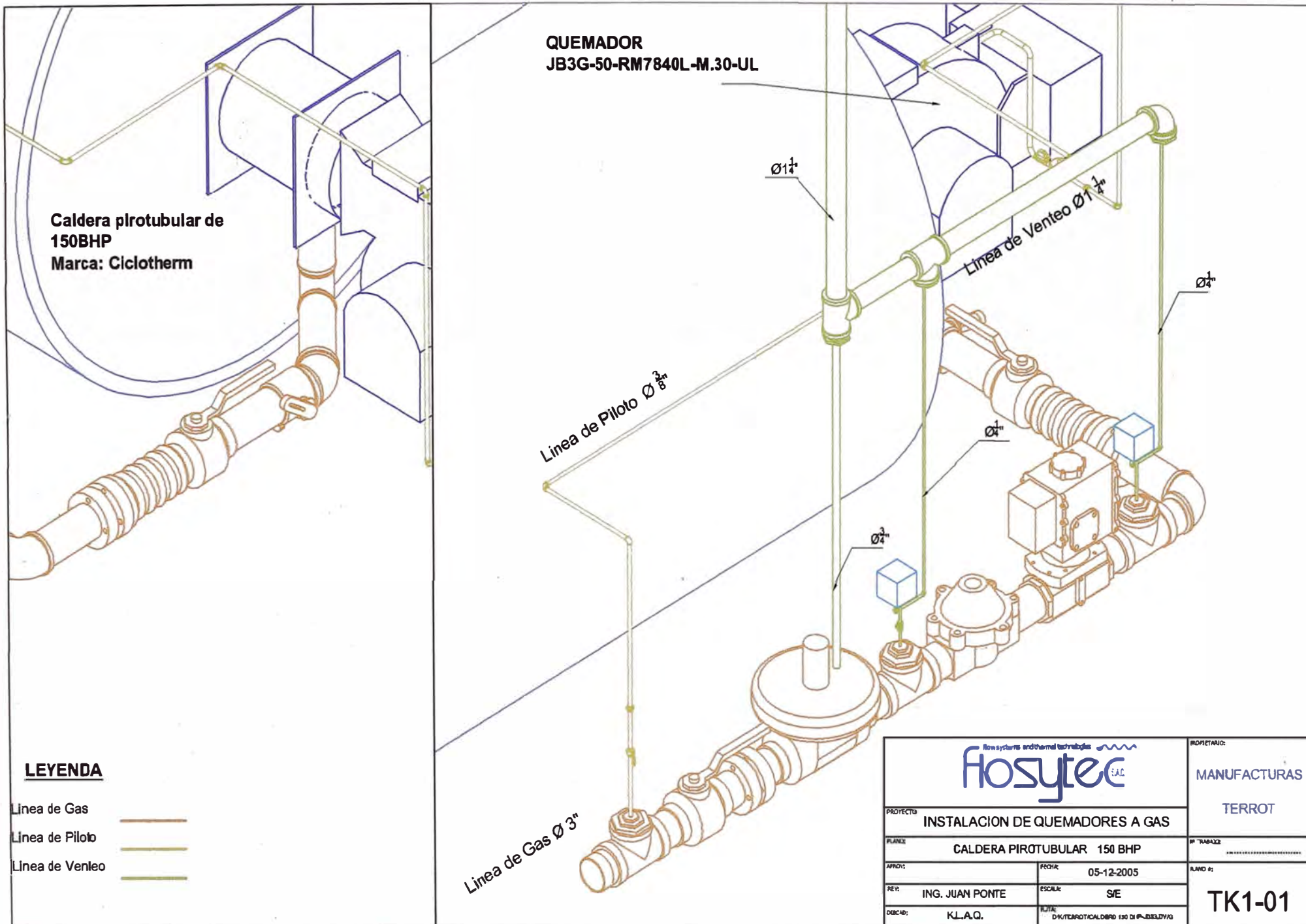
11. Flujo de Fluidos – División de Ingeniería de Crane

Editorial McGRAW – HILL

PLANOS

Planos de Instalación

Planos P&ID



QUEMADOR
JB3G-50-RM7840L-M.30-UL

Caldera pirotubular de
150BHP
Marca: Cyclotherm


Linea de Piloto Ø 1/4"

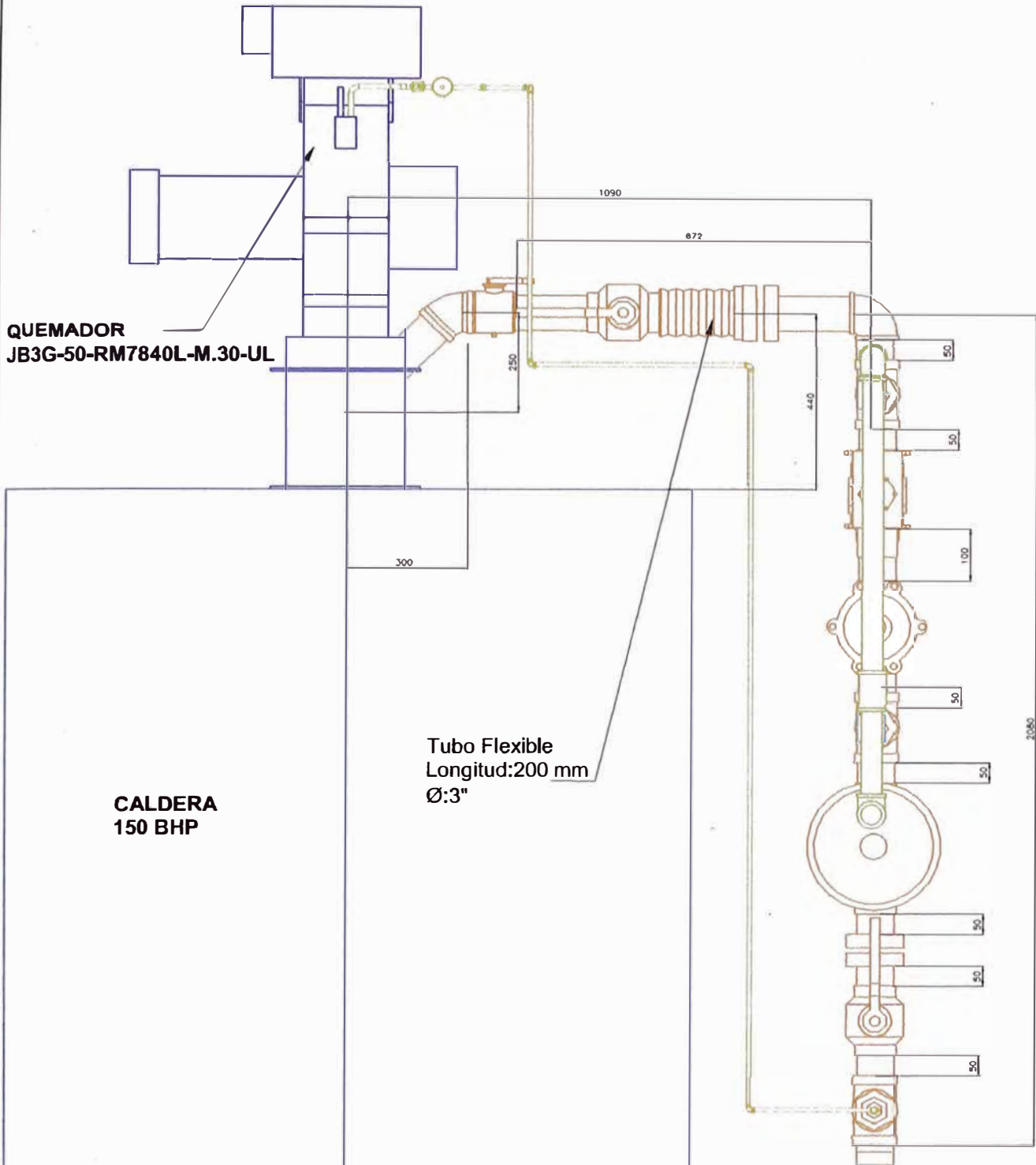
Linea de Venteo Ø 1/4"

Linea de Gas Ø 3"

LEYENDA

- Linea de Gas
- Linea de Piloto
- Linea de Venteo

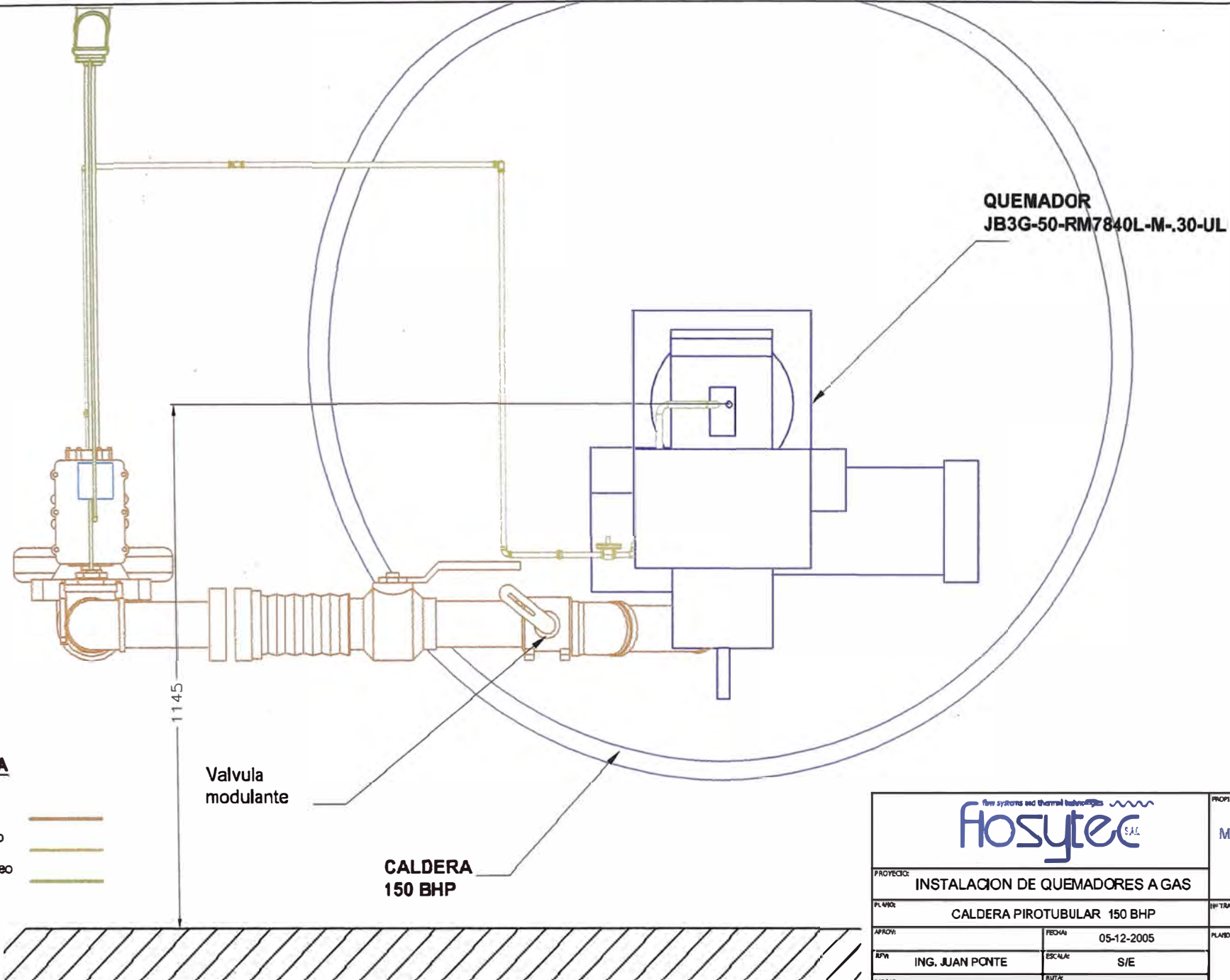
 flosytec S.A.C.		PROPIETARIO: MANUFACTURAS TERROT
PROYECTO: INSTALACION DE QUEMADORES A GAS		Nº TABLAJE: <small>XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX</small>
PLANTA: CALDERA PIROTUBULAR 150 BHP		
APROB.:	FECHA: 05-12-2005	PLANO Nº: TK1-01
REV.: ING. JUAN PONTE	ESCALA: S/E	
DISEÑO: K.L.A.Q.	TÍTULO: <small>DISEÑO DE INSTALACION DE QUEMADORES A GAS PARA CALDERA PIROTUBULAR 150 BHP</small>	



LEYENDA

- Línea de Gas
- Línea de Piloto
- Línea de Venteo

		PROYECTISTA MANUFACTURAS TERROT
PROYECTO: INSTALACION DE QUEMADORES A GAS		PIP TRABAJOS
PLANEO: CALDERA PIROTUBULAR 150 BHP		PLANO Nº TK1-02
APROBADO: ING. JUAN PONTE	FECHA: 05-12-2005	
ELABORADO: K.L.A.Q.	ESCALA: S/E	
NOTAS: DM/TERROTCALDERA 150 D11~JD3Q DWQ		



LEYENDA

- Línea de Gas
- Línea de Piloto
- Línea de Venteo

Valvula modulante

CALDERA
150 BHP

QUEMADOR
JB3G-50-RM7840L-M-.30-UL

1145

		PROPIETARIA
INSTALACION DE QUEMADORES A GAS		MANUFACTURAS TERROT
CALDERA PIROTUBULAR 150 BHP		<small>NO TRABAJA</small>
<small>APROV:</small> ING. JUAN PONTE	<small>FECHA:</small> 05-12-2005	<small>PLANO #1:</small> TK1-03
<small>DIRCAD:</small> K.L.A.Q.	<small>ESCALA:</small> S/E	
<small>RUT/FE:</small> DIR/TERROT/CALDERA 150 BHP-JB3G.DWG		

**CALDERA
150 BHP**

Línea de Venteo

**QUEMADOR
JB3G-50-RM7840L-M.30-UL**

Línea Piloto

Presostatos

Valvula de bola

Línea de gas

Valvula
modulante

Brida

Valvula
reguladora
Maxltrol RV111

Valvula
shut-off

LEYENDA

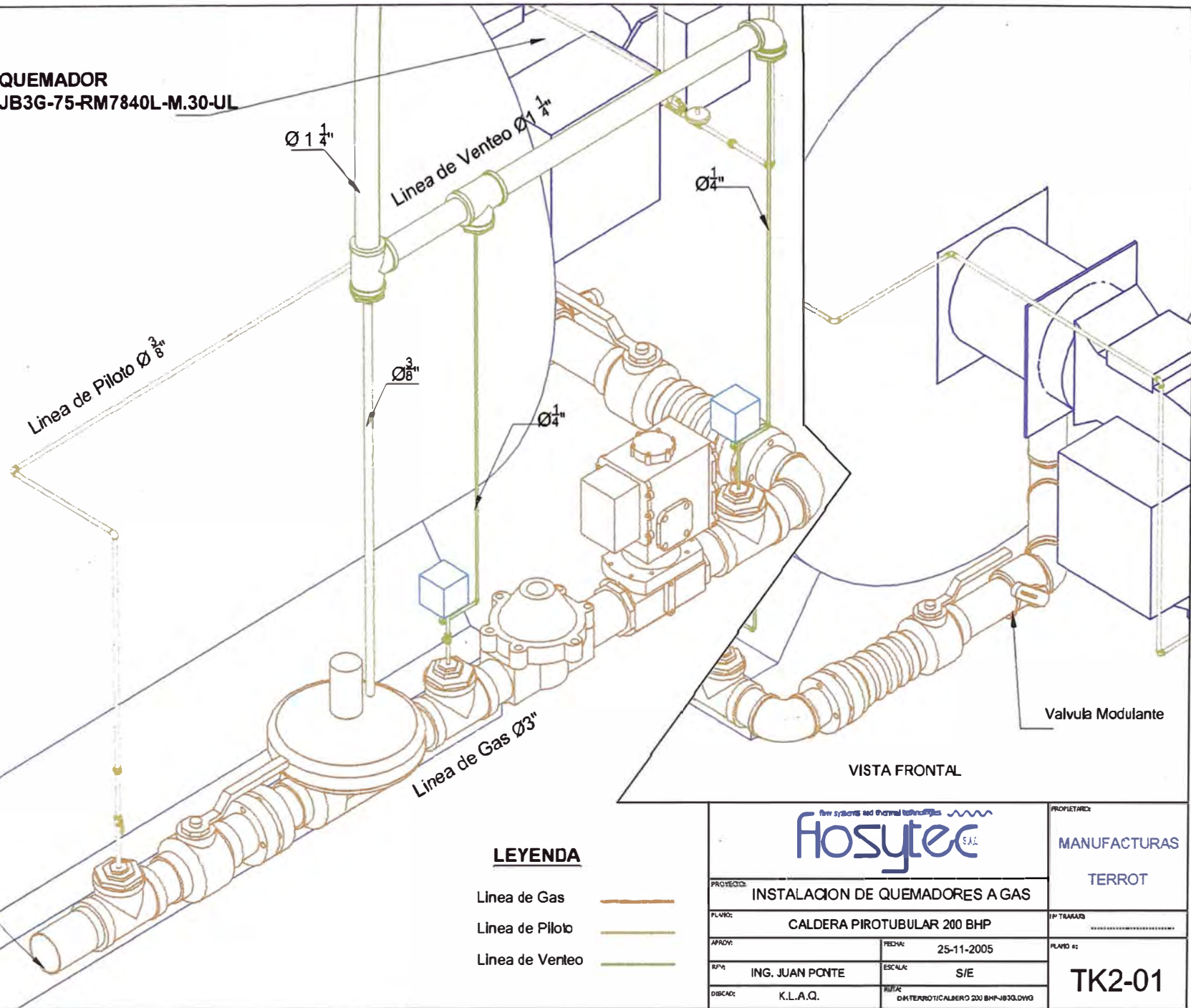
- Línea de Gas
- Línea de Piloto
- Línea de Venteo

		<small>PROPIETARIO:</small> MANUFACTURAS TERROT
<small>PROYECTO:</small> INSTALACION DE QUEMADORES A GAS		<small>IMP. TITULO:</small> *****
<small>PLANTILLA:</small> CALDERA PIROTUBULAR 150 BHP		<small>PLANTILLA #1:</small> TK1-04
<small>APROVA:</small>	<small>FECHA:</small> 05-12-2005	<small>PLANTILLA #1:</small>
<small>REVISOR:</small> ING. JUAN PONTE	<small>ESCALA:</small> S/E	
<small>DESIGNADOR:</small> K.L.A.Q.	<small>RUTA:</small> DK/TERROT/CALDERA 150 BHP/JB3G.DWG	

QUEMADOR
JB3G-75-RM7840L-M.30-UL

Caldera Pirotubular 200BHP
Marca: Ciclotherm

Punto de Llegada de Gas



Linea de Piloto Ø 3/8"

Linea de Venteo Ø 1 1/4"


Linea de Gas Ø 3/4"

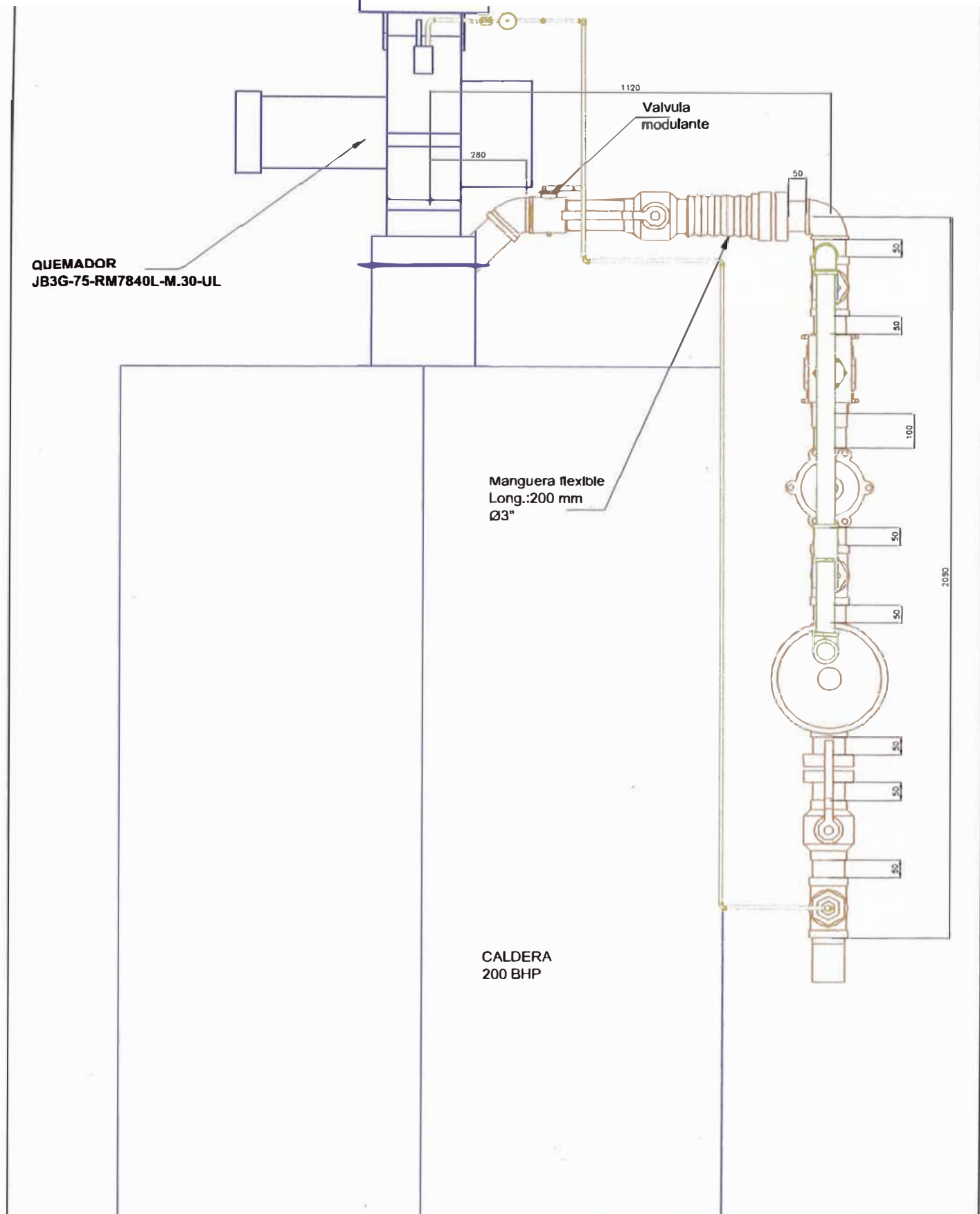
Valvula Modulante

VISTA FRONTAL

LEYENDA

- Linea de Gas —
- Linea de Piloto —
- Linea de Venteo —

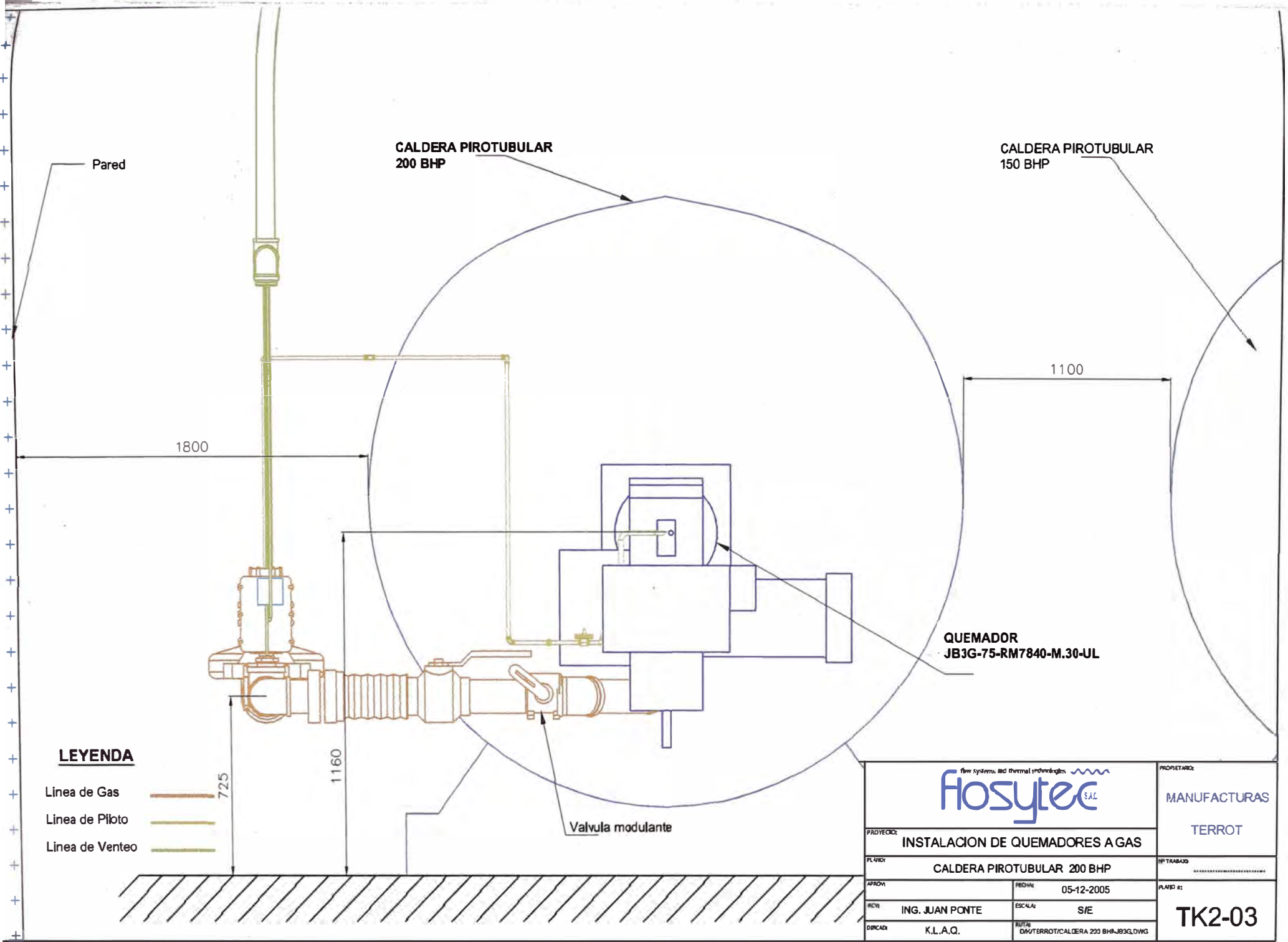
		PROPIETARIO:
INSTALACION DE QUEMADORES A GAS		MANUFACTURAS
CALDERA PIROTUBULAR 200 BHP		TERROT
APROVA:	FECHA:	PROP. TITULAR:
ING. JUAN PONTE	25-11-2005	
DISCAD:	REVISOR:	PLANO #:
K.L.A.Q.	DK/TERROT/CALBERO 200 BHP-JB3G.01WG	TK2-01



LEYENDA


- Línea de Gas
- Línea de Piloto
- Línea de Venteo

		MANUFACTURAS TERROT
PROYECTO: INSTALACION DE QUEMADORES A GAS		REF. TRABAJO: *****
PLANO: CALDERA DE ACEITE TERMICO 200 BHP		PLANO N°:
APROBADO:	FECHA: 05-12-2005	TK2-02
REVISOR: ING. JUAN PONTE	ESCALA: S/E	
ELABORADO: K.L.A.Q.	TÍTULO: D/R/TERROT/CALDERA 200 BHP-BD30.DWG	



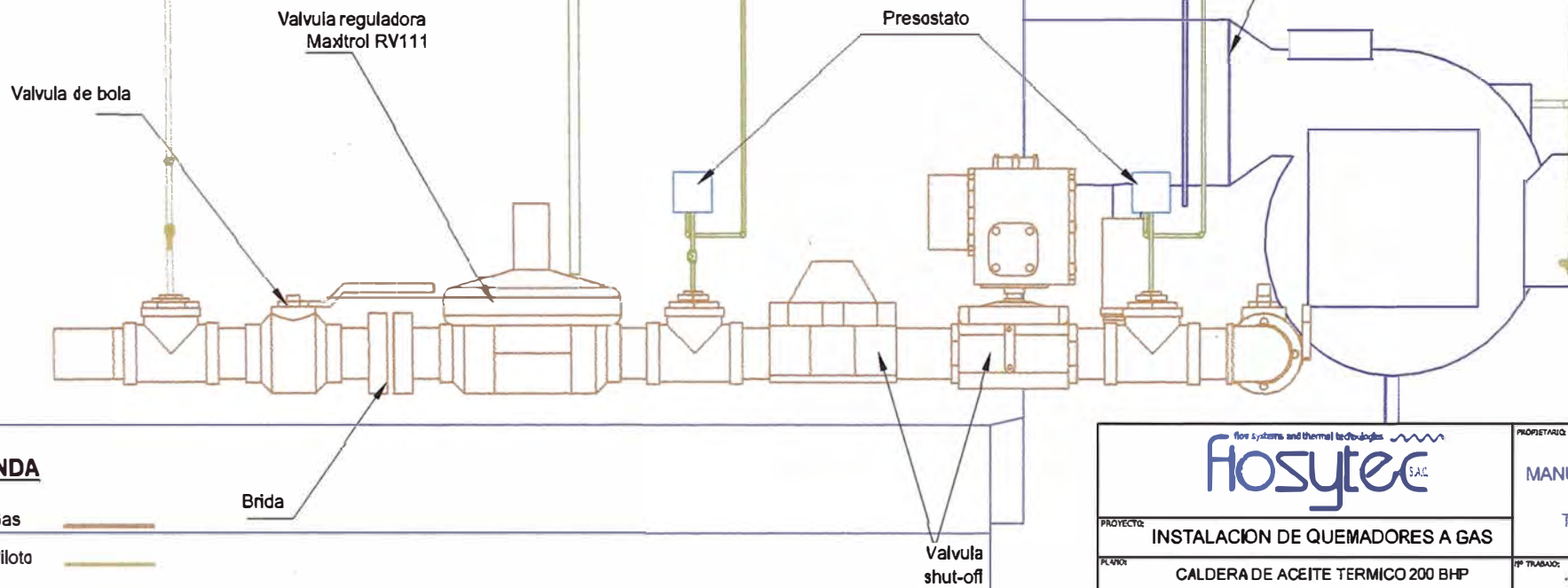
LEYENDA

- Linea de Gas — 725
- Linea de Piloto —
- Linea de Venteo —

		PROPIETARIO:
INSTALACION DE QUEMADORES A GAS		MANUFACTURAS
CALDERA PIROTUBULAR 200 BHP		TERROT
FECHA:	05-12-2005	NO. TRABAJO:
DISEÑADO:	ING. JUAN PONTE	ESCALA:
DIRECCION:	K.L.A.Q.	BUBA:
		DKG/TERROT/CALDERA 200 BHP-JB3G.DWG
		TK2-03

CALDERA
200 BHP

QUEMADOR
JB3G-50-RM7840L-M.30-UL




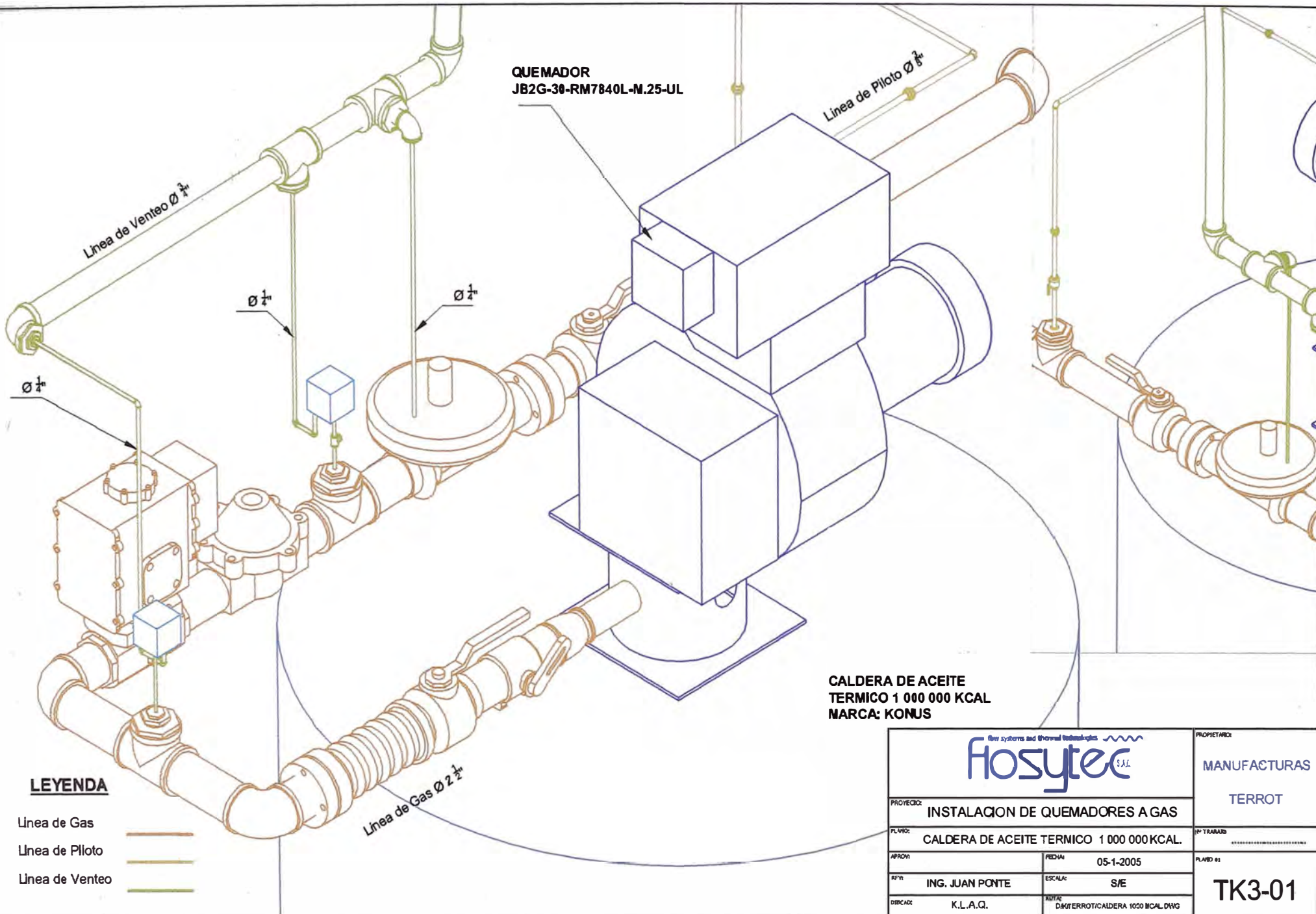
LEYENDA

- Linea de Gas
- Linea de Piloto
- Linea de Venteo

Brida

Valvula
shut-off

 fiosytec S.A.C.		PROPIETARIO: MANUFACTURAS TERROT
PROYECTO: INSTALACION DE QUEMADORES A GAS		Nº TRABAJO:
PLANEO: CALDERA DE ACEITE TERMICO 200 BHP	FECHA: 05-12-2005	PLANO #1: TK2-04
REVISOR: ING. JUAN PONTE	ESCALA: S/E	
DIBAJADO: KL.A.Q.	TITULO: DIK/TERROT/CALDERA 200 BHP JB3G.DWG	



QUEMADOR
JB2G-30-RM7840L-N.25-UL

Linea de Piloto Ø 1/2"

Linea de Venteo Ø 1/2"

Ø 1/2"

Ø 1/2"


Ø 1/2"

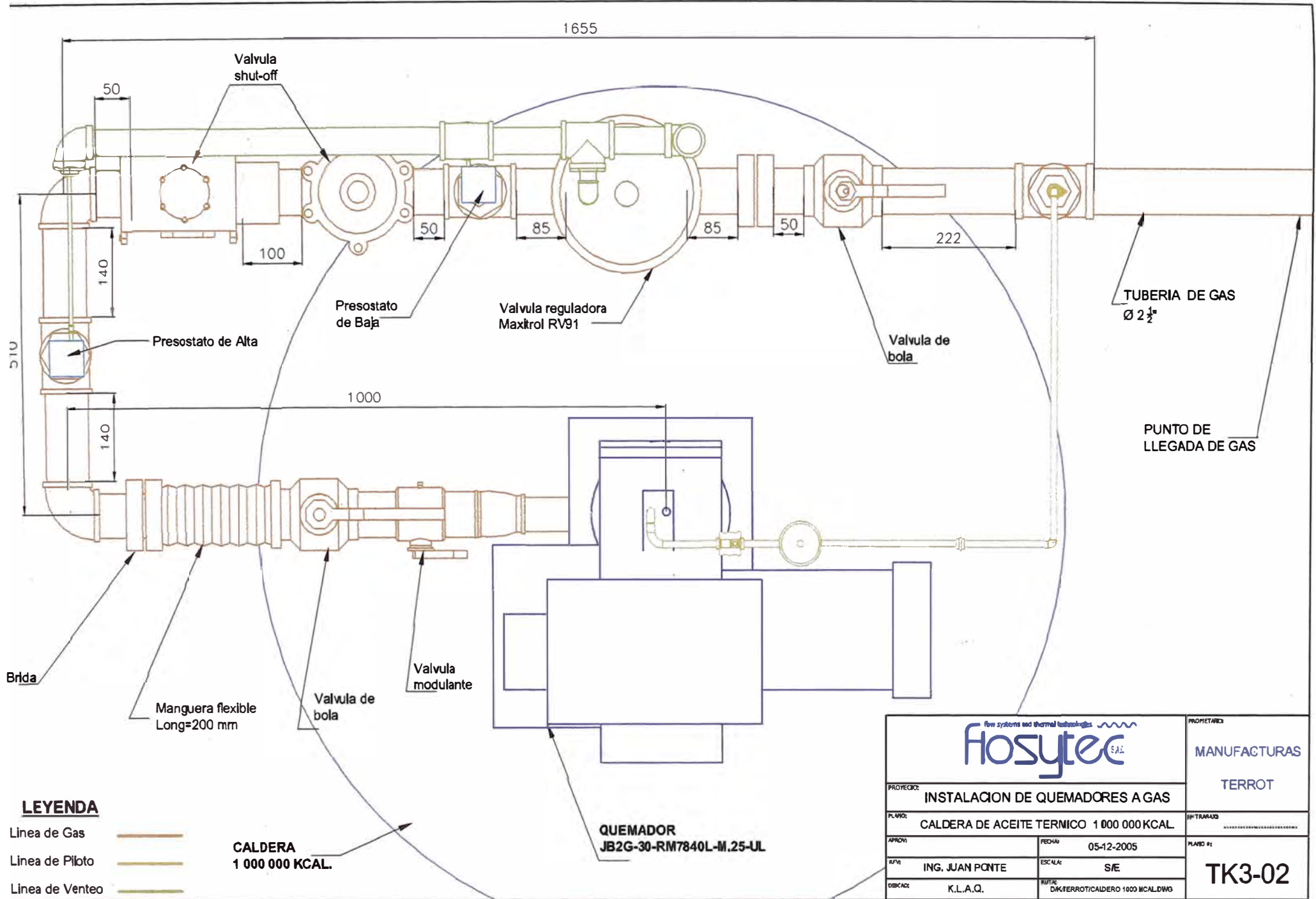
CALDERA DE ACEITE
TERMICO 1 000 000 KCAL
MARCA: KONJUS

Linea de Gas Ø 2 1/2"

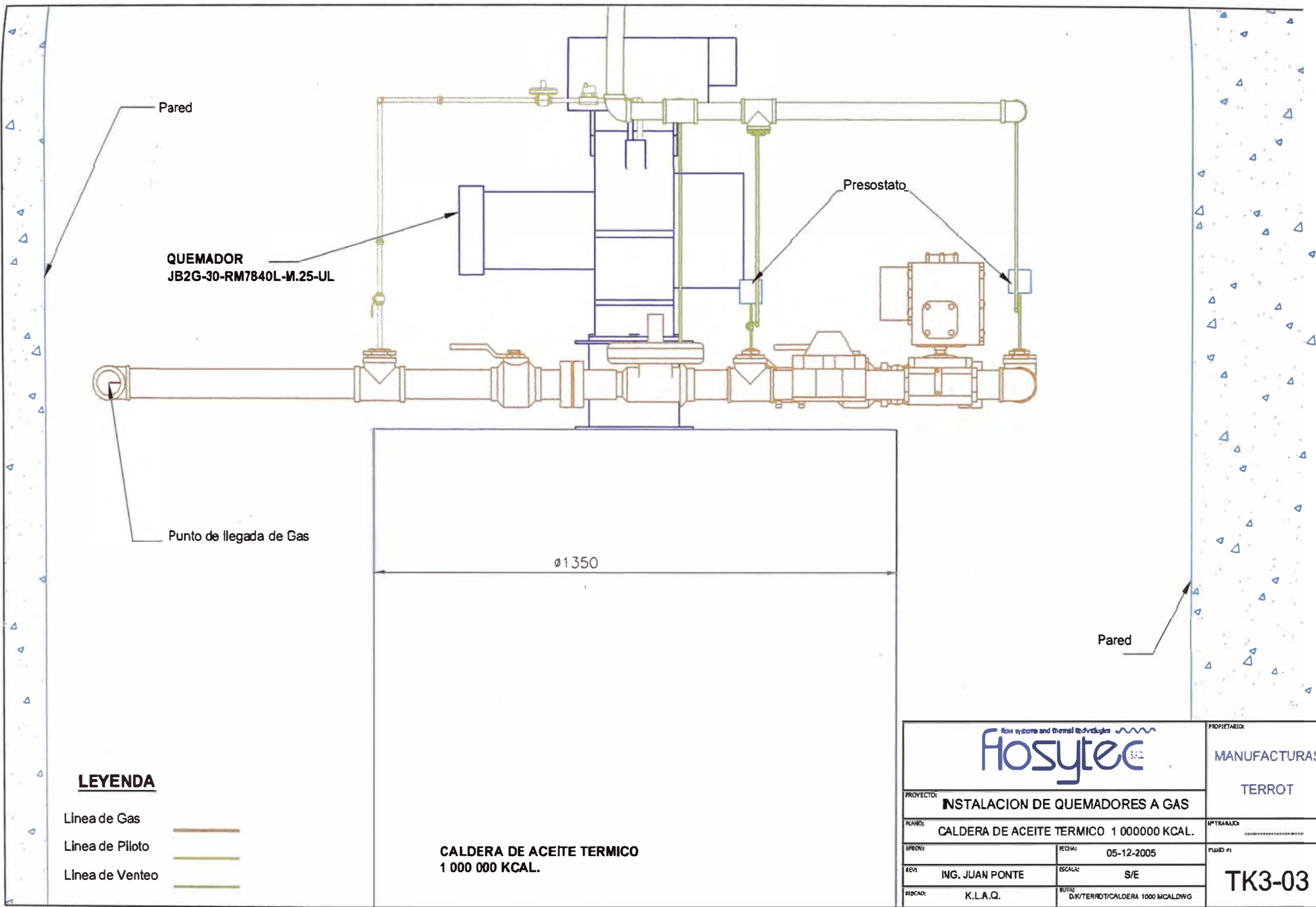
LEYENDA

- Linea de Gas
- Linea de Piloto
- Linea de Venteo

		PROPIETARIO: MANUFACTURAS TERROT
PROYECTO: INSTALACION DE QUEMADORES A GAS		Nº TRABAJO: *****
PLANTILLA: CALDERA DE ACEITE TERMICO 1 000 000 KCAL.		
APROBADO: 	FECHA: 05-1-2005	PLANTILLA Nº:
DISEÑADO: ING. JUAN PONTE	ESCALA: S/E	TK3-01
DIBUJADO: K.L.A.Q.	NOTA: DM/TERROT/CALDERA 1000 KCAL.DWG	



		PROPIETARIO
PROYECTO: INSTALACION DE QUEMADORES A GAS		MANUFACTURAS TERROT
PLANO: CALDERA DE ACEITE TERNICO 1 000 000 KCAL		Nº PLANO:
APROB:	FECHA: 05-12-2005	PLANO Nº:
R/P: ING. JUAN PONTE	ESCALA: S/E	TK3-02
DIBAJA: K.L.A.Q.	NÚMERO: DK/TERROTICALDERO 1000 KCAL.DWG	



QUEMADOR
JB2G-30-RM7840L-M.25-UL

Presostato

Punto de llegada de Gas

Ø1350

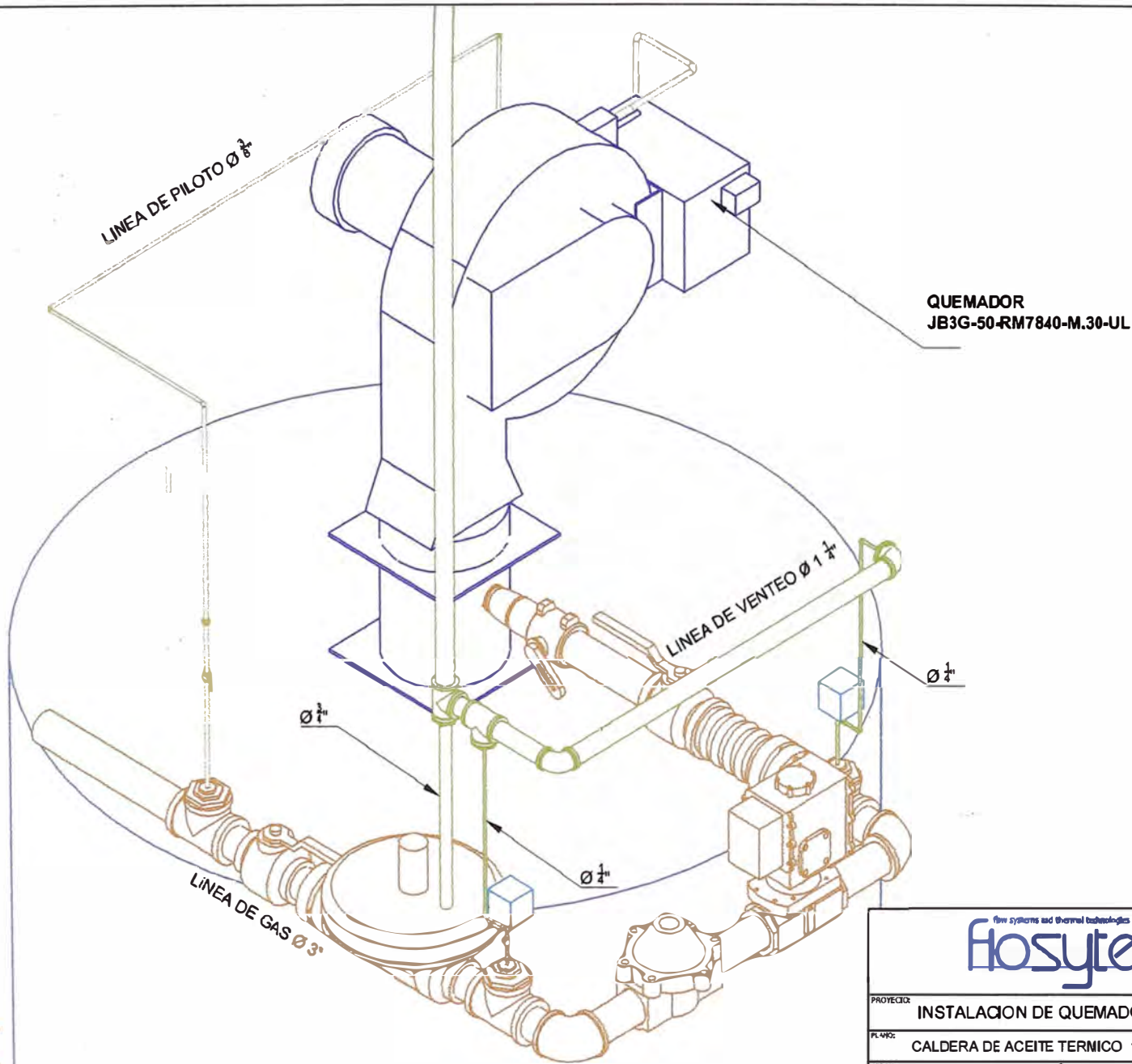
Pared

LEYENDA

- Línea de Gas
- Línea de Piloto
- Línea de Venteo


**CALDERA DE ACEITE TERMICO
1 000 000 KCAL.**

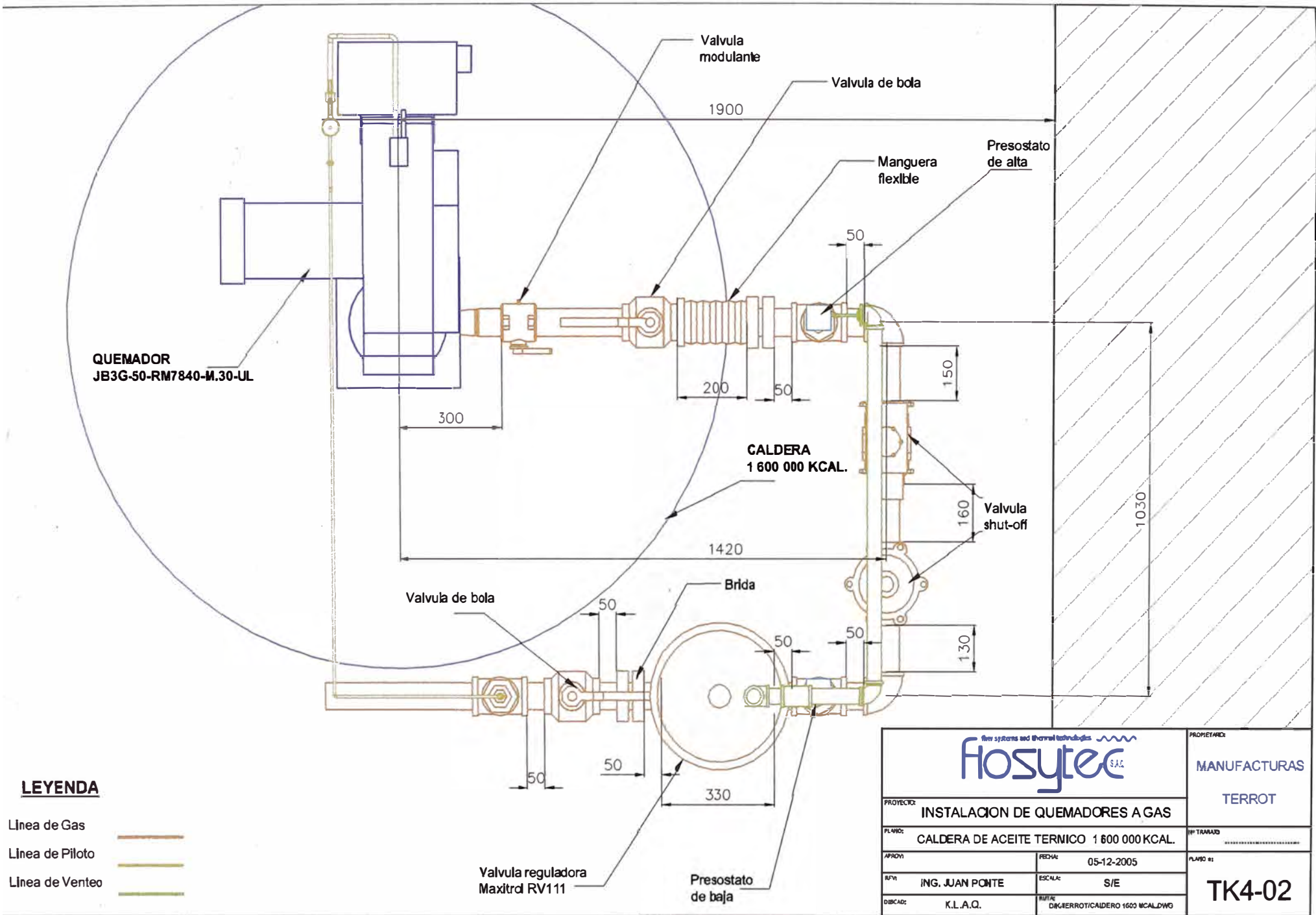
		PROPIETARIO
INSTALACION DE QUEMADORES A GAS		MANUFACTURAS
CALDERA DE ACEITE TERMICO 1 000000 KCAL.		TERROT
PROYECTO:	FECHA:	PROPUESTA:
PLANO:	05-12-2005	*****
PROY:	ESCALA:	PLANO #1
ING. JUAN PONTE	S/E	
DIBAJA:	NOTAS:	
K.L.A.Q.	D/K/TERRIT/CALDERA 1000 MCALDWG	TK3-03



LEYENDA


- Línea de Gas
- Línea de Piloto
- Línea de Venteo

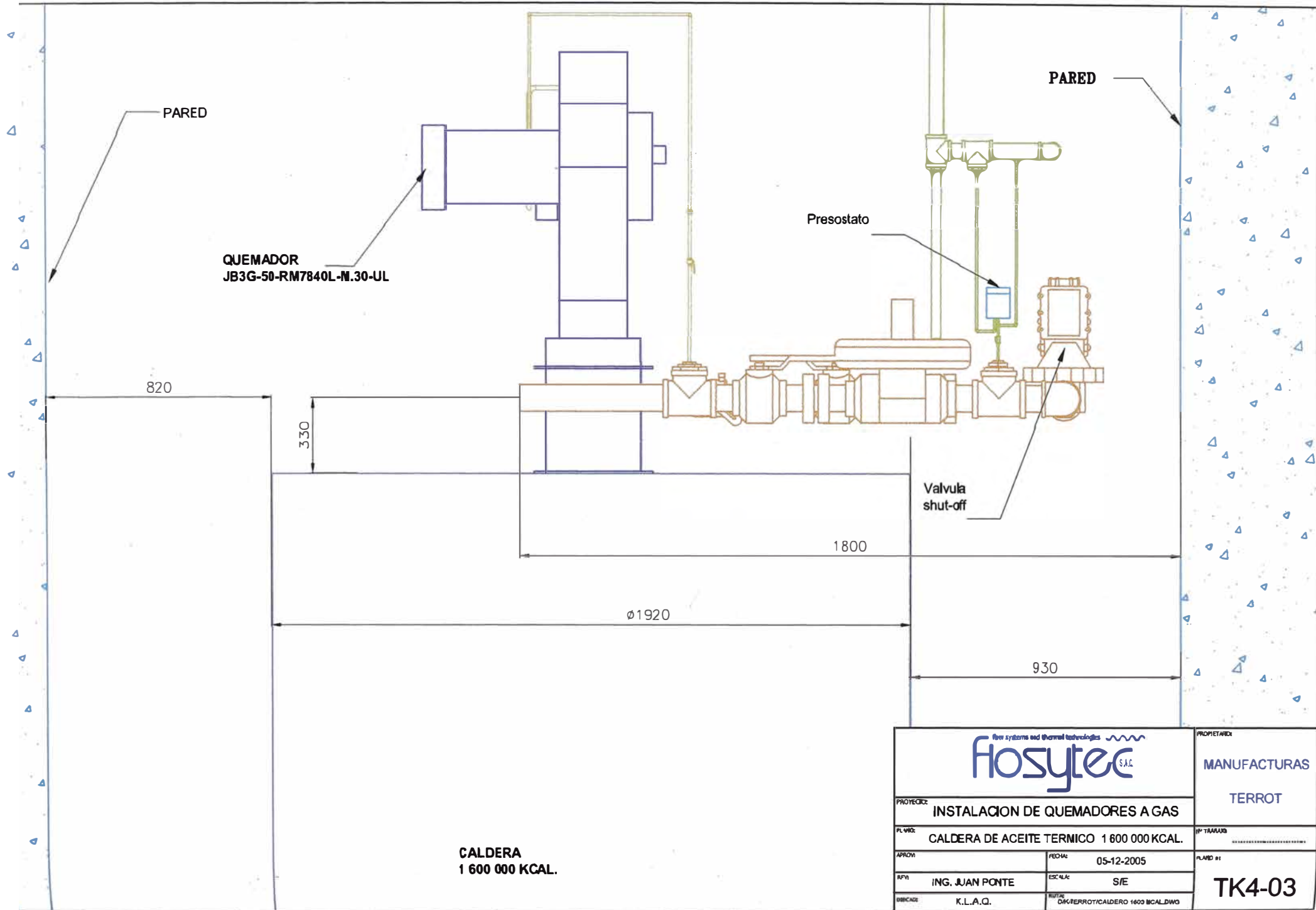
 flosytec S.A.S.		PROPIETARIO:
PROYECTO: INSTALACION DE QUEMADORES A GAS		MANUFACTURAS TERROT
PLANTILLA: CALDERA DE ACEITE TERMICO 1 600 000 KCAL.		INSTRUMENTOS:
APROBADO:	FECHA: 05-12-2005	PLANO #1:
RFV: ING. JUAN PONTE	ESCALA: S/E	TK4-01
DIBAJADO: K.L.A.Q.	RUTA: DK/TERROT/CALDERO 1600 MCAL.DWG	



LEYENDA

- Línea de Gas
- Línea de Piloto
- Línea de Venteo

		PROPIETARIO: MANUFACTURAS TERROT
PROYECTO: INSTALACION DE QUEMADORES A GAS		Nº TRAMITE: *****
PLANO: CALDERA DE ACEITE TERNICO 1 600 000 KCAL.		
APROY:	FECHA: 05-12-2005	PLANO Nº:
AFIN: ING. JUAN PONTE	ESCALA: S/E	TK4-02
DIB/CAD: K.L.A.Q.	RUT/A: DIG/ERRROT/CALDERO 1600 MCAL/DWG	



		PROPIETARIO:
		MANUFACTURAS
		TERROT
PROYECTO:		IP: TITANUR
INSTALACION DE QUEMADORES A GAS		*****
PL. UNO:	CALDERA DE ACEITE TERMICO 1 600 000 KCAL.	PLANO #1
APROB:	FECHA: 05-12-2005	
ELAB:	ESCALA: S/E	
ING. JUAN PONTE		
EMISOR:	K.L.A.Q.	TITULO: DM-FERROT/CALDERO 1600 KCAL.DWG
		TK4-03

P&ID

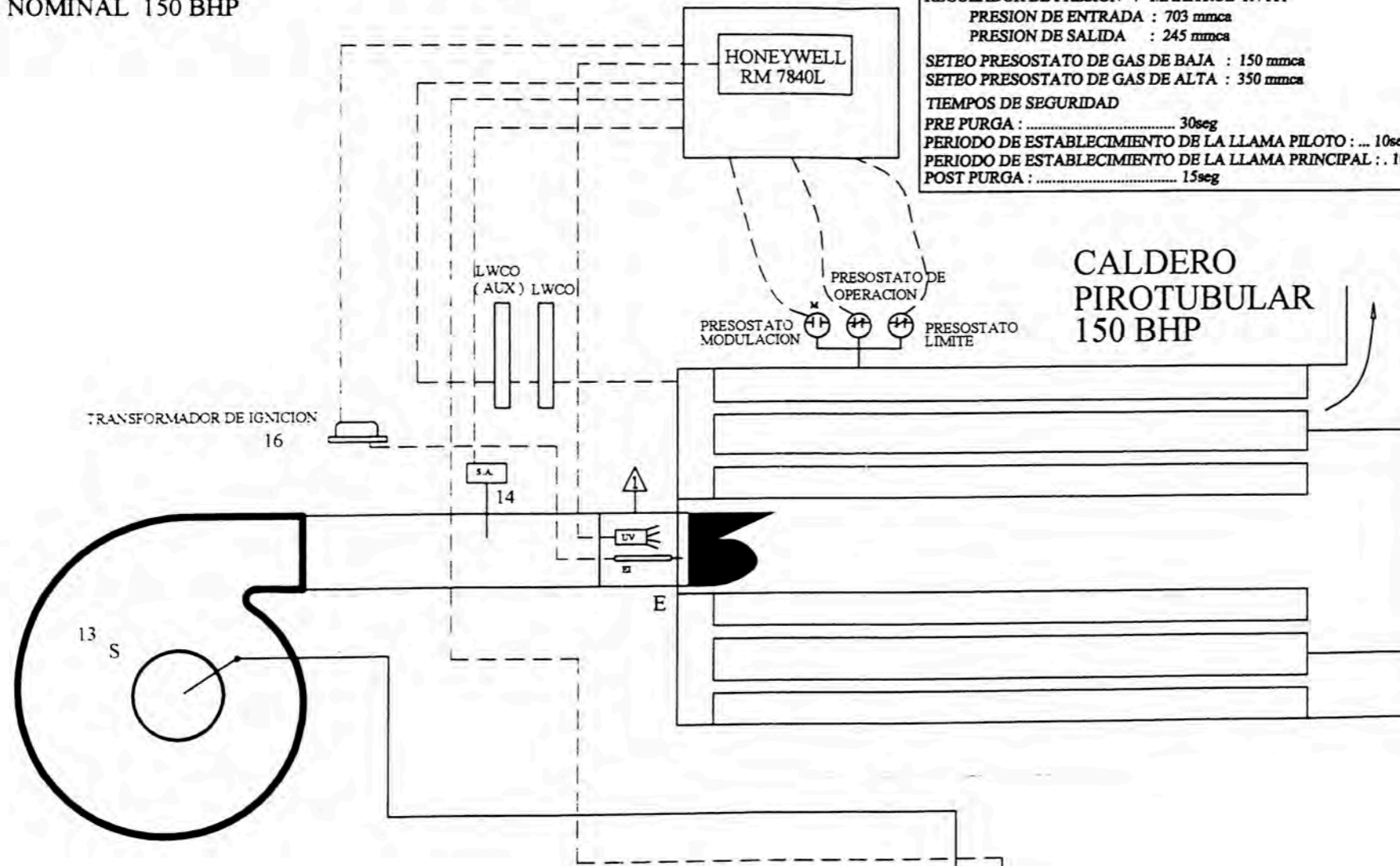
CALDERO PIROTUBULAR
POTENCIA NOMINAL 150 BHP

PANEL DE CONTROL

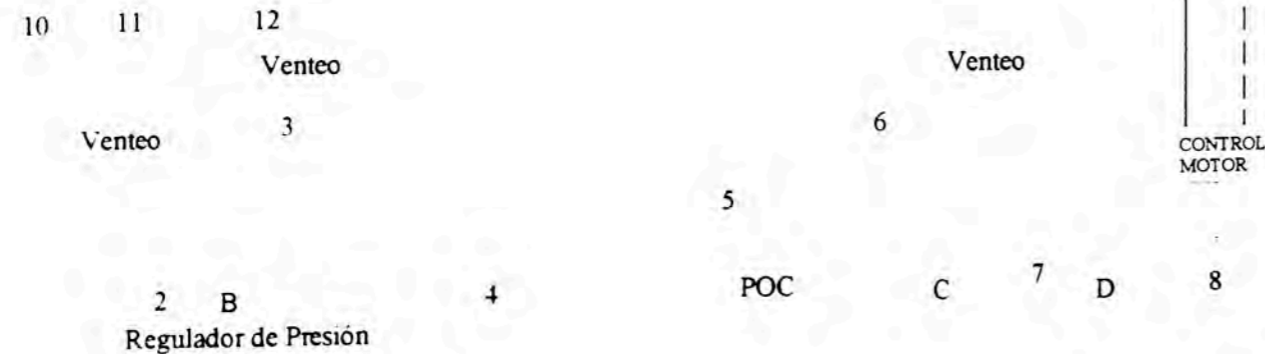
DESCRIPCION DEL EQUIPO
 QUEMADOR : WEBSTER
 JB3G - 50 - RM7840L - M.30 - UL
 POTENCIA CALORIFICA : 6300 MBH
 COMBUSTIBLE : GAS NATURAL
 REGULADOR DE PRESION : MAXITROL RV111
 PRESION DE ENTRADA : 703 mmca
 PRESION DE SALIDA : 245 mmca
 SETEO PRESOSTATO DE GAS DE BAJA : 150 mmca
 SETEO PRESOSTATO DE GAS DE ALTA : 350 mmca
 TIEMPOS DE SEGURIDAD
 PRE PURGA : 30seg
 PERIODO DE ESTABLECIMIENTO DE LA LLAMA PILOTO : ... 10seg
 PERIODO DE ESTABLECIMIENTO DE LA LLAMA PRINCIPAL : . 10seg
 POST PURGA : 15seg

RELACION DE MATERIALES

ITEM	SIMBOLO	DESCRIPCION
		TREN GAS - GAS
		LINEA PRINCIPAL
1		Válvula de bola de entrada
2		Valvula Reguladora
3		Swich de baja presión
4		Válvula Shut - Off
5		Válvula Shut - Off
6		Swich de alta presión
7		Válvula de bola de salida
8		Valvula de control de flujo
9		Conexión para pruebas
		LINEA PILOTO
10		Válvula de bola de entrada
11		Regulador de gas
12		Valvula Solenoide
		OTROS
13	(S)	Soplador
14	(S.A)	Switch de aire
15	(UV)	Sensor Ultravioleta
16		Transformador de Ignición
17	(EI)	Electrodo de Ignición



QUEMADOR WEBSTER
JB3G - 50 - RM7840L - M.30 - UL



La tabla de presiones se muestra en la siguiente hoja

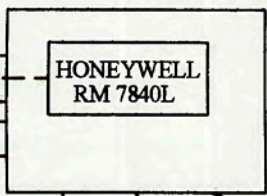
		MANUFACTURAS TERROT
PROYECTO:	PROYECTO DE INSTALACION DE QUEMADORES	
PLANO:	P&ID - Caldera Piro tubular 150 BHP	
FECHA:	30-11-05	
REV:	Ing. Juan Ponte	S/E
ELABORADO:	J.J.P.M	TK1-05

P&ID

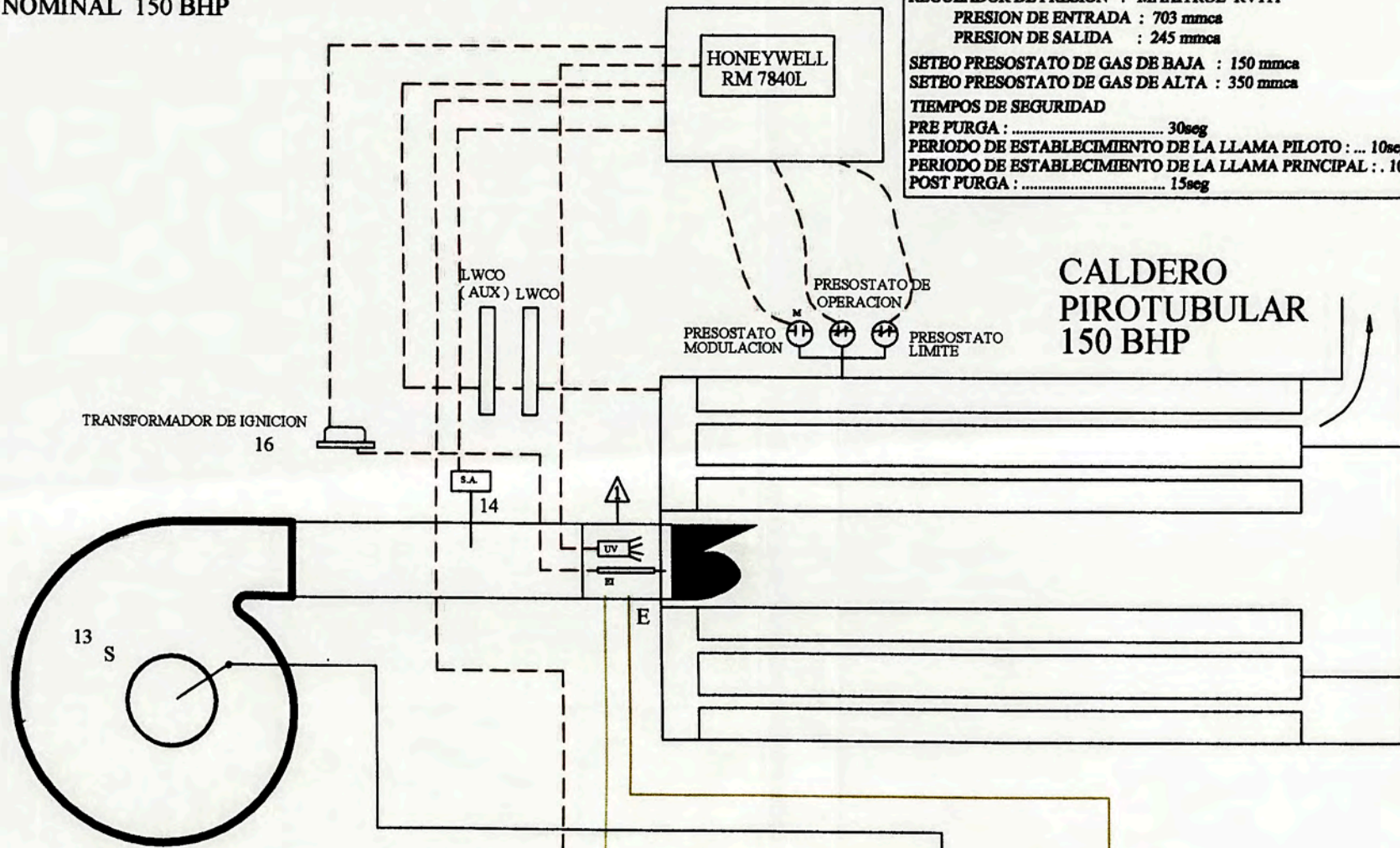
CALDERO PIROTUBULAR
POTENCIA NOMINAL 150 BHP

DESCRIPCION DEL EQUIPO
 QUEMADOR : WEBSTER
 JB3G - 50 - RM7840L - M.30 - UL
 POTENCIA CALORIFICA : 6300 MBH
 COMBUSTIBLE : GAS NATURAL
 REGULADOR DE PRESION : MAXITROL RV111
 PRESION DE ENTRADA : 703 mmca
 PRESION DE SALIDA : 245 mmca
 SETEO PRESOSTATO DE GAS DE BAJA : 150 mmca
 SETEO PRESOSTATO DE GAS DE ALTA : 350 mmca
TIEMPOS DE SEGURIDAD
 PRE PURGA : 30seg
 PERIODO DE ESTABLECIMIENTO DE LA LLAMA PILOTO : ... 10seg
 PERIODO DE ESTABLECIMIENTO DE LA LLAMA PRINCIPAL : . 10seg
 POST PURGA : 15seg

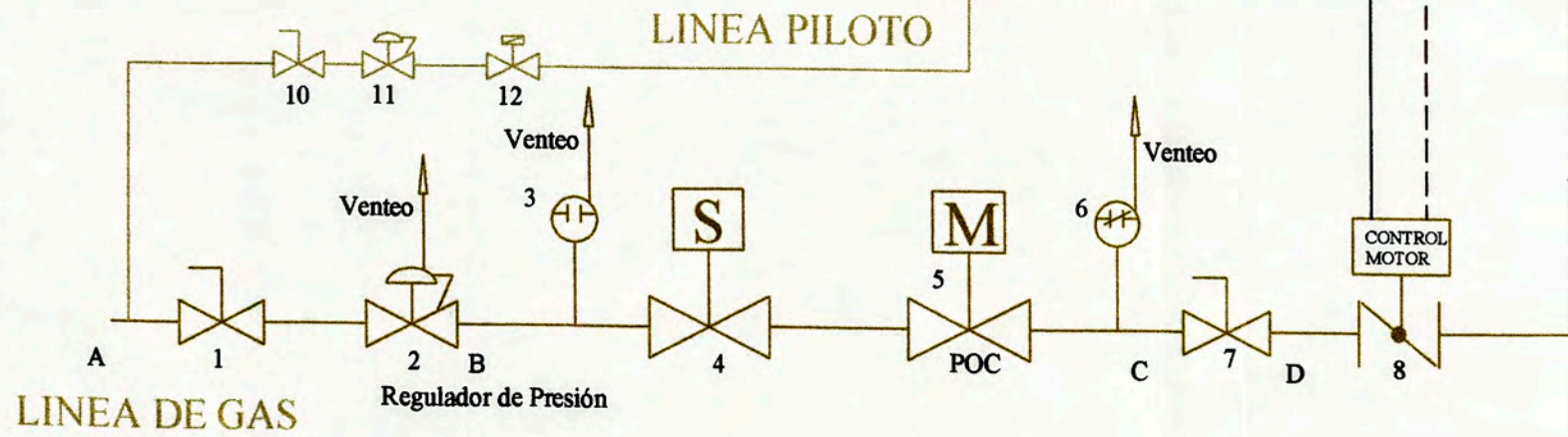
PANEL DE CONTROL



CALDERO PIROTUBULAR 150 BHP



QUEMADOR WEBSTER
JB3G - 50 - RM7840L - M.30 - UL



La tabla de presiones se muestra en la siguiente hoja

RELACION DE MATERIALES

ITEM	SIMBOLO	DESCRIPCION
TREN GAS - GAS		
LINEA PRINCIPAL		
1		Válvula de bola de entrada
2		Valvula Reguladora
3		Switch de baja presión
4		Válvula Shut - Off
5		Válvula Shut - Off
6		Switch de alta presión
7		Válvula de bola de salida
8		Valvula de control de flujo
9		Conexión para pruebas
LINEA PILOTO		
10		Válvula de bola de entrada
11		Regulador de gas
12		Valvula Solenoide
OTROS		
13	(S)	Soplador
14	(S.A)	Switch de aire
15	(UV)	Sensor Ultravioleta
16		Transformador de Ignición
17	(EI)	Electrodo de Ignición

fiosytec flow systems and thermal technologies

MANUFACTURAS TERROT

PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACION DE QUEMADORES		FECHA: 30-11-05	
PLANO: P&ID - Caldera Pirotubular 150 BHP		FECHA: S/E	
DISEÑADO: J.J.P.M		AUTORIZADO: J.J.P.M	

TK1-05

P&ID

CALDERO PIROTUBULAR
POTENCIA NOMINAL 200 BHP

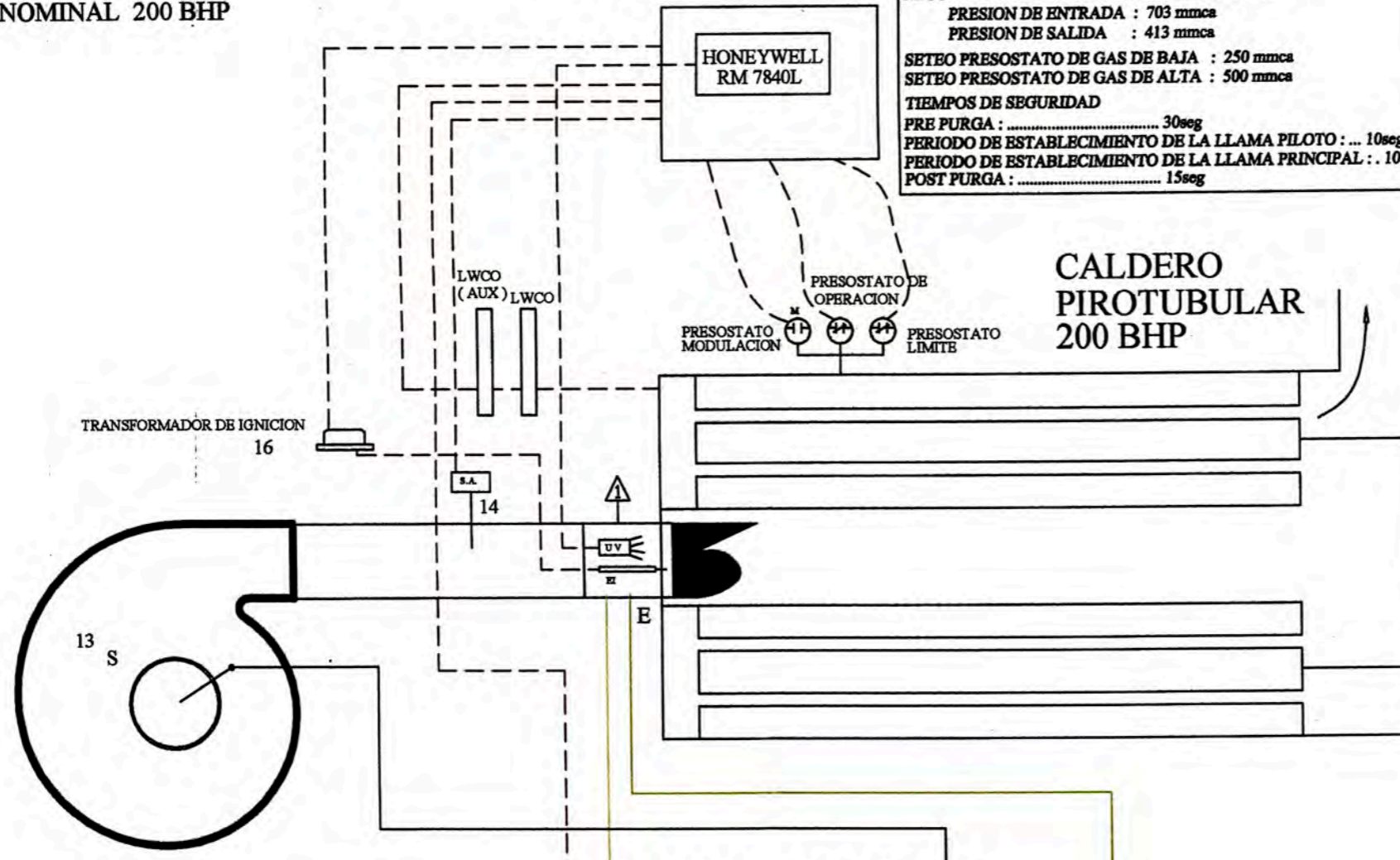
PANEL DE CONTROL

DESCRIPCION DEL EQUIPO
 QUEMADOR : WEBSTER
 JB3G - 75 - RM7840L - M.30 - UL
 POTENCIA CALORIFICA : 8400 MBH
 COMBUSTIBLE : GAS NATURAL
 REGULADOR DE PRESION : MAXITROL RV111
 PRESION DE ENTRADA : 703 mmca
 PRESION DE SALIDA : 413 mmca
 SETEO PRESOSTATO DE GAS DE BAJA : 250 mmca
 SETEO PRESOSTATO DE GAS DE ALTA : 500 mmca
 TIEMPOS DE SEGURIDAD
 PRE PURGA : 30seg
 PERIODO DE ESTABLECIMIENTO DE LA LLAMA PILOTO : ... 10seg
 PERIODO DE ESTABLECIMIENTO DE LA LLAMA PRINCIPAL : . 10seg
 POST PURGA : 15seg

RELACION DE MATERIALES

ITEM	SIMBOLO	DESCRIPCION
TREN GAS - GAS		
LINEA PRINCIPAL		
1		Válvula de bola de entrada
2		Valvula Reguladora
3		Swich de baja presión
4		Válvula Shut - Off
5		Válvula Shut - Off
6		Swich de alta presión
7		Válvula de bola de salida
8		Valvula de control de flujo
9		Conexión para pruebas
LINEA PILOTO		
10		Válvula de bola de entrada
11		Regulador de gas
12		Valvula Solenoide
OTROS		
13	(S)	Soplador
14	(S.A)	Switch de aire
15	(UV)	Sensor Infrarrojo
16		Transformador de Ignición
17	(EI)	Electrodo de Ignición

QUEMADOR WEBSTER
JB3G - 75 - RM7840L - M.30 - UL



LINEA DE GAS

LINEA PILOTO

La tabla de presiones se muestra en la siguiente hoja

		MANUFACTURAS TERROT
PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACION DE QUEMADORES.		
PLANO: P&ID - Caldera Piratubular 200 BHP		PLANO N°
FECHA: 16-12-05	ESCALA: S/E	TK2-05
INGENIERO: Ing. Juan Ponte	DISEÑADOR: J.J.P.M.	

P&ID

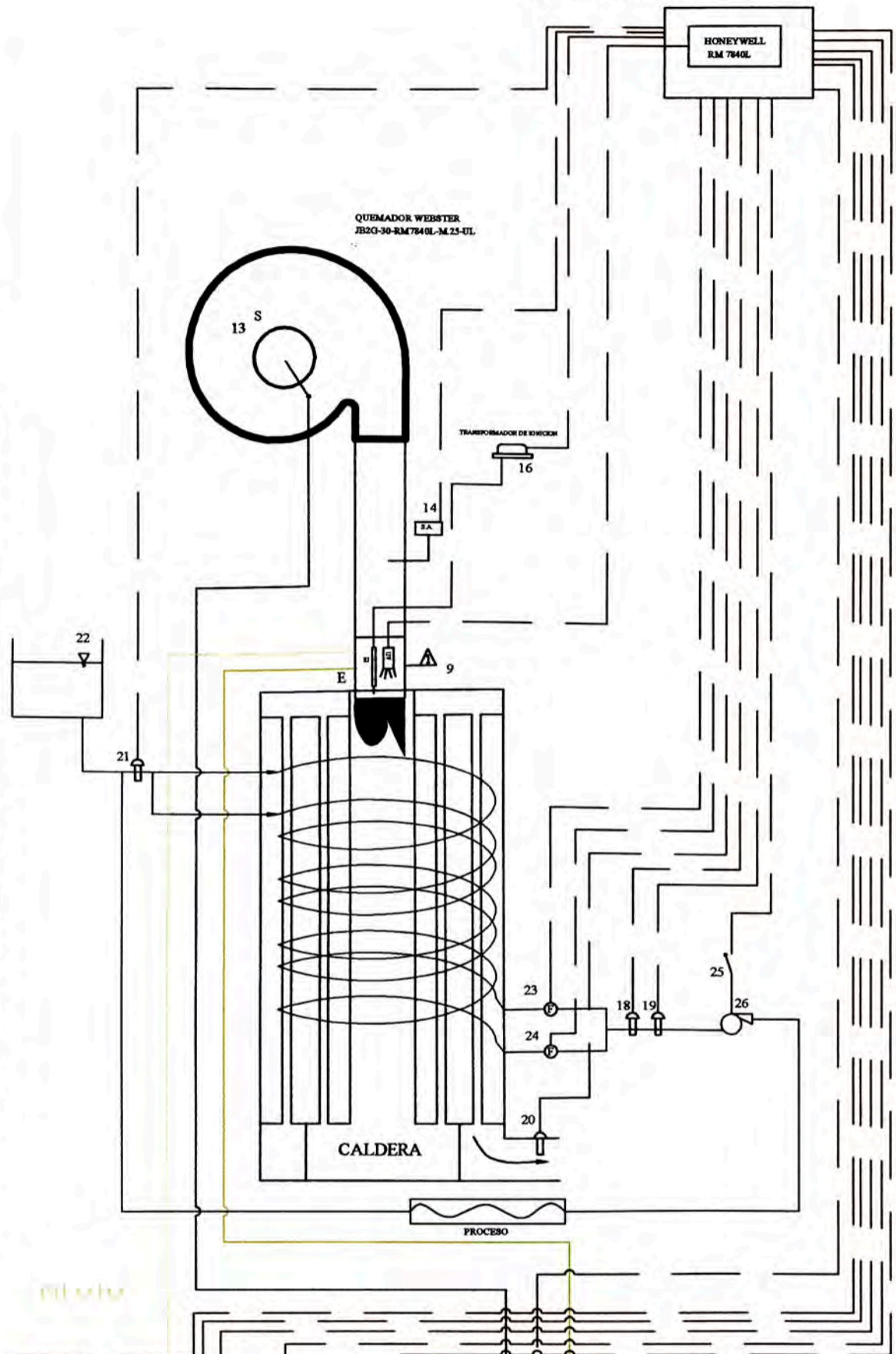
CALDERA DE ACEITE TERMICO KONUS
 POTENCIA NOMINAL : 1'000,000 Kcal

PANEL DE CONTROL

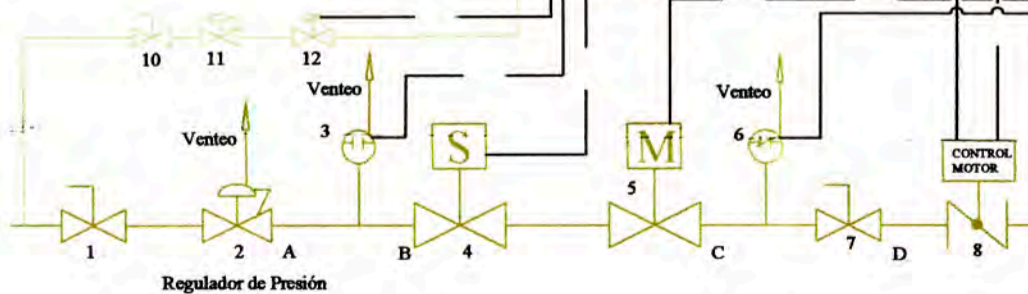
DESCRIPCION DEL EQUIPO
QUEMADOR : WEBSTER
JB2G-30-RM7840L-M-25-UL
COMBUSTIBLE : GAS NATURAL
POTENCIA CALORIFICA : 3968 MBH
REGULADOR DE PRESION : MAXITROL RV91
PRESION DE ENTRADA : 703 mmca
PRESION DE SALIDA : 220 mmca
SETBO PRESOSTATO DE GAS DE BAJA : 150 mmca
SETBO PRESOSTATO DE GAS DE ALTA : 300 mmca
TIEMPOS DE SEGURIDAD
PRE PURGA : 30seg
PERIODO DE ESTABLECIMIENTO DE LA LLAMA PILOTO : ... 10seg
PERIODO DE ESTABLECIMIENTO DE LA LLAMA PRINCIPAL : ... 70seg
POST PURGA : 15seg

RELACION DE MATERIALES

ITEM	SIMBOLO	DESCRIPCION
TREN GAS - GAS		
LINEA PRINCIPAL		
1		Válvula de bola de entrada
2		Valvula Reguladora
3		Switch de baja presión
4		Válvula Shut - Off
5		Válvula Shut - Off
6		Switch de alta presión
7		Válvula de bola de salida
8		Valvula de control de flujo
9		Conexión para pruebas
LINEA PILOTO		
10		Válvula de bola de entrada
11		Regulador de gas
12		Valvula Solenoide
OTROS		
13	(S)	Soplador
14	(S.A)	Switch de aire
15	(UV)	Sensor Infrarrojo
16		Transformador de Ignición
17	(EI)	Electrodo de Ignición
18		Controlador de Temperatura (T salida de aceite , modulante)
19		Termostato de temperatura de avance
20		Termostato de gases de combustión
21		Termostato de temperatura de retorno
22		Guarda nivel de aceite
23		Switch de flujo
24		Switch de flujo
25		Relé auxiliar para el encendido de la bomba
26		Bomba de recirculación de aceite



La tabla de presiones se muestra en la siguiente hoja



		PROPIETARIO:
PROYECTO DE INSTALACION DE QUEMADORES		MANUFACTURAS TERROT
PLANO: P&ID - Caldera de Aceite Termico Konus 1'000,000 Kcal		NO TRABAJADO:
APROBADO: Ing. Juan Ponte	FECHA: 16-12-05	PLANO #:
DISEÑADO: J.J.P.M	RUTA: D:\orden Trabajo\Terror\Konus 1.0\Planos\PID	TK3-04

P&ID

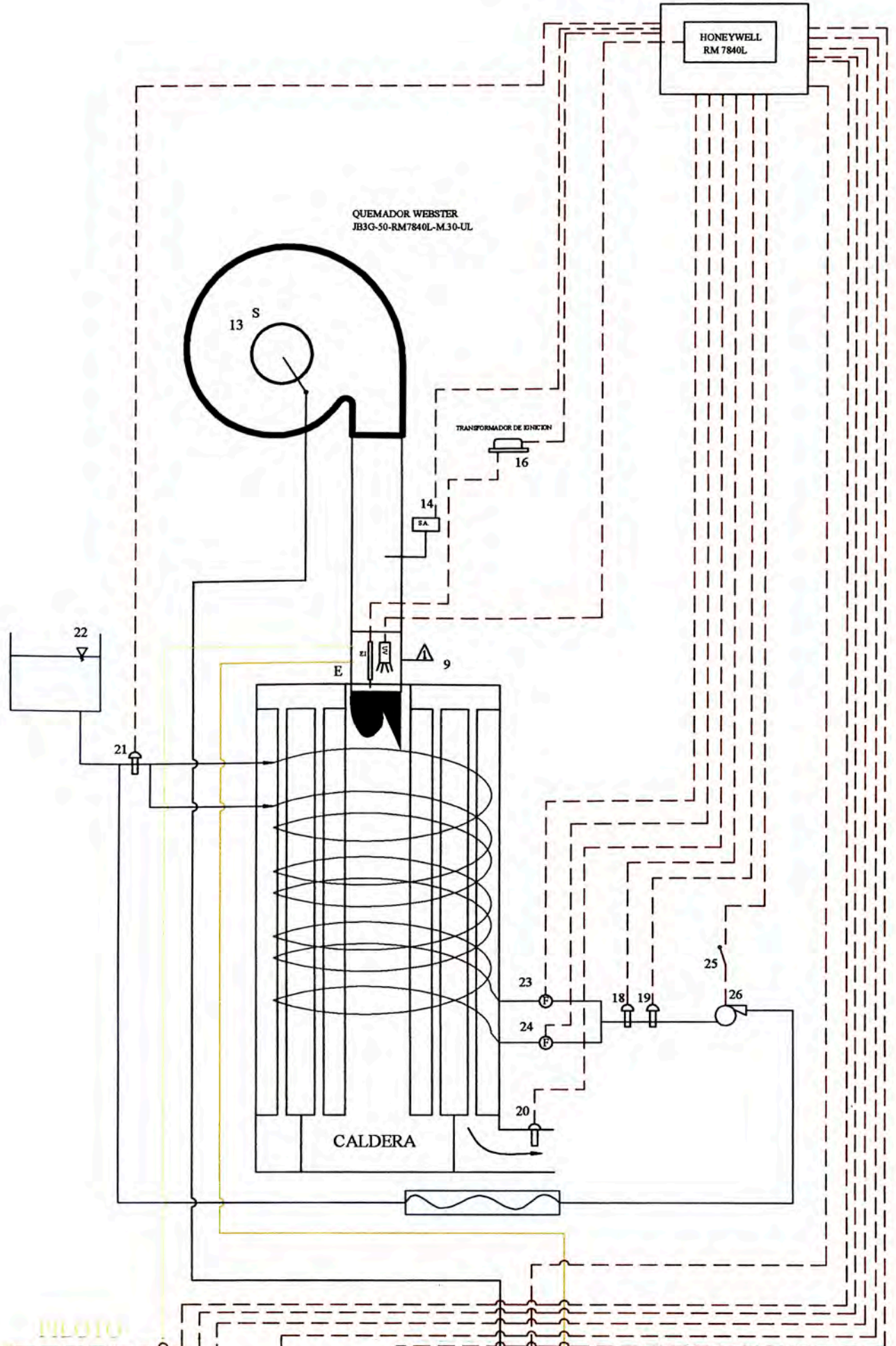
CALDERA DE ACEITE TERMICO KONUS
 POTENCIA NOMINAL : 1'600,000 Kcal

DESCRIPCION DEL EQUIPO	
QUEMADOR : WEBSTER	
JB3G-50-RM7840L-M30-UL	
COMBUSTIBLE : GAS NATURAL	
POTENCIA CALORIFICA : 6348 MBH	
REGULADOR DE PRESION : MAXITROL RV111-210G	
PRESION DE ENTRADA : 703 mmca	
PRESION DE SALIDA : 263 mmca	
SETEO PRESOSTATO DE GAS DE BAJA : 150 mmca	
SETEO PRESOSTATO DE GAS DE ALTA : 350 mmca	
TIEMPOS DE SEGURIDAD	
PRE PURGA : 30seg	
PERIODO DE ESTABLECIMIENTO DE LA LLAMA PILOTO : ... 10seg	
PERIODO DE ESTABLECIMIENTO DE LA LLAMA PRINCIPAL : . 10seg	
POST PURGA : 15seg	

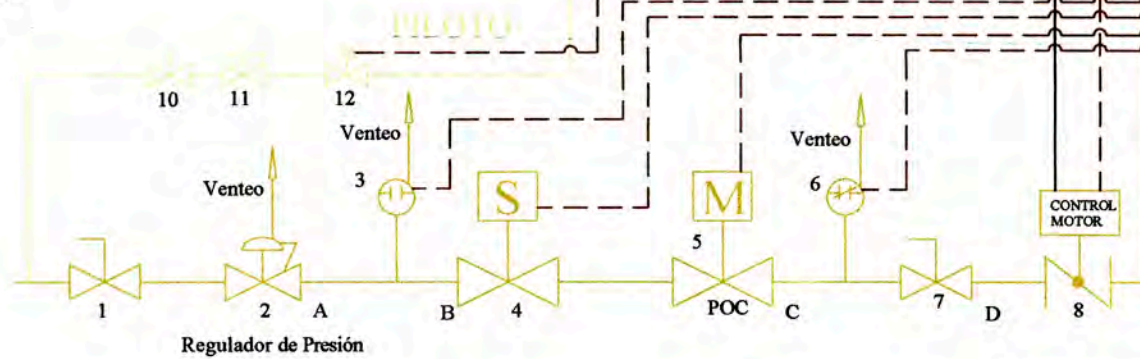
RELACION DE MATERIALES

ITEM	SIMBOLO	DESCRIPCION
TREN GAS - GAS		
LINEA PRINCIPAL		
1		Válvula de bola de entrada
2		Valvula Reguladora
3		Swich de baja presión
4		Válvula Shut - Off
5		Válvula Shut - Off
6		Swich de alta presión
7		Válvula de bola de salida
8		Valvula de control de flujo
9		Conexión para pruebas
LINEA PILOTO		
10		Válvula de bola de entrada
11		Regulador de gas
12		Valvula Solenoide
OTROS		
13	(S)	Soplador
14	(S.A)	Switch de aire
15	(UV)	Sensor Infrarrojo
16		Transformador de Ignición
17	(EI)	Electrodo de Ignición
18		Controlador de Temperatura (T salida de aceite , modulante)
19		Termostato de temperatura de avance
20		Termostato de gases de combustión
21		Termostato de temperatura de retorno
22		Guarda nivel de aceite
23		Switch de flujo
24		Switch de flujo
25		Relé auxiliar para el encendido de la bomba
26		Bomba de recirculación de aceite

PANEL DE CONTROL



La tabla de presiones se muestra en la siguiente hoja



fiosytec S.A.L.		PROPIETARIO:
PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACION DE QUEMADORES		MANUFACTURAS TERROT
PLANO: P&ID - Caldera de Aceite Termico Konus 1'600,000 Kcal		Nº TRABAJO:
APROV:	FECHA: 16-12-05	PLANO #:
REV: Ing. Juan Ponte	ESCALA: S/E	TK4-04
DIBICAD: J.J.P.M	NOTA: D'orden TrabajoTerrotKonus 1 8/PlanoPID	

ANEXOS

Anexo 1.- Trenes de gas

Anexo 2.- Hojas técnicas de los equipos y accesorios

Anexo 3.- Hojas técnicas de los materiales refractarios

Anexo 4.- Plan de mantenimiento del quemador

Trenes de Valvulas de Gas Recomendados

HOJA DE CODIGOS

Esta guía tiene intención de servir únicamente como referencia a los trenes de valvulas de gas requeridos/recomendados por las agencias aprobatorias, corporaciones de códigos y aseguradoras. Los trenes de gas ilustrados en las figuras 1 a 6 satisfacen y algunas veces exceden los requerimientos mínimos de cualquier organización. Los requerimientos/recomendaciones ilustrados son actuales a la fecha de publicación.

1. Seleccione (de la lista siguiente) la agencia aprobatoria, corporación técnica o asegurador cuyos requerimientos/recomendaciones necesitan ser cumplidas.
2. Seleccione el rango de entrada apropiado (pilot, principal) para el quemador.
3. Nótese que el número que sigue al rango de entrada indica en número de la figura que ilustra los componentes y tubería típicos para el rango en particular.

INDICE < = menor que; > = mayor que

ANSI Z83.3 Equipo que Utiliza Gas en Calderas Grandes.		Risk Mutual Mejorado	
400,000-2,500,000 Btu/h	Fig. 6	Pilot <250,000 Btu/h, principal	
2,500,000-5,000,000 Btu/h	Fig. 4	<1,000,000 Btu/h	Fig. 3
5,000,000-12,500,000 Btu/h	Fig. 5	Pilot <250,000 Btu/h, principal	
		>1,000,000 Btu/h	Fig. 2
ASME CSSD-1: Dispositivos de Control y Seguridad para Calderas Encendidas Automáticamente.		Pilot >250,000 Btu/h, principal	Fig. 1
400,000-2,500,000 Btu/h	Fig. 3		
2,500,000-5,000,000 Btu/h	Fig. 4	Grupo Kemper	
5,000,000-12,500,000 Btu/h	Fig. 5	1,000,000-10,000,000 Btu/h	Fig. 2
		>10,000,000 Btu/h	Fig. 3
ANSI Z21.13 Calderas Encendido por Gas, de Vapor de Baja Presión y de Agua Caliente.		NFPA 8501: Operación de un solo Quemador para Caldera	
<400,000 Btu/h	Fig. 3	>12,500,000 Btu/h	Fig. 1
400,000-2,500,000 Btu/h	Fig. 3		
2,500,000-12,500,000 Btu/h	Fig. 3/5	UL 795: Equipo para Calefacción con gas para Aplicaciones Comerciales e Industriales	
Sistemas Factory Mutual: 6-4, 6-4R: Quemadores Sensitivos para Calderas Alimentados por Combustible y Gas.		<2,500,000 Btu/h	Fig. 4
400,000-2,500,000 Btu/h	Fig. 4	2,500,000-5,000,000 Btu/h	Fig. 1
2,500,000-5,000,000 Btu/h	Fig. 4	5,000,000-12,500,000 Btu/h	Fig. 5
5,000,000-12,500,000 Btu/h	Fig. 5	>12,500,000 Btu/h	Fig. 2
>12,500,000 Btu/h	Fig. 1	Servicios Aprobatorios Internacionales (CGA/AGA)	
Aseguradores de Industrial Risk (IRI)		CGA-3.1: Grupo de Calderas de Paquete Industriales y Comerciales Alimentadas por Gas	
>400,000 Btu/h	Fig. 1	CGA-3.2: Grupo de Calderas de Paquete Industriales y Comerciales Alimentadas por Gas	
		CGA-3.3: Calderas Industriales y Comerciales Diseñadas para Gas, Alimentadas Atmosféricamente, con Chimenea Vertical.	

NOTA: Los componentes de tren de gas, su funcionalidad y disposiciones de la tubería requeridos por estos estándares varían dependiendo de la presión del gas (inmediatamente aguas abajo del regulador de presión). Consulte los estándares individuales para información específica.



TRENES DE VALVULAS DE GAS RECOMENDADOS

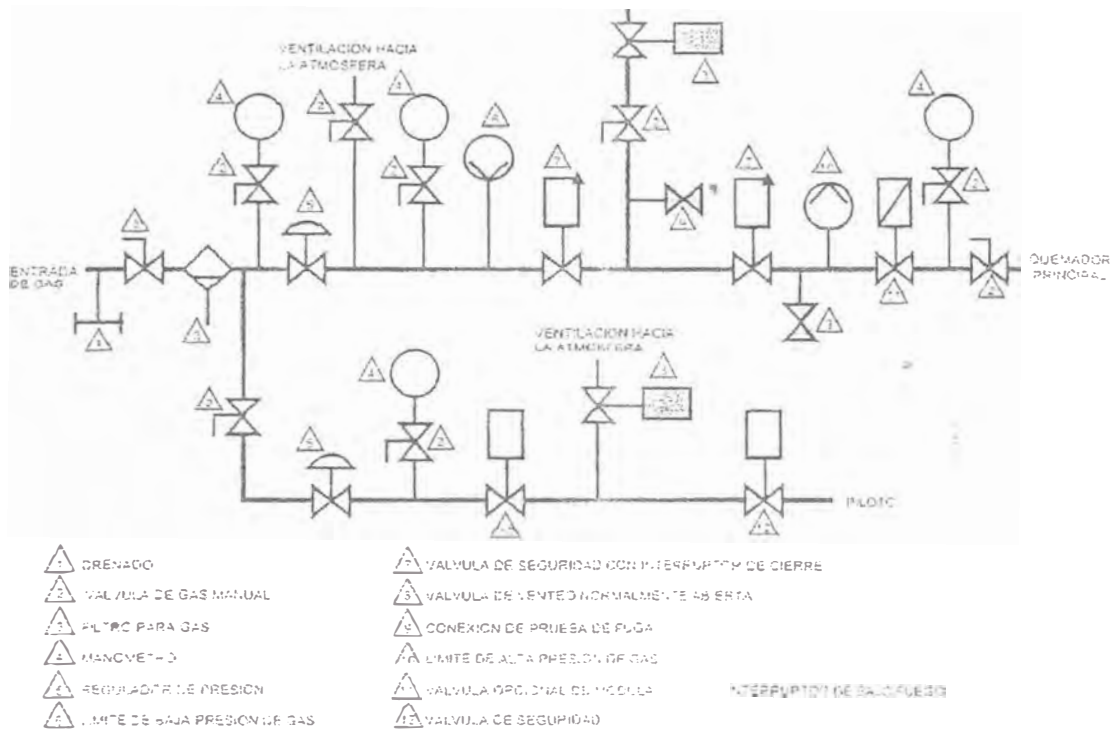


Fig. 1.

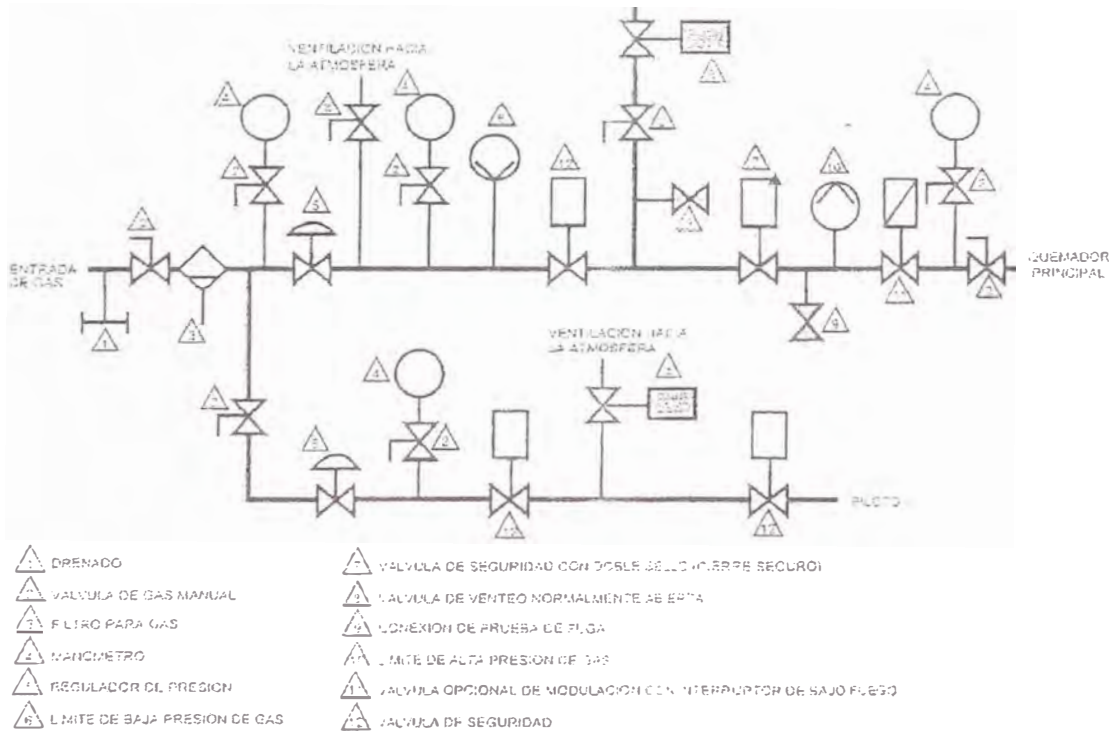


Fig. 2.

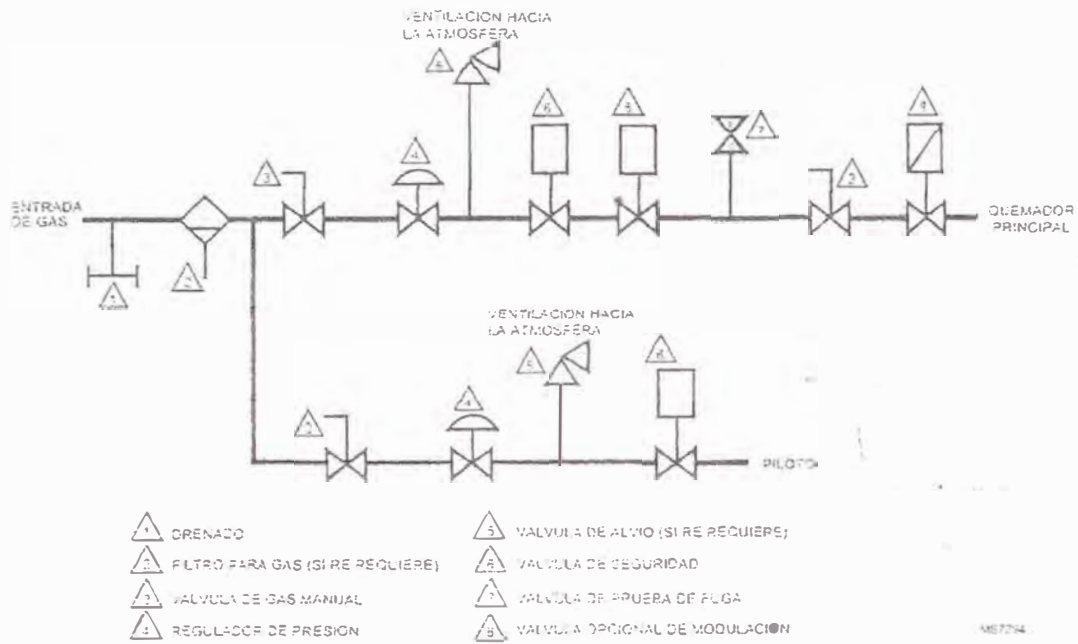


Fig. 3.

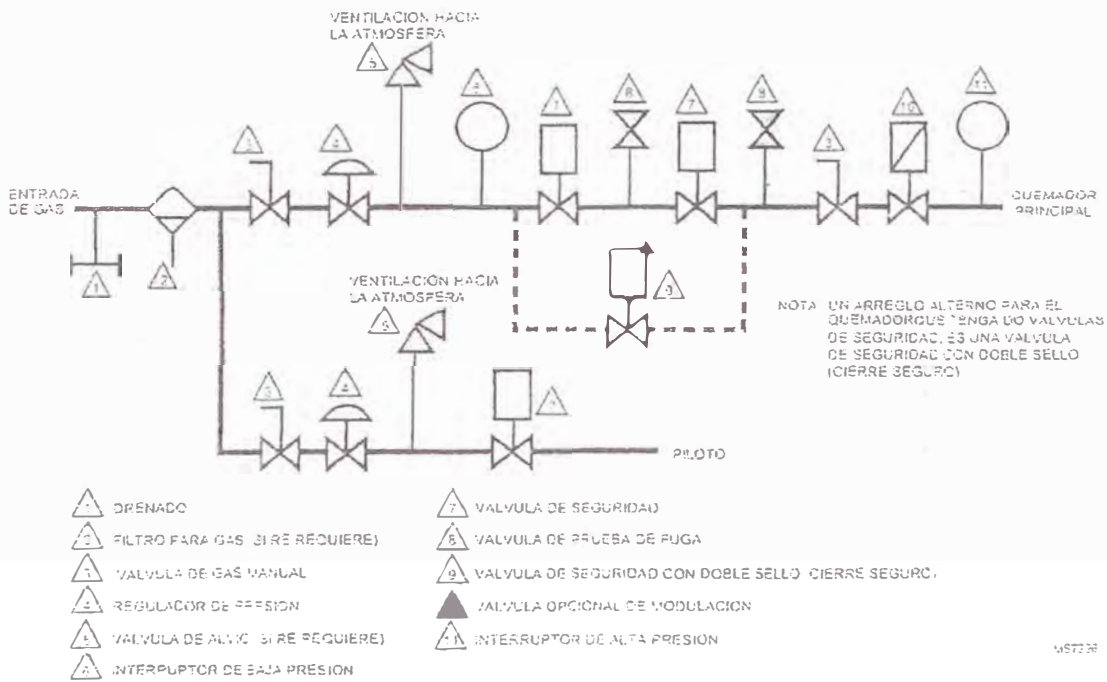


Fig. 4.

REQUIREMENTS FOR GAS BURNERS

This sheet summarizes the control requirements of the following Underwriters Laboratories Inc. standards:

UL 795—Commercial-Industrial Gas-Heating Equipment. Applies to gas burners with *inputs* of more than 400,000 Btuh (9.5 bohp, 320 lb of steam per hr, or 94 kilowatts *output* at 80 percent efficiency) used in factory-built gas appliances intended primarily for commercial and industrial applications, but excluding process equipment.

UL 372—Primary Safety Controls for Gas- and Oil-Fired Appliances. Applies to flame safeguard controls used on the equipment covered by UL 795.

Underwriters Laboratories Inc., founded in 1984, is chartered as a non-for-profit organization under the laws of the State of Delaware, to establish, maintain, and operate laboratories for the investigation of materials, devices, products, equipment, constructions, methods and systems with respect to hazards affecting life and property. It was originally sponsored by the National Board of Fire Underwriters. However, now its membership represents a broad cross section of industry, education and government. The main office is in Northbrook, Illinois, and there are three other laboratories listed on the last page.

Underwriters Laboratories Inc. provides four types of safety testing and certification service: Listing, Classification, Recognition, and Certificate. All four include Follow-up Service. By contract, they also perform inspections, ISO 9000 registrations, fact-finding investigations, and research, which result in a report to the contracting sponsor.

A *Listed* product has been evaluated with respect to all reasonably foreseeable hazards to life and property, with the finding that such hazards have been safeguarded to an acceptable degree. It is marked with Underwriters Laboratories Inc. registered name or symbol, generally in combination with the product name, a control number, and the word "Listed."

A *Classified* product has been evaluated with respect to one or more of the following: (1) specific hazards only, (2) performance under specified conditions, (3) regulatory codes, or (4) other standards, including international standards. It is marked with Underwriters Laboratories Inc. name and a statement to indicate the extent of their evaluation of the product such as "Classified by Underwriters Laboratories Inc. with respect to (nature of hazard) only." Classification generally is restricted to industrial or commercial products.

A *Component Recognized* product has been evaluated only for use as a component of end-product equipment that has been Listed, Classified or Certified by Underwriters Laboratories Inc. It is marked with the manufacturer's identification and catalog number, model number, or other product designation as specified for the particular product. Except in very rare cases, the use of Underwriters Laboratories Inc. name in any form on the product is prohibited. However, the Recognition Mark may be used.

Certificate Service may be applied to a product comprising a field-installed system at a specific location, or to specific quantities of certain products where it is impractical to apply the Listing Marking or Classification Marking to the individual product. Based on their examination and/or tests, Underwriters Laboratories Inc. authorizes the manufacturer to issue a written certificate to customers or installers.

Follow-up Service consists of inspections and counter checks of the manufacturer's procedure for assuring production compliance with the requirements. These inspections and checks are conducted in the factories and in the field. They are unannounced and at a frequency appropriate for the product or system involved.

PRODUCT SUBMITTAL PROCEDURE

To secure an investigation and the appropriate certification (Listing, Classification Recognition, or Certificate), a submitter follows this procedure:

1. Sends a product description to any Laboratory of Underwriters Laboratories Inc.
2. Based on the product description, Underwriters Laboratories Inc. sends an application form to the submitter. This form specifies a preliminary deposit, the maximum cost, the work to be performed, and the Follow-Up Service to be established.
3. The submitter may discuss the proposed tests, by correspondence or by interview, and may make an appointment for a representative to witness the tests.
4. He or she submits the completed application form along with the preliminary deposit. The balance of the cost is paid on completion of the work.
5. Factory production samples of the product are submitted for the tests required. The tests may be made at the submitter's factory if the product cannot be readily shipped.
6. If the product does not meet approval body requirements, the submitter will be send a report that will include the test results and information for submitting corrected samples.
7. If the product is eligible for approval, a Follow-up Service Procedure will be prepared.
8. The Follow-up Service must be established before the product is approved.

cut line 7.5 inches

SUMMARY OF CONTROL REQUIREMENTS
 (This publication is intended only as a convenient reference to the Safety Control Requirements of UL 795.)

System Control Requirements	UL 795 – Commercial – Industrial Gas Heating Equipment					
	Mechanical Draft Burners			Atmospheric Burners	Associated Standard Paragraph(s)	Recommended Controls
	Maximum Input					
	2,500,000 Btu/h or Less	2,500,000 to 5,000,000 Btu/h	Greater than 5,000,000 Btu/h			
INTERLOCKS/LIMITS						
Operating Controller Steam Boilers (pressure)	Required	Required	Required	Required	UL 795: 31.1a,1b,1e	L404A, L4006A, L4008A, L411A, L408A, L6006A, PA404A, P455A
Hot Water Boilers (temp)	Required	Required	Required	Required	UL 795: 31.1a, 1c, 1e	
High Limits Steam Boilers (pressure)	Required	Required	Required	Required	UL 795: 31.2, 31.5I	L404C, L4006E
Hot Water Boilers (temp)	Required	Required	Required	Required	UL 795: 31.2, 31.7a	
High Gas Pressure	①	Required	Required	②	UL 795: 22.9a,b	C645B, C437D, C437J
Low Gas Pressure	①	Required	Required	②	UL 795: 22.9a,b	C645A, C437K
Valve Seal Overtravel Interlock	Optional ③	Optional ④	Required ⑤	②	UL 795: 25.1a,b,c	V4055D,E/V5055C,E
High Fire Switch	⑥	⑥	⑥	⑦	UL 795: 21.14, 21.15a, 21.17	M9484D,E, F; M9494D
Low Fire Switch	Required ⑧	Required	Required		UL 795: 21.14, 21.15a,b	M9484D,F; M9494D
Low Water Cutoffs						
Hot Water Boiler	(1) Required ⑨	(1) Required ⑨	(1) Required ⑨	②	UL 795: 31.5e	RW700A,B; QW700A,C
Low Pressure Steam	(2) Required ⑩	(2) Required ⑩	(2) Required ⑩	②	UL 795: 31.5f	
High Pressure Steam	(2) Required ⑩	(2) Required ⑩	(2) Required ⑩	②	UL 795: 31.5f	
Purge Air Supervision	Required	Required	Required		UL 795: 21.13, 21.14, 21.15	C645A-D; S43A,B,D; S437A; S637A
Proven Combustion Air	Required	Required	Required		UL 795: 21.10, 21.12	
PILOT VALVE TRAIN						
Approved Safety Shutoff Valve(s)	Required	Required	Required	Required	UL 795: 25.1a	V4046C, V8046C
Manual Shutoff Valve	Required	Required	Required	Required	UL 795: 25.10	
Pressure Regulator	Required ⑪	Required ⑪	Required ⑪	②	UL 795: 25.14, 25.15	
MAIN VALVE TRAIN						
Approved Safety Shutoff Valve(s)	Required ③	Required ④	Required ⑤	②	UL 795: 25.1a,b,c	V48/V88; V4843/V8843A,B,C,L,N; V4844/V8844B,C,L,N; V4055; V4062; V9055/V5055
Firing Rate Valve	Optional	Optional	Optional	Optional		V51E/M9484D,E,F, V4062; V9055/V5055B

See Footnotes on page 5.

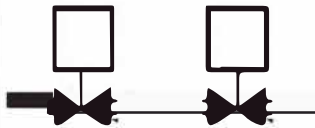
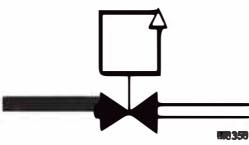


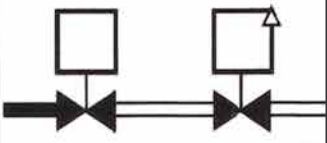
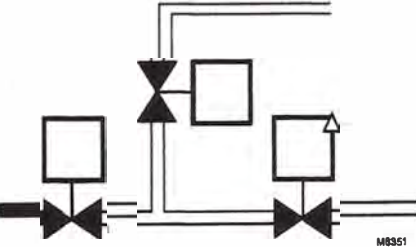
System Control Requirements	UL 795 – Commercial – Industrial Gas Heating Equipment					
	Mechanical Draft Burners			Atmospheric Burners	Associated Standard Paragraph(s)	Recommended Controls
	Maximum Input					
	2,500,000 Btu/h or Less	2,500,000 to 5,000,000 Btu/h	Greater than 5,000,000 Btu/h			
Manually Operated Leak Test Valve	(12)	(12)	(12)	(2)	UL 795: 25.7, 25.9, 25.11	
Manual Shutoff Valve(s)	(2) Required (12)	(2) Required (12)	(2) Required (12)	(2)	UL 795: 25.9, 25.7	
Normally Open Vent Valve			(5)	(2)	UL 795: 25.16	
Gas Pressure Regulator	Required (11)	Required (11)	Required (11)	(2)	UL 795: 25.14, 25.15	
AUXILIARY EQUIPMENT						
Alarm on Burner Shutdown						
Combustibles/O ₂ Analyzer						
No _x Analyzer						
Firing Rate Controller	Optional	Optional	Optional			L91, P455, T981
Draft Control System						
PRIMARY SAFETY CONTROLS						
Prepurge Timing	90 Second maximum (8) (14)	30,60 Seconds (13) (14)	30,60 Seconds (13) (14)	(7) (14)	UL 795: 21.13, 21.14, 21.15, 21.17	S427B,C,D; ST71A; ST795A; ST7800A
Prepurge Air Changes	4	4	4		UL 795: 21.14, 21.15	
High Fire Purge Proving Circuit	(8)	Required	Required		UL 795: 21.14, 21.15	
Low Fire Start Circuit		(15)	(15)	(2)	UL 795: 23.1b	
Continuous Pilot	(14)			(2)	UL 795: 21.13	
Intermittent Pilot	Optional	Optional (18)	Not Permitted (16)	Optional (17)	UL 795: 22.8, 22.7a	
Interrupted Pilot	Optional	Optional	Required	(2)	UL 795: 22.8, 23.1a	
Proved pilot	Required (18)	Required (18)	Required	Required	UL 795: 23.22, 23.1a	
Pilot Flame Establishing Period (PFEP)	15 Second maximum (19)	10 Second maximum (19)	10 Second maximum (19)	(2)	UL 795: Table 22.1	
Direct Electric Ignition	Optional (18) 15 Second maximum	Optional (18) 4 Second maximum			UL 795: 23.1a	
Main Flame Establishing Period (MFEP) Interrupted Pilot	15 Second maximum	10 Second maximum	10 Second maximum	(2)	UL 795: Table 22.1	
Direct Electric Ignition	15 Second maximum	4 Second maximum (18)			UL 795: 23.1b, Table 22.1	
Supervise Main Flame Intermittent Pilot		Required		(2) (20)	UL 795: 22.7a	
Interrupted Pilot	Required	Required	Required	(2)	UL 795: 22.8	
Direct Electronic Ignition	Required	Required (18)			UL 795: 22.8	
Flame Failure Response Time (FFRT)	4 Seconds	4 Seconds	4 Seconds	(2)	UL 795: Table 22.1	
Action on Flame Failure	One Cycle (21) (23)	Safety shutdown	Safety shutdown	(22) (23)	UL 795: 22.1a,b	
Action on Limit Opening	Safety shutdown	Safety shutdown	Safety shutdown	(2)	UL 795: 31.5b,e,i, 31.7a	
Post Purge Time						

See Footnotes on page 5.

UL 795 – Commercial – Industrial Gas Heating Equipment						
System Control Requirements	Mechanical Draft Burners			Atmospheric Burners	Associated Standard Paragraph	Recommended Controls
	Maximum Input					
	2,500,000 Btu/h or Less	2,500,000 to 5,000,000 Btu/h	Greater than 5,000,000 Btu/h			
RECOMMENDED PRIMARY SAFETY CONTROLS (2)						
	BC7000, R4140 RM7895, RM7800 RM7840	BC7000, R4140 RM7800, RM78403	BC7000, R4140 RM7800, RM7840	BC7000, R4140 RM7895, RM7800 RM7840		

See Footnotes on page 5.

TABLE 1—AUTOMATIC MAIN GAS SAFETY SHUTOFF VALVES (SSOVs) FOR MECHANICAL-DRAFT OR ATMOSPHERIC BURNERS.

Valves	Burner Input			
	Less than 2,500,000 Btu/h	Over 2,500,000 to 5,000,000 Btu/h	Over 5,500,000 to 2,500,000 Btu/h	Over 12,500,000 Btu/h
Main Valve Requirements	<p>Two valves in series, one is a SSOV.</p>  <p>or</p> <p>one SSOV of the type incorporating a valve seal overtravel interlock. Closing time one sec max.</p> 	<p>Two SSOVs in series. Closing time one sec max.</p>  <p>or</p> <p>one SSOV of the type incorporating a valve seal overtravel interlock. Closing time one sec max.</p> 	<p>Two SSOVs in series, one of which incorporates a valve seal overtravel interlock. Close time one sec max.</p> 	<p>Two SSOVs in series, one of which incorporates a valve seal overtravel interlock. Closing time is one sec max. When fuel gas has a specific gravity of less than 1.0, include a normally open, electrically operated vent valve, 3/4-inch or larger, in a vent line between the two SSOVs.</p> 
Recommended Valves	V48/V88, V4843/8843A,B,C,L,N; V4844/8844B,C,L,N; V4055; V4062; V9055/V5055	V4055, V4062, V9055/V5055; V4055D,EN/5055C,E (valve seal overtravel interlock) with Valve Seal		

FOOTNOTES:

- ① Required with direct ignition.
- ② Requirements are the same as for mechanical draft burners.
- ③ For burners with inputs less than 2.5 million Btu/h, the main burner supply line shall be equipped with two valves in series; one of which is a safety shutoff valve, or one safety shutoff valve incorporating valve seal overtravel interlock.
- ④ For burners with inputs between 2.5 and 5.0 million Btu/h, two safety shutoff valves in series are required, or one safety shutoff valve incorporating valve seal overtravel interlock.
- ⑤ For burners with inputs greater than 5.0 million Btu/h, two safety shutoff valves in series, one of which incorporates valve seal overtravel interlock are required. Burners with inputs greater than 12.5 million Btu/h (gas of specific gravity less than 1.0) shall include a normally open (NO) 3/4 inch or larger electrically operated vent valve located between the two safety shutoff valves.
- ⑥ Needed on modulating burners or appliances if damper has to attain the high fire position in order to provide four air changes.
- ⑦ An atmospheric burner with automatically operated air shutters/dampers, which are in the closed position when the burner is not firing, shall have means to open such air shutters/dampers to the high fire position for a minimum of 90 seconds prior to the initiation of each light-off cycle.
- ⑧ Purging may be accomplished at a damper opening that provides at least four changes of air in not more than 90 seconds. Proven damper position is not required.
- ⑨ A water or coil type boiler that requires forced water circulation to prevent excessive temperatures may employ a water flow sensing device instead of a low water cut-off.
- ⑩ Two combination low water cut-off and feedwater controls may be used in place of the two low water cut-offs. Only one low water cut-off is required if the following are not exceeded: 100 psig maximum working pressure, inside shell diameter of 16 inches, maximum heating surface of 20 square feet, gross volume (exclusive of casing, insulation) of five cubic feet.
- ⑪ May be installed at the time of equipment installation if burner or device is permanently marked to declare that a regulator is capable of being adjusted to the equipment designed burner manifold pressure.
- ⑫ Required on manually lighted burners. Automatic burners require a means to facilitate testing of automatic valves for leakage when in the closed position.
- ⑬ With air flow and damper position proven, 1) four changes of air at a damper position at least equivalent of 60 percent of high fire, b) 30 seconds with damper position at high fire and, c) 60 seconds with a damper position equivalent to 60 percent of high fire.
- ⑭ Preignition purging not required with continuous pilot.
- ⑮ A low fire start circuit is one of the required options with direct ignition and the maximum burner input is greater than 2.5 million Btu/h. The ignition input cannot exceed 2.5 million Btu/h.
- ⑯ Requires supervision of main flame only.
- ⑰ Inputs of five million Btu/h and greater require supervision of main flame only.
- ⑱ For an automatically ignited mechanical draft burner, direct electric ignition of the main burner may be accomplished for maximum firing rates not greater than five million Btu/h if the burner and its associated appliance complies with UL 795, Test No. 10A, Delayed Ignition, 45.49a-45.49c and the maximum fuel input to be ignited directly does not exceed 2.5 million Btu/h.
- ⑲ Pilot flame establishing period shall not exceed four seconds if the pilot input is greater than 400,000 Btu/h.
- ⑳ Not required for inputs less than five million Btu/h with intermittent pilot.
- ㉑ Requires de-energization of safety shutoff valve(s) within four seconds and completion of proper purge.
- ㉒ One attempted restart after a five-minute delay subsequent to de-energization of the safety shutoff valve(s) if the burner has unrestricted air passages or after a 90 second delay after opening of the automatic damper.
- ㉓ Safety shutdown required with manually lighted continuous pilot or direct ignition of main flame.
- ㉔ Select proper control according to the requirements of the system.

UNDERWRITERS LABORATORIES INC.

**UNDERWRITERS LABORATORIES INC.
OFFICES AT:**

333 Pflingsten Road
Northbrook, IL 60062-2096

1285 Wait Whitman Road
Melville, L.I., NY 11747-3081

1655 Scott Boulevard
Santa Clara, CA 95050-4169

12 Laboratory Drive
Research Triangle Park, NC 27709-3995

REFERENCES

Underwriters Laboratories Inc. Standards for Safety:

UL 795—Commercial-Industrial Gas-Heating Equipment, Third Edition, April 11, 1973.

UL 372—Primary Safety Controls for Gas- and Oil-Fired Applications, Fourth Edition, September 12, 1985.

SUPPLY VOLTAGE REQUIREMENTS:

UL 795, Para. 20.6—A safety control circuit shall be two-wire, one side grounded, having a nominal voltage of 120.

Honeywell

Helping You Control Your World



Model JB1 Forced Draft Burners

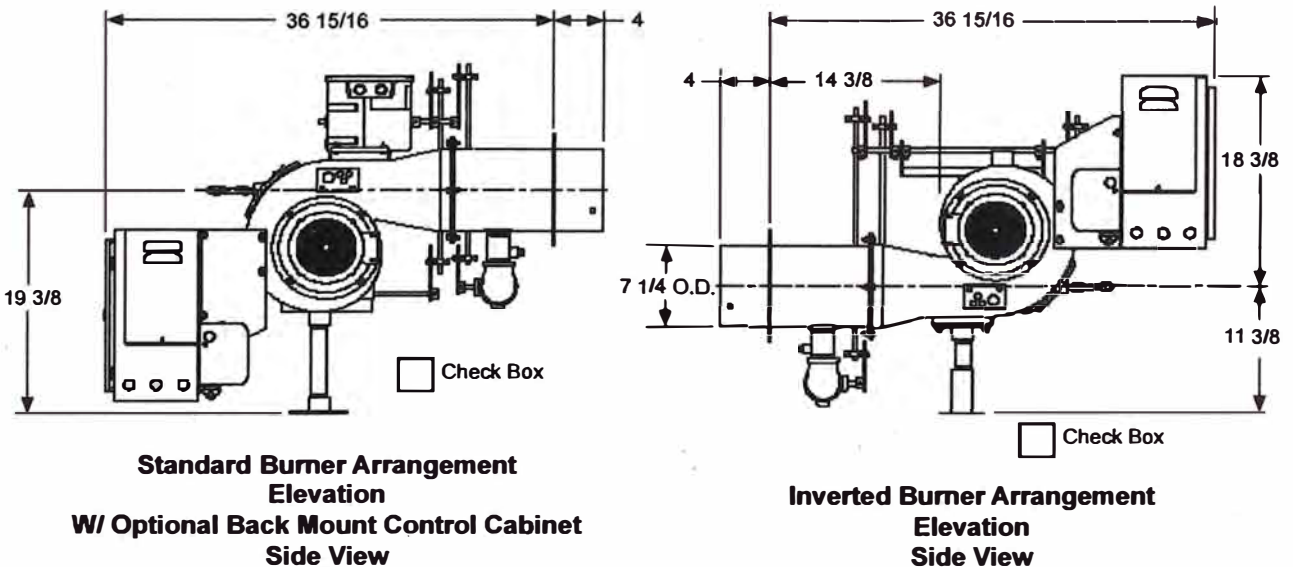
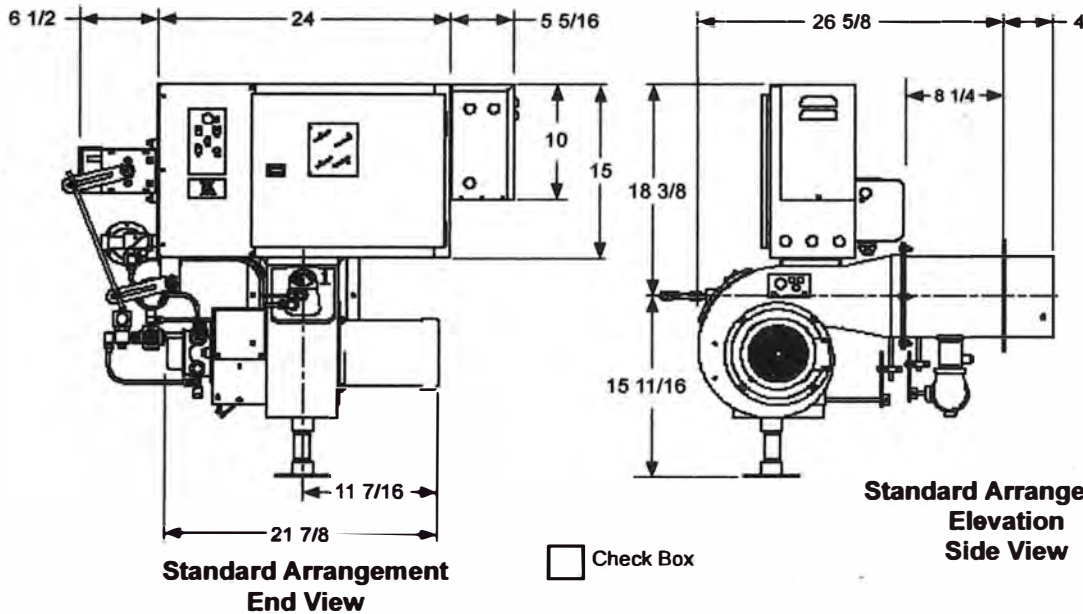
Specification & Dimensional Data

(400 - 2500 MBH Input)

Fuels Burned and Control Systems

- Natural Gas, Propane, Digester or Mixed Gases
- Light #2 Oil, Mechanical Pressure
- On-Off, Low Fire Start, Low-High-Low, Modulating or Micro Modulation
- Control Circuit Requires 120 vac, 60 Hz, Single Phase Voltage Supply

Check appropriate box to indicated selected version. (Dimensions are +/- 1/4 inch)



Model JB1 burners are listed by Underwriters Laboratories, Inc. (UL / ULC). Also by the State of Massachusetts Fire Marshal, City of New York Board of Standards and Appeals, State of Minnesota and can be packaged to meet specific requirements of IRI, FM, GE GAP, NFPA, MIL spec. or other special insurance or local code requirements.

Model JB1 - Specification Data (400 - 2500 MBH Input)

(1) STANDARD UL EQUIPMENT AND IMPORTANT OPTIONS		Fuel Burned		STANDARD UL EQUIPMENT AND IMPORTANT OPTIONS		Fuel Burned	
		Gas	No. 2 Oil pressure atomized			Gas	No. 2 Oil pressure atomized
General	Motor, Fan and Air Inlet Control	X	X	Gas Fuel	Main Manual Shutoff Valve	X	
	Air Flow Switch (also with oil systems using remote pump)	X			Main Safety Shutoff Valve	X	
	(2) Burner Mounted Control Panel, Switch and Indicator Lights	X	X		Second Safety Shutoff Valve	X	
	Flame Safety Control	X	X		Main Gas Regulator	X	
	Ultra Violet Scanner	X	X		Gas Checking Valve	X	
	Motor Controller (single phase voltage)	X	X		High and Low Gas Pressure Switches (st'd over 2500 MBH)	Opt.	
	Fuel Selector Switch	Duel Fuel Burners Only			Metering Valve (modulation only)	X	
Ignition	Proven Gas Pilot Ignition	X		Oil Fuel	Oil Drawer Assembly with Diffuser		X
	Pilot Solenoid Gas Valve	X			Oil Nozzle(s)		X
	Pilot Gas Regulator & Manual Valve	X			Integral Oil Pump		X
	Pilot Gas Ignition Transformer	X			Main Safety Shutoff Valve		X
	Direct Spark Oil Ignition		X		Second Safety Shutoff Valve		X
	Direct Spark Oil Ignition Transformer		X		Low Oil Pressure Switch STD (when using remote oil pump)		Opt.
Optional	Inverted Housing	X	X	Oil Pressure Gauge		X	
	Alternate Control Cabinet Positioning	X	X	Oil Metering Valve (modulating systems)		X	
	Remote Control Panel	X	X	Future Gas Combustion Head-OPT		Opt.	
	Fuel Metering CAM-NETIC II	X	X				

1. The configuration of each unit will vary with specific job requirements such as input rating, electrical specification and special agency approval codes. The above chart shows those items standard to a basic burner plus a few options that may be added.
 2. Indicator lights are "Power On", "Call for Heat", "Fuel On" and "Flame Fail" for hard wired panels. "Alarm", "Low Water", "Power", "Call for Heat", "Ignition On" and "Fuel On" for circuit board light panels.

Model JB1 - Sizing and Application Data (contact Webster for complete information)

Model Number	Maximum Furnace Pressure	Burner Firing Capability Range		Burner Motor HP		Gas Train			Oil Pump Motor HP
				Gas Only HP	(3) Oil or Combination	Pipe Size	(4) Inlet Pressure		
		Gas scfh	#2 Oil gph				On-Off, LFS	Modulation	
JB1-02	1.25	400 / 1000	3.0 / 7.1	1/4	1/3	1"	6 / 14"	7 / 14"	Integral
JB1-03	1.25	600 / 1500	4.0 / 10.7	1/3	1/2	1 1/4"	8 / 14"	9 / 14"	Integral
JB1-05	1.25	800 / 2100	6.0 / 14.8	1/2	1/2	1 1/2"	7 / 14"	8 / 14"	Integral
JB1-07	1.25	900 / 2500	7.0 / 17.8	3/4	3/4	1 1/2"	9 / 14"	11 / 14"	Integral

3. Larger motors may be required for single phase or 208 volts
 4. Contact Webster for more complete details
 The above maximum ratings are based on 0 furnace pressure, an altitude of 1000 feet, 90°F air temperature and 60 HZ electrical supply. Use the following corrections for higher temperatures and altitude. Capacity decreases by 17% for 50 Hertz.
 Capacity decreases by 4% for each 1000 feet above 1000 foot altitude.
 Capacity decreases by 6% for each 1 inch of furnace pressure.
 Capacity decreases by 2% for each 10°F increase in air temperature over 90°F.
 Gas input ratings based on 1000 BTU/cu ft. and 0.64 specific gravity. Sizes and pressure will vary with gas.
 Oil input ratings are based on 140,000 BTU/gal for ASTM #2 fuel oil.

Essential Ordering Information and Data:

Power Supply - Confirm 120-60-1 for control circuit and electrical supply for burner motor(s) (voltage, frequency and phase).
 Describe Boiler or Heater to be Fired - Including the manufacturer, model number, furnace pressure and furnace size.
 Firing Rate - Define firing rates in MBH for gas and GPH for oil.
 Fuel to be Burned - Type of gas and/or oil, including the BTU value.
 Approval Agency - UL, FM, IRI (GE GAP), CSD-1, NFPA, Mil spec and local codes, if applicable.
 Flame Safety Control Preferred - Honeywell or Fireye controls.
 Gas Train Components Preferred - ASCO/ITT, Honeywell or Landis
 Control System - ON-OFF, Low Fire Start, Low-High-Low, Modulation, Post-Control
 Required Options - Mounting plate, limit controls, etc.



Model JB2 Forced Draft Burners

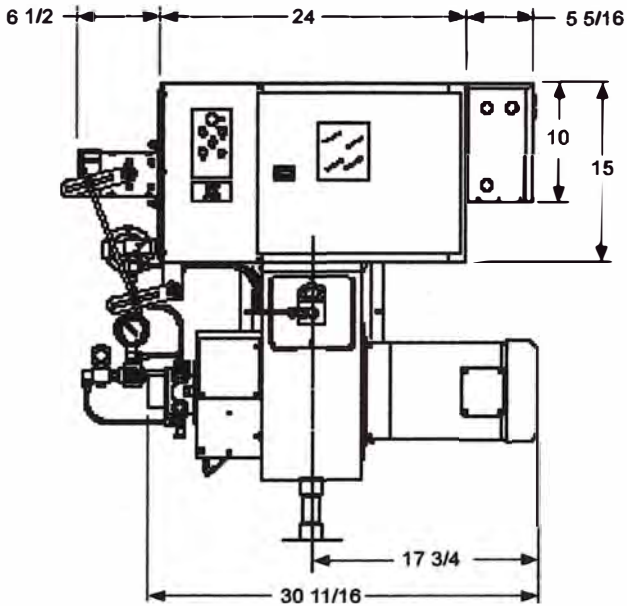
Specification & Dimensional Data

(900 - 6000 MBH Input)

Fuels Burned and Control Systems

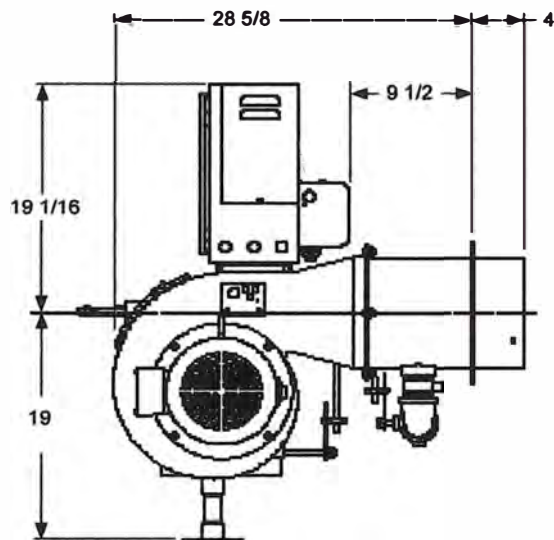
- Natural Gas, Propane, Digester or Mixed Gases
- Light #2 through Heavy #6 Fuel Oil
- Low Fire Start, Low-High-Low, Modulating or Micro Modulation
- Control Circuit Requires 120 vac, 60 Hz, Single Phase Voltage Supply

Check appropriate box to indicate selected version. (Dimensions are +/- 1/4inch)

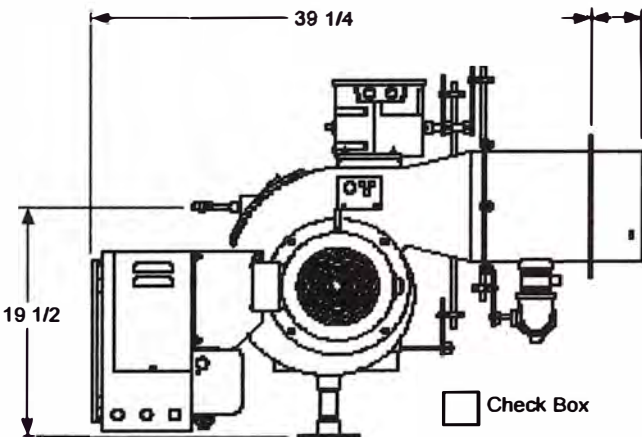


**Standard Arrangement
End View**

Check Box

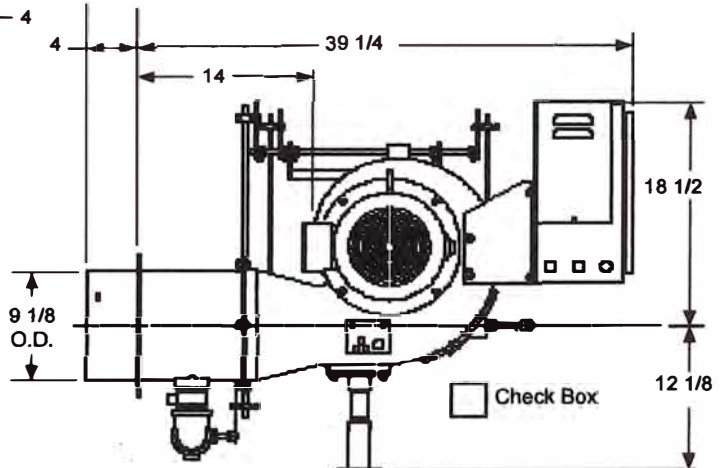


**Standard Arrangement
Elevation
Side View**



**Standard Burner Arrangement
Elevation
W/ Optional Back Mount Control Cabinet
Side View**

Check Box



**Inverted Burner Arrangement
Elevation
Side View**

Check Box

Model JB2 burners are listed by Underwriters Laboratories, Inc. (UL / ULC). Also by the State of Massachusetts Fire Marshal, City of New York Board of Standards and Appeals, State of Minnesota and can be packaged to meet specific requirements of IRI, FM, GE GAP, NFPA, MIL spec. or other special insurance or local code requirements.

Model JB2 - Specification Data (900 - 6000 MBH Input)

(1) STANDARD UL EQUIPMENT AND IMPORTANT OPTIONS		Gas	No. 2 Oil		STANDARD UL EQUIPMENT AND IMPORTANT OPTIONS		Gas	No. 2 Oil	
			Pressure Atomized	Air Atomized				Pressure Atomized	Air Atomized
General	Motor, Fan and Air Inlet Control	X	X	X	Gas Fuel	Main Manual Shutoff Valve	X		
	Air Flow Switch	X	X	X		Main Safety Shutoff Valve	X		
	(2) Burner Mounted Control Panel, Switch and Indicator Lights	X	X	X		Second Safety Shutoff Valve	X		
	Flame Safety Control	X	X	X		Main Gas Regulator	X		
	Ultra Violet Scanner	X	X	X		Gas Checking Valve	X		
	Motor Controller (single phase voltage)	X	X	X		High and Low Gas Pressure Switches	X		
	Motor Starter w/Overloads (3 PH volt)	X	X	X		Metering Valve (modulating systems)	X		
	Fuel Selector Switch	Dual Fuel Burners Only				Normally Open Vent Valve	Opt.		
Ignition	Proven Gas Pilot Ignition	X		X	Oil Fuel	Oil Drawer Assembly with Diffuser		X	X
	(1) JB2-30 and JB2-50	X	X	X		Oil Nozzles		X	X
	Pilot Solenoid Gas Valve	X		X		Integral Oil Pump (JB2-07 to JB2-20)		X	
	Pilot Gas Regulator & Manual Valve	X		X		Remote Oil Pump (JB2-30 to JB2-50)		X	Opt.
	Pilot Gas Ignition Transformer	X		X		Two Safety Shutoff Valves		X	X
	Direct Spark Oil Ignition			(3)		Low Air Atomizing Switch			X
	Direct Spark Oil Ignition Transformer			(3)		Low Oil Pressure Switch (STD when using remote oil pump)		X	X
Options	Inverted Housing	X	X	X		Oil Pressure Gauge		X	X
	Alternate Control Cabinet Positioning	X	X	X		Oil Metering Valve (modulating system)		X	X
	Remote Control Panel	X	X	X		Future Gas Combustion Head		Opt.	Opt.
	Fuel Metering CAM-NETIC II	X	X	X		Air Compressor			X

- The configuration of each unit will vary with specific job requirements such as input rating, electrical specification and special agency approval codes. The above chart shows those items standard to a basic burner plus a few options that may be added.
- Indicator lights are "Power On", "Call for Heat", "Fuel On" and "Flame Fail" for hard wired panels. "Alarm", "Low Water", "Power", "Call for Heat", "Ignition On", and "Fuel On" for circuit board light panels.
- Maximum rate for direct spark is 20 GPH at low fire or 35 GPH at high fire. (standard on straight oil burners, pressure atomized)

Model JB2 - Sizing and Application Data (contact Webster for complete information)

Model Number	Maximum Furnace Pressure	Burner Firing Capability Range		Burner Motor HP	Gas Train			Oil Pump Motor HP		Air Compressor Motor HP
		Gas scfh	#2 Oil gph		Pipe Size	(3) Inlet Press (In wc)		Pressure Atomizing	Air Atomizing	
						LFS, LHL	Modulation			
JB2-07	2	900 / 2800	10 / 20	3/4	1 1/2"	10 / 14"	13"	Integral	N/A	N/A
JB2-10	2	900 / 3500	10 / 25	1	2"	8 / 14"	9 / 14"	Integral	Optional	2
JB2-15	2	900 / 3500	10 / 25	1 1/2	2"	8 / 14"	9 / 14"	Integral	Optional	2
JB2-20	2	1200 / 4200	12 / 30	2	2"	(4) 12 / 14"	(3) 13 / 14"	Integral	Optional	2
JB2-30	2.5	1200 / 6300	12 / 37.8	3	2 1/2"	N/A	13 / 14"	3/4	Optional	2
JB2-50	2.5	1200 / 6000	12 / 42.8	5	2 1/2"	N/A	2-5 psi	3/4	Optional	2

- Lower pressures may apply to reduced inputs.
 - Capacity decreases by 4% for each 1000 feet above 1000 foot altitude.
 - Capacity decreases by 6% for each 1 inch of furnace pressure.
 - Capacity decreases by 2% for each 10°F increase in air temperature over 90°F.
 - 11-14" with IRI and LFS or LHL. 12-14" with IRI and modulation.
- The above maximum ratings are based on 0 furnace pressure, an altitude of 1000 feet, 90°F air temperature and 60 HZ electrical supply. Use the following corrections for higher temperatures and altitude. Capacity decreases by 17% for 50 Hertz.
- Gas input ratings based on 1000 BTU/cu ft. and 0.64 specific gravity. Sizes and pressure will vary with different gas properties.
- Oil input ratings are based on 140,000 BTU/gal. for ASTM #2 fuel oil.
- The vessel draft must be between -0.1 and +0.1 wc.

Essential Ordering Information and Data:

Power Supply - Confirm 120-60-1 for control circuit and electrical supply for burner motor(s) (voltage, frequency and phase).
 Describe Boiler or Heater to be Fired - Including the manufacturer, model number, furnace pressure and furnace size.
 Firing Rate - Define firing rates in MBH for gas and GPH for oil.
 Fuel to be Burned - Type of gas and/or oil, including the BTU value.
 Approval Agency - UL, FM, IRI (GE GAP), CSD-1, NFPA, Mil spec and local codes, if applicable.
 Flame Safety Control Preferred - Honeywell or Fireye controls. Gas Train Components Preferred - ASCO/ITT, Honeywell or Landis
 Control System - ON-OFF, Low Fire Start, Low High Low, Modulation, Posi-Control. Required Options - Mounting plate, limit controls, etc.



Model JB3 Forced Draft Burners

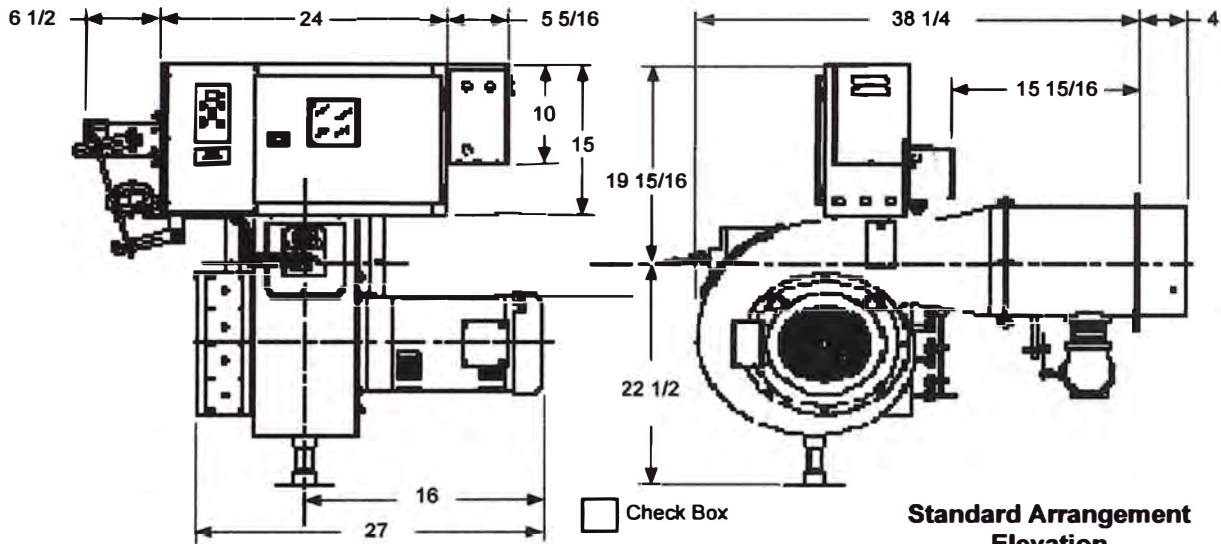
Specification & Dimensional Data

(1400 - 12,600 MBH Input)

Fuels Burned and Control Systems

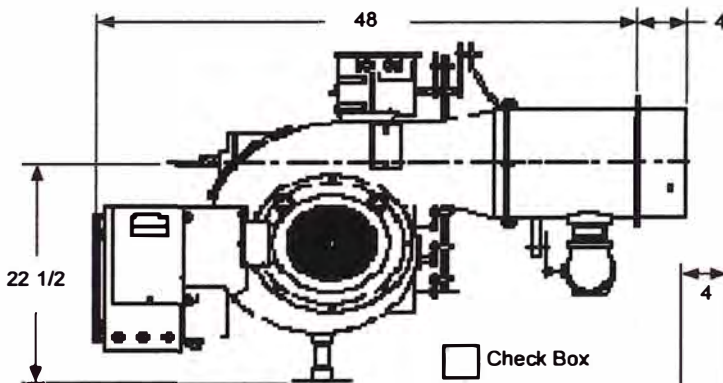
- Natural Gas, Propane, Digester or Mixed Gases
- Light #2 through Heavy #6 Fuel Oil
- Modulating Control System - Micro Modulation or Linkage
- Control Circuit Requires 120 vac, 60 Hz, Single Phase Voltage Supply

Check appropriate box to indicated selected version. (Dimensions are +/- 1/4 inch)

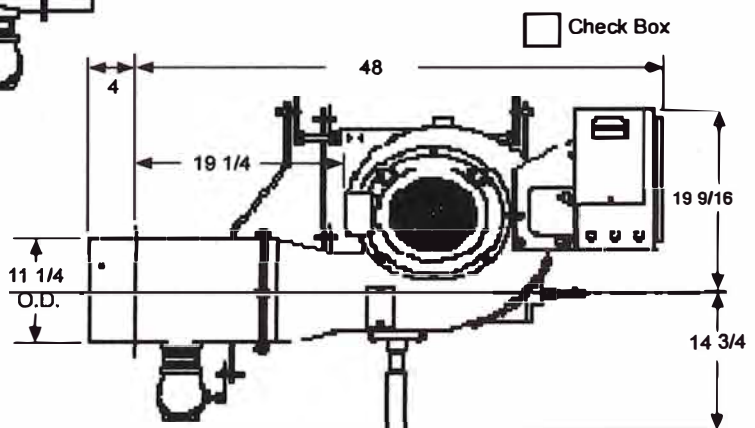


Standard Arrangement - End View

Standard Arrangement
Elevation
Side View



Standard Burner Arrangement
Elevation
W/ Optional Back Mount Control Cabinet
Side View



Inverted Arrangement Elevation - Side View

Model JB3 burners are listed by Underwriters Laboratories, Inc. (UL / ULC). Also by the State of Massachusetts Fire Marshal, City of New York Board of Standards and Appeals, State of Minnesota and can be packaged to meet specific requirements of IRI, FM, GE GAP, NFPA, MIL spec. or other special insurance or local code requirements.

(1) STANDARD UL EQUIPMENT AND IMPORTANT OPTIONS		Gas	No. 2 Oil		No. 4 - 6 Oil Air Atomized	STANDARD UL EQUIPMENT AND IMPORTANT OPTIONS		Gas	No. 2 Oil		NO. 4 - 6 Oil Air Atomized
			Pressure Atomized	Air Atomized					Pressure Atomized	Air Atomized	
General	Motor, Fan and Air Inlet Control	X	X	X	X	Gas Fuel	Main Manual Shutoff Valve	X			
	Air Flow Switch	X	X	X	X		Main Safety Shutoff Valve	X			
	(2) Burner Mounted Control Panel, Switch and Four Indicator Lights	X	X	X	X		Second Safety Shutoff Valve	X			
	Flame Safety Control	X	X	X	X		Main Gas Regulator	X			
	Ultra Violet Scanner	X	X	X	X		Gas Checking Valve	X			
	Motor Starter with Overloads	X	X	X	X		High and Low Gas Pressure Switches	X			
	Fuel Selector Switch	Duel Fuel Burners Only					Metering Valve (modulating systems)	X			
							Normal Open Vent Valve (above 12,500 MBH)	X			
Ignition	Proven Gas Pilot Ignition	X		X	X	Oil Fuel	Oil Drawer Assembly with Diffuser		X	X	X
	Pilot Solenoid Gas Valve	X		X	X		Oil Nozzles		X	X	X
	Pilot Gas Regulator & Manual Valve	X		X	X		Oil Heater with Integral Thermostat				X
	Pilot Gas Ignition Transformer	X		X	X		Remote Oil Pump		X	Opt.	Opt.
					Two Safety Shutoff Valves			X	X	X	
					High Oil Temperature Switch					X	
					Low Air Atomizing Switch					X	
					Low Oil Pressure Switch			X	X	X	
					Oil Pressure Gauge			X	X	X	
					Oil Metering Valve			X	X	X	
					Future Gas Combustion Head			Opt.	Opt.	Opt.	
					Air Compressor				X	X	
Options	Inverted Housing	X	X	X	X						
	Alternate Control Cabinet Positioning	X	X	X	X						
	Remote Control Panel	X	X	X	X						
	Fuel Metering CAM-NETIC II	X	X	X	X						
	Posi-Control	X	X	X	X						

1. The configuration of each unit will vary with specific job requirements such as input rating, electrical specification and special agency approval codes. The above chart shows those items standard to a basic burner plus a few options that may be added.
 2. Indicator lights are "Power On", "Call for Heat", "Fuel On" and "Flame Fail"

Model JB3 - Sizing and Application Data (contact Webster for complete information)

Model Number	Maximum Furnace Pressure	Burner Firing Capability Range			Burner Motor HP	Gas Train		#2 Oil Pump Motor HP		#4 - 6 Pump Motor HP	Air Compressor Motor HP
		Gas scfh	#2 Oil gph	#4-6 Oil gph		Pipe Size	Inlet Press	Pressure Atomizing	Air Atomizing		
JB3-30	3.5	1400 / 6300	10.2 / 45	10 / 42	3	2 1/2"	12 / 27"	1	Optional	Optional	2
JB3-50	3.5	1400 / 8300	11 / 59.2	10 / 55.3	5	3"	15 / 27"	1 1/2	Optional	Optional	2
JB3-75	3.5	1600 / 10500	12.3 / 75	11 / 70	7 1/2	3"	23 / 27"	1	Optional	Optional	2
JB3-100	3.5	1800 / 12600	20.3 / 90	12 / 64	10	3"	2-5 psi	1	Optional	Optional	2

The above maximum ratings are based on 0 furnace pressure, an altitude of 1000 feet, 90°F air temperature and 60 HZ electrical supply. Use the following corrections for higher temperatures and altitude. Capacity by 17% for 50 Hertz.
 Capacity decreases by 4% for each 1000 feet above 1000 foot altitude.
 Capacity decreases by 6% for each 1 inch of furnace pressure.
 Capacity decreases by 2% for each 10°F increase in air temperature over 90°F.
 Gas input ratings based on 1000 BTU/cu ft. and 0.64 specific gravity. Sizes and pressure will vary with gas.
 Oil input ratings are based on 140,000 BTU/gal. for ASTM #2 fuel oil and 150,000 BTU/gal for ASTM #4-6 fuel oil.
 The vessel draft must be between -0.1 and +0.1 wc.

Essential Ordering Information and Data:

Power Supply - Confirm 120-60-1 for control circuit and electrical supply for burner motor(s) (voltage, frequency and phase).
 Describe Boiler or Heater to be Fired - Including the manufacturer, model number, furnace pressure and furnace size.
 Firing Rate - Define firing rates in MBH for gas and GPH for oil.
 Fuel to be Burned - Type of gas and/or oil, including the BTU value.
 Approval Agency - UL, FM, IRI (GE GAP), CSD-1, NFPA, Mil spec and local codes, if applicable.
 Flame Safety Control Preferred - Honeywell or Fireye controls.
 Gas Train Components Preferred - ASCO/ITT, Honeywell or Lands
 Control System - ON-OFF, Low Fire Start, Low High Low, Modulation, Posi-Control
 Required Options - Mounting plate, operating controls, limit controls, etc.

MAXITROL

Gas Appliance Pressure Regulators Straight-Thru-Flow Design

RV52, RV53, RV61, RV81, RV91, RV111, and RV131
1/2", 3/4", 1", 1 1/4", 1 1/2", 2", 2 1/2", 3" & 4"



design certified

Maximum Pressure

CSA Rated (except RV131) 1/2 psi (35 mbar)

Maxitrol Tested*

RV52 & RV53 1/2 psi (35 mbar)

RV61, RV81, RV91, & RV111 1 psi (70 mbar)

RV131 2 psi (140 mbar)

* Do not use if inlet pressure is more than 10 times
desired outlet pressure

EMERGENCY EXPOSURE LIMITS (Maxitrol Tested)

RV52 & RV53 3 psi (210 mbar)

RV61, RV81, RV91 & RV111 5 psi (350 mbar)

RV131 15 psi (1050 mbar)

GAS CONTAINMENT EXPOSURE LIMITS*

RV 52 & RV53 15 psi (1050 mbar)

RV61, RV81, RV91, RV111,

& RV131 25 psi (1750 mbar)

* Please note that internal damage may occur when
exposed to these pressures.

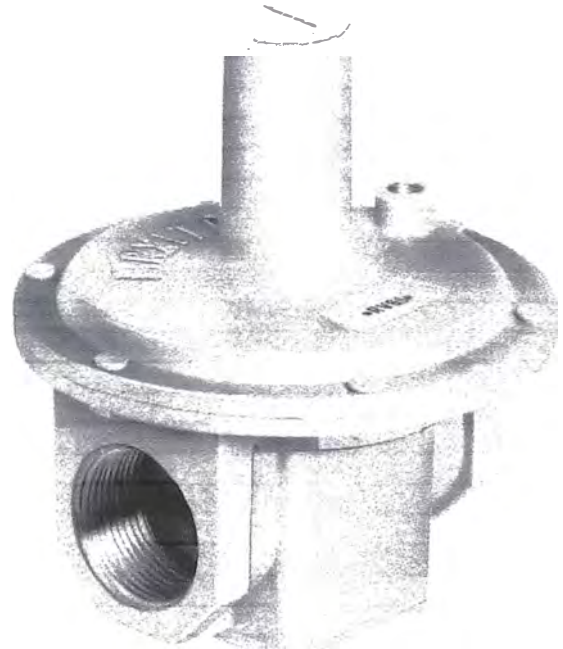
AMBIENT TEMPERATURE LIMITS

RV52, RV53, RV61, RV81,

RV91 & RV111 -40° to 205° F (-40° to 96° C)

RV131 -40 to 125° F (-40 to 52° C)

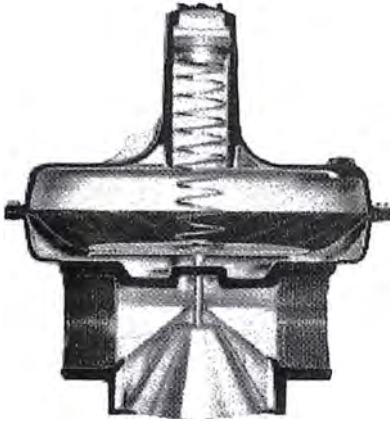
GASES: Suitable for application in natural, manufactured,
mixed gases, liquefied petroleum gases and LP gas-air mixture
piping systems.



S-T-F Series

Straight-Thru-Flow Design

RV series



All models except RV131 are CSA design certified for 1/2 psi rated pressure under the ANSI standard for gas pressure regulators; and CSA listed to certify compliance with nationally published safety, construction, and performance standards.

They are main burner only, non-lockup type. They should not be used as a line gas pressure regulator ahead of low pressure controls. Use only where downstream controls can operate at line pressure. Refer to other Maxitrol sales bulletins for proper types.

The RV52, RV53, & RV61 are suitable for multipoise mounting. The RV81, RV91, RV111, & RV131 are recommended for normal horizontal position only.

Maxitrol's original Straight-Thru-Flow design meets your needs for high capacities at low inlet pressures. The basic difference between S-T-F design and other type regulators lies in the conical valve. The cone principal permits gas to flow straight through the regulator without changing directions. Frictional flow resistance is reduced, resulting in greater capacity.

The improved flow pattern provides accurate sensitive regulation at extremely low pressure differentials. The ability of the regulator to handle large capacity appliances with limited supply pressure offers a definite advantage to designers of commercial and industrial gas-fired equipment.

Models up to the three inch pipe size have high strength pressure cast aluminum housings. The RV131 four inch model is of cast iron and steel construction. RV61, RV81, RV91, RV111, & RV131 internal conical

RV52, RV53, RV61, RV81, RV91, RV111, and RV131

FEATURES

- Greater accuracy—higher pressure drop capacity
- Outlet pressures available to 42" w.c.
- Available in full range of pipe sizes from 1/2" to 4"
- All models tapped with NPT vent bosses
- CSA Design Certified (except RV131)

BENEFITS

- Unique conical valve design fills need of combining good regulation with high capacity in low to intermediate pressure range
- Allows more pressure drop to be assigned to piping and valves—permits reduction in manifold size
- Provides accurate, sensitive regulation at inlet pressures as low as 3" w.c.
- RV131 only, provides bonus benefits of high capacity and good performance at pressures of 1 psi or higher
- Ease of installation and replacement

valves are coated with Teflon® for long life. Diaphragm material is cut from the finest synthetic coated fabrics available. All other parts are carefully specified corrosion-resistant or plated material.

Pipe sizes of 1/2", 3/4", 1", 1-1/4", 1-1/2", 2", 2-1/2", 3", and 4" are available. Models through the 3" size are threaded, the 4" RV131 is flanged.

At the emergency exposure limits, there may be no regulation, but all models will contain gas. They will suffer no internal damage and will resume regulation when normal pressure is restored.

Straight-Thru-Flow appliance regulators are intended for use with all fuel gases, and may also be used with air or other noncorrosive gases within their pressure limits.

Typical applications include all types of residential, commercial and industrial gas-fired appliances and equipment used on low pressure gas supply. See Maxitrol's "Spring Selection Chart" for part numbers, color and size of springs.

Teflon is a registered trademark of DuPont Corporation.

NOTE: All Maxitrol appliance regulators should be installed in accordance with Maxitrol's "Safety Warning" bulletin.

Capacities and Pressure Drop

CAPACITIES—expressed in CFH (m³/h)—0.64 sp gr gas

Model Number and Pipe Size		CSA MAX	Pressure Drop Inches w.c. (mbar)												
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	2	3	4
RV52	1/2 x 1/2 3/4 x 3/4	450 (12.7)	151 (4.2)	214 (6.1)	262 (7.4)	302 (8.6)	338 (9.6)	370 (10.6)	400 (11.3)	427 (12.1)	453 (12.9)	478 (13.6)	676 (19.1)	828 (23.4)	956 (27.1)
RV63	3/4 x 3/4 1 x 1	710 (20.1)	217 (6.1)	306 (8.6)	375 (10.6)	433 (12.2)	484 (13.7)	530 (15)	573 (16.2)	612 (17.3)	650 (18.4)	684 (19.3)	969 (27.4)	1185 (33.5)	1369 (38.7)
RV61	1 x 1 1-1/4 x 1-1/4	1100 (31.1)	379 (10.7)	536 (15.1)	675 (19.1)	759 (21.5)	849 (24)	929 (26.3)	1004 (28.4)	1073 (30.4)	1138 (32.2)	1200 (34.0)	1742 (49.3)	2134 (60.4)	2464 (69.8)
RV81	1-1/4 x 1-1/4 1-1/2 x 1-1/2	2500 (70.8)	780 (22.1)	1102 (31.2)	1350 (38.2)	1559 (44.1)	1743 (49.5)	1909 (54)	2062 (58.4)	2204 (62.4)	2339 (66.2)	2466 (69.8)	3485 (98.7)	4269 (120)	4929 (139)
RV91	2 x 2 2-1/2 x 2-1/2	3275 (92.7)	1212 (34.3)	1714 (48.5)	2100 (59.4)	2424 (68.6)	2711 (76.7)	2969 (84.1)	3208 (90.8)	3429 (97.1)	3637 (103)	3834 (108)	5422 (153)	6640 (188)	7668 (217)
RV111	2-1/2 x 2-1/2 3 x 3	7500 (212)	2742 (78)	3878 (110)	4750 (134)	5485 (155)	6132 (175)	6718 (190)	7256 (205)	7757 (219)	8227 (233)	8572 (243)	12134 (343)	14862 (420)	17161 (486)
RV131	4 x 4	--	4734 (134)	6695 (190)	8200 (232)	9468 (268)	10585 (300)	11596 (328)	12525 (354)	13390 (380)	14202 (402)	14971 (424)	21172 (600)	25930 (734)	29942 (848)

Sizing Instructions

In order to select the proper size regulator, you must know the available inlet pressure, desired outlet pressure, and the required maximum flow rate.

Example No. 1—To select a regulator of ample capacity to handle flow.

KNOWN:

Pipe size 2-1/2", flow rate 8,000 CFH (0.64 sp gr), inlet pressure 9" w.c., desired outlet pressure 5" w.c.

SOLUTION:

- Determine differential pressure available:
 Inlet pressure 9" w.c.
 Subtract outlet pressure - 5" w.c.
 Available differential pressure 4" w.c.
- When determining capacity Maxitrol recommends that the pressure drop not exceed 1/2 of available differential pressure (1/2 of 4" w.c. = 2" w.c.).
- Check Capacity Chart to determine which regulator has a pressure drop of 2" w.c. or less at a flow rate of 8,000 CFH.
- The RV111 meets these standards with a flow rate of 12,134 CFH for the 2-1/2" pipe size at 2" w.c. pressure drop. The 2-1/2" RV91 flows 5422 CFH at 2" w.c. pressure drop. Therefore, the RV111—2-1/2" is the correct regulator to use.

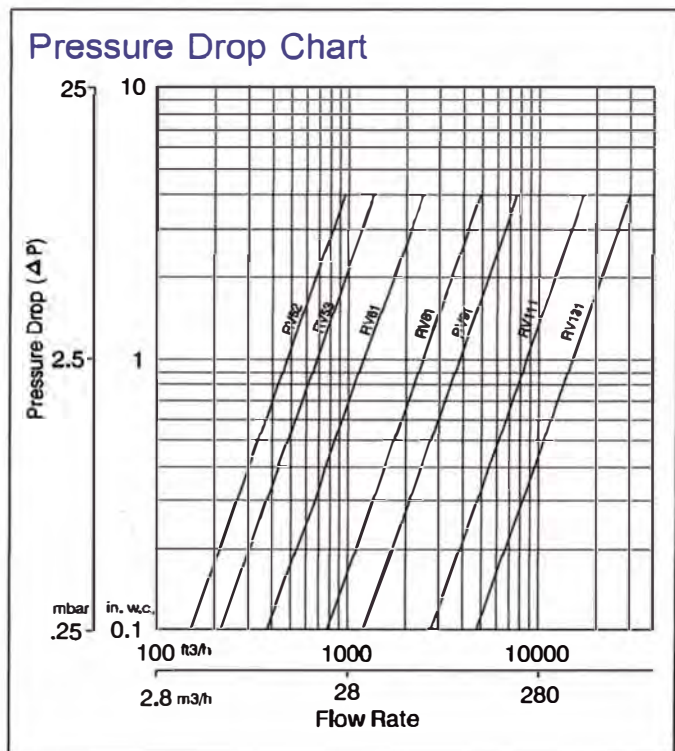
Example No. 2—To determine maximum recommended operating outlet pressure.

KNOWN:

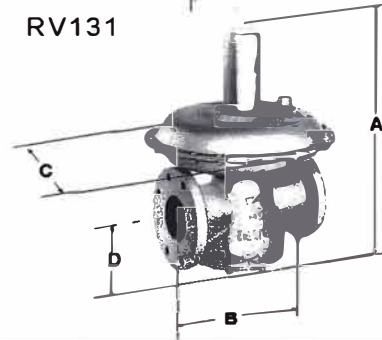
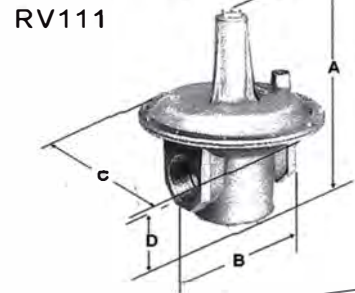
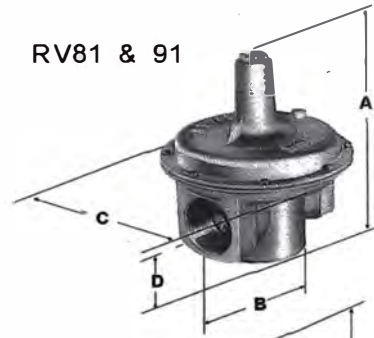
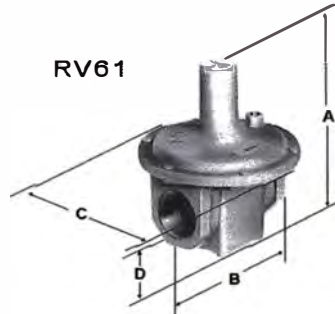
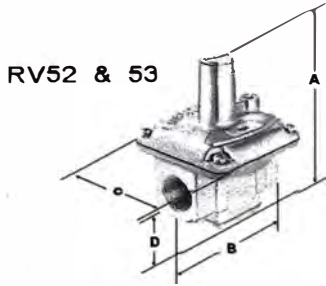
Pipe size 4", flow rate 21,000 CFH, inlet pressure 10" w.c.

SOLUTION:

- Check capacity Chart above for 4" regulator, RV131.
- Note that at a flow rate of 21,172 CFH the pressure drop is 2" w.c.
- Multiply this by two to obtain recommended differential pressure (4" w.c.).
- Subtract 4" differential pressure from 10" w.c. inlet pressure to obtain maximum recommended outlet pressure setting of 6" w.c.



Dimensions and Spring Ranges



DIMENSIONS*—Inches (millimeters)

Model & Illustration Number	Vent Tap	Swing Radius	Call-Outs			
			A	B	C	D
RV52	1/8" NPT	3.6 (91)	4.9 (124)	3.2 (81)	3.25 (83)	1.25 (32)
RV53	1/8" NPT	3.9 (99)	5.2 (132)	3.75 (95)	3.9 (99)	1.3 (33)
RV61	1/8" NPT	4.8 (122)	6.4 (164)	4.4 (111)	5.4 (138)	1.6 (41)
RV81	3/8" NPT	6.4 (162)	8.4 (213)	6 (153)	7 (178)	2 (51)
RV91 2" pipe	1/2" NPT	8.5 (216)	10.8 (275)	6.5 (165)	9.1 (232)	2.3 (60)
RV91 2.5" pipe	1/4" NPT	8.3 (212)	10.5 (267)	7.1 (181)	9.1 (232)	2.4 (62)
RV111	3/4" NPT	11.5 (284)	15.1 (373)	9 (229)	13.4 (324)	3.5 (89)
RV131	3/4" NPT	18.2 (462)	23.25 (590)	13.9 (353)	18 (458)	5.1 (129)

* Dimensions are to be used only as an aid in designing clearance for the valve. Actual production dimensions may vary somewhat from those shown.

SPRING SELECTION CHART—Inches w.c. (mbar)

Model Number	CSA Certified Springs			Other Springs Available							
	3 to 6 (7.5-15)	4-8 (10-20)	5-12 (12.5-30)	1-3.5 (2.5-9)	2-5 (5-12.5)	3-8 (7.5-20)	4-12 (10-30)	5-15 (12.5-38)	10-22 (25-55)	15-30 (38-75)	20-42 (50-105)
RV52	3 to 6 (7.5-15)	4-8 (10-20)	5-12 (12.5-30)	1-3.5 (2.5-9)	2-5 (5-12.5)	3-8 (7.5-20)	4-12 (10-30)	--	--	--	--
RV53	3 to 6 (7.5-15)	4-8 (10-20)	5-12 (12.5-30)	1-3.5 (2.5-9)	2-5 (5-12.5)	3-8 (7.5-20)	4-12 (10-30)	--	--	--	--
RV61	3 to 6 (7.5-15)	4-8 (10-20)	5-12 (12.5-30)	1-3.5 (2.5-9)	2-5 (5-12.5)	3-8 (7.5-20)	--	--	10-22 (25-55)	--	--
RV81	3 to 6 (7.5-15)	4-8 (10-20)	5-12 (12.5-30)	1-3.5 (2.5-9)	2-5 (5-12.5)	3-8 (7.5-20)	4-12 (10-30)	5-15 (12.5-38)	10-22 (25-55)	--	--
RV91	3 to 6 (7.5-15)	4-8 (10-20)	5-12 (12.5-30)	1-3.5 (2.5-9)	2-5 (5-12.5)	3-8 (7.5-20)	4-12 (10-30)	5-15 (12.5-38)	10-22 (25-55)	--	--
RV111	3 to 6 (7.5-15)	4-8 (10-20)	5-12 (12.5-30)	1-3.5 (2.5-9)	2-5 (5-12.5)	3-8 (7.5-20)	4-12 (10-30)	5-15 (12.5-38)	10-22 (25-55)	--	--
RV131	3 to 6 (7.5-15)	--	5-12 (12.5-30)	--	2-5 (5-12.5)	3-8 (7.5-20)	4-12 (10-30)	--	10-22 (25-55)	15-30 (38-75)	20-42 (50-105)

NOTE: The area within the heavy line indicates CSA certified springs.

MAXITROL

Maxitrol Company
23555 Telegraph Rd., PO Box 2230
Southfield, MI 48037-2230 U.S.A.

Features

- 2-way normally closed operation
- Unique double disc design with overtravel provides redundant sealing for leak tight shutoff
- Die-cast aluminum bodies
- Zero differential piloted diaphragm
- For on-off control of fuel gas in commercial and industrial gas burners
- Valves provided with 1/8" NPT upstream and downstream pipe taps with plugs for routine testing

Construction

Valve Parts in Contact with Fluids	
Body	Aluminum
Seals and Disc	NBR
Core Tube	305 Stainless Steel
Core Guide	Acetal (20 watt only)
Rider Ring	PTFE (20 watt only)
Core and Plugnut	430F Stainless Steel
Springs	302 Stainless Steel
Shading Coil	Copper
Pipe Plug	Zinc-Plated Steel

Electrical

Standard Coil and Class of Insulation	Watt Rating and Power Consumption				*Ambient Temp. °F	Spare Coil Family			
	DC Watts	AC				General Purpose		Explosionproof	
		Watts	VA Holding	VA Inrush		AC	DC	AC	DC
F	-	20	43	240	-40 to 125	099257	-	-	-
F	-	28.2	50	385	-40 to 125	206409	-	-	-
B	14.9	-	-	-	-40 to 77	-	062691	-	-

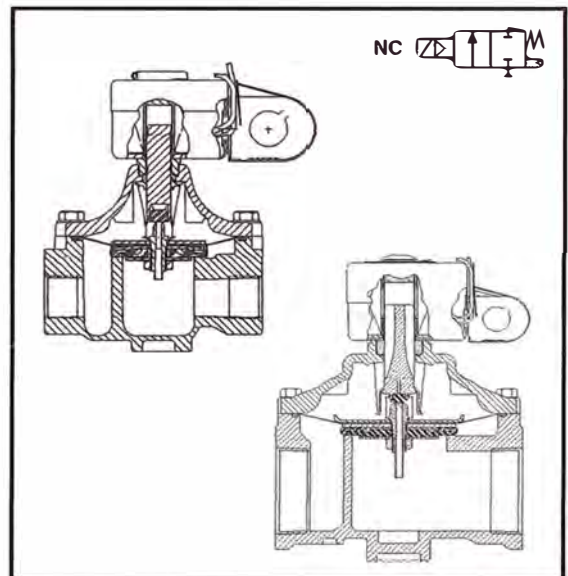
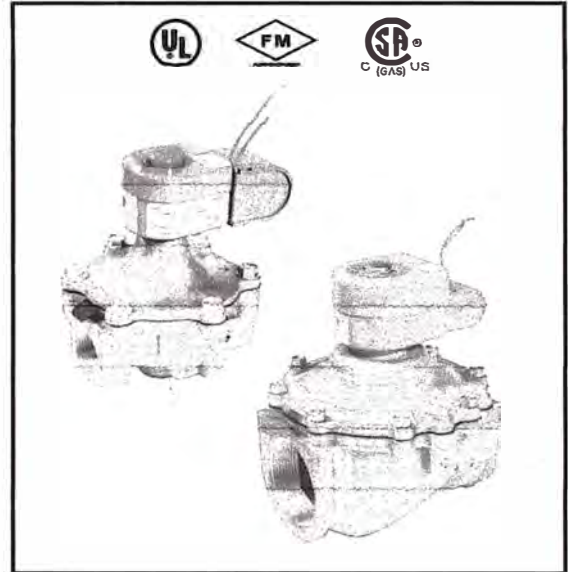
Standard Voltages: 24, 120, 240 volts AC, 60 Hz (or 110, 220 volts AC, 50 Hz)
 12, 24 volts DC. (Note: 24 volt AC, 60 Hz not available with 28.2 watt coil)

Solenoid Enclosures

RedHat metal Type 1 General Purpose Junction Box housing with two 7/8" knock-outs for 1/2" conduit connection.

Valve Response Time

Opening Time: Less than 1 second; **Closing Time:** Less than 1 second



Approvals

UL listed to standard 429 "Electrically Operated Valves," Guide Y10Z, File MP618 Safety Shutoff Valves.

FM Approved "Process Control Valves."

CSA Certified to:

- 1) Standard C22.2 No. 139 "Electrically Operated Valves," File 010381.
- 2) Automatic Gas Valves Z21.21 (6.5), File 112872.
- 3) Automatic Gas Safety Shutoff Valves C/I (3.9), File 112872.

COMBUSTION

Specifications (English units)

Pipe Size (ins.)	Orifice Size (ins.)	Cv Flow Factor	Gas Capacity ① Btu/hr.	Operating Pressure Differential (psi)		Max. Fluid Temp. °F		Catalog Number	Const. Ref.	Agency			Wattage		Approx. Shipping Weight (lbs)
				Min.	Max.	AC	DC			UL	FM	CSA	AC	DC	
COMBUSTION (Fuel Gas) - NORMALLY CLOSED															
3/4	1 5/8	11	580,000	0	5	125	77	8214 035	1	○	⊗	○	20	14.9	4.3
1	1 5/8	21	1,119,000	0	5	125	77	8214 050	1	○	⊗	○	20	14.9	4.3
1 1/4	1 5/8	32	1,730,000	0	5	125	77	8214 060	2	○	⊗	○	20	14.9	4.3
1 1/2	1 5/8	35	1,900,000	0	5	125	77	8214 070	2	○	⊗	○	20	14.9	4.3
2	2 3/32	60	2,800,000	0	5	125	77	8214 080	3	○	⊗	○	20	14.9	6.3
2 1/2	3	104	5,765,500	0	5	125	-	8214 090 ③	4	○	⊗	○	28.2	-	13.0
3	3	105	5,796,000	0	5	125	-	8214 040 ③	4	○	⊗	○	28.2	-	14.0

○ = Safety Shutoff Valve. ① 1" W.C. Drop ② 2" W.C. Inlet Pressure, 1,000 Btu/cu.ft. or more, 0.64 Specific Gravity Gas. ⊗ FM approved "Process Control Valves".
③ Not available with 24 volt, 60 Hz coil.

Specifications (Metric units)

Pipe Size (ins.)	Orifice Size (mm)	Kv Flow (m³/hr)	Gas Capacity ① Btu/hr.	Operating Pressure Differential (bar)		Max. Fluid Temp. °C		Catalog Number	Const. Ref.	Agency			Wattage		Approx. Shipping Weight (kgs)
				Min.	Max.	AC	DC			UL	FM	CSA	AC	DC	
COMBUSTION (Fuel Gas) - NORMALLY CLOSED															
3/4	41	9.4	580,000	0	0.3	52	25	8214 035	1	○	⊗	○	20	14.9	2.0
1	41	17.9	1,119,000	0	0.3	52	25	8214 050	1	○	⊗	○	20	14.9	2.0
1 1/4	41	27.2	1,730,000	0	0.3	52	25	8214 060	2	○	⊗	○	20	14.9	2.0
1 1/2	41	29.8	1,900,000	0	0.3	52	25	8214 070	2	○	⊗	○	20	14.9	2.0
2	53	51.0	2,800,000	0	0.3	52	25	8214 080	3	○	⊗	○	20	14.9	2.9
2 1/2	76	88.4	5,765,500	0	0.3	52	-	8214 090 ③	4	○	⊗	○	28.2	-	5.9
3	76	89.3	5,796,000	0	0.3	52	-	8214 040 ③	4	○	⊗	○	28.2	-	6.4

○ = Safety Shutoff Valve. ① 1" W.C. Drop ② 2" W.C. Inlet Pressure, 1,000 Btu/cu.ft. or more, 0.64 Specific Gravity Gas. ⊗ FM approved "Process Control Valves".
③ Not available with 24 volt, 60 Hz coil.

Capabilities Chart

Solenoid Options		Base Catalog Number		Resilient Materials		Standard Rebuild Kit	
High Temp.	Junction Box	Aluminum		NBR		AC	DC
HB	JB	8214 035		●		316429	316777
HB	JB	8214 050		●		316429	316777
HB	JB	8214 060		●		316429	316777
HB	JB	8214 070		●		316429	316777
HB	JB	8214 080		●		316430	316778
HT	JB	8214 090		●		316828	-
HT	JB	8214 040		●		316828	-

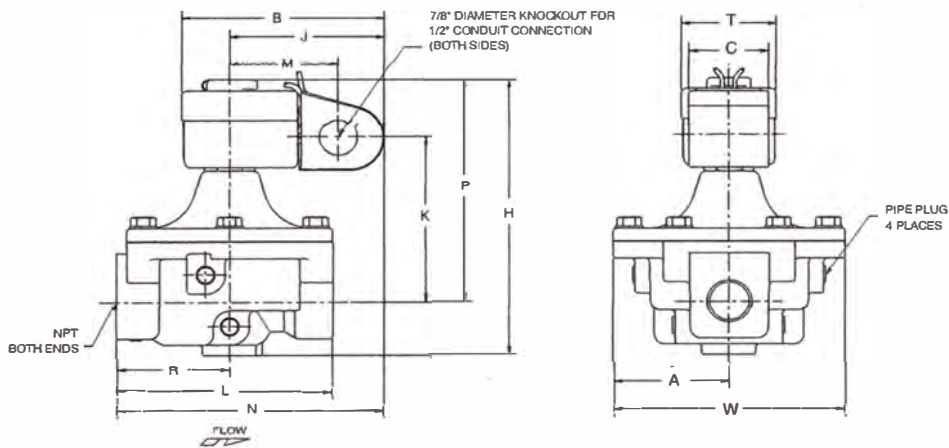
● = Standard. Other options may be available. All option combinations may not be available. Solenoid options are for AC only.

COMBUSTION

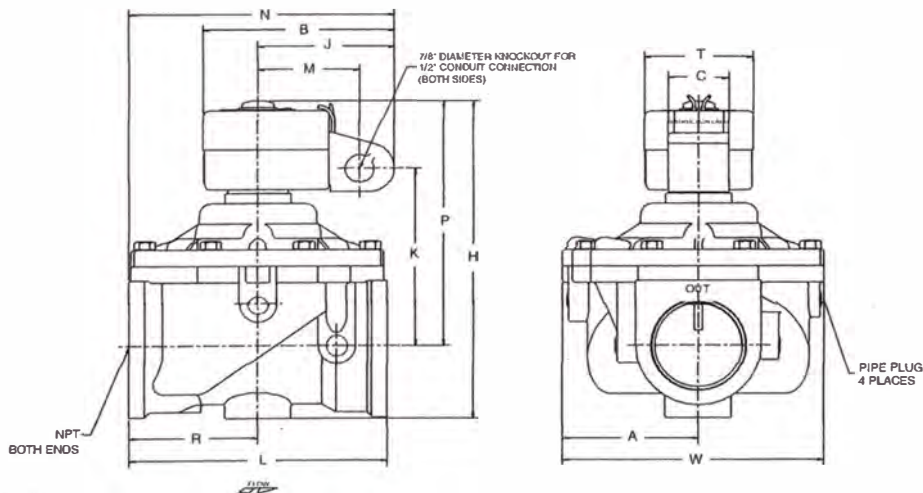
Dimensions inches (mm) Shown with Optional Junction Box

Const. Ref.		A	B	C	H	J	K	L	M	N	P	R	T	W
1	ins.	2.69	4.59	1.88	6.78	3.53	4.06	5.00	2.50	6.15	5.46	2.62	2.20	5.39
	mm	68	117	48	1620	90	103	127	64	156	139	67	56	137
2	ins.	2.69	4.59	1.88	6.78	3.53	4.13	5.00	2.50	6.15	5.53	2.62	2.20	5.39
	mm	68	117	48	172	90	105	127	64	156	140	67	56	137
3	ins.	3.16	4.59	1.88	7.39	3.53	4.49	6.09	2.50	6.81	5.89	3.28	2.20	6.32
	mm	80	117	48	188	90	114	155	64	173	150	83	56	161
4	ins.	4.13	5.72	1.88	10.20	4.07	5.71	7.80	3.07	7.96	7.87	3.89	3.31	7.95
	mm	105	145	48	259	103	145	198	78	202	200	99	84	202

Const. Ref. 1, 2, 3



Const. Ref. 4



Must be mounted with solenoid vertical and upright.



2-Way Normally Closed
V710 Valve Body
Pipe Sizes 3/4" to 3" NPT, 4" Flange

**SERIES
V710**

General Description

These 2-way normally closed globe type valve bodies are designed for on/off or proportional control of commercial or industrial gas burners. The V710 is designed exclusively for use with the AH Hydramotor actuator. The AH Hydramotor valve consists of two assemblies; the valve body and the AH Hydramotor actuator.

The V710 is a push-to-open valve which opens when the valve stem is depressed by an AH Hydramotor actuator. An internal return spring closes the valve when the Hydramotor actuator is de-energized.

Model Types

Quick Opening Trim: (Standard)

For applications where metered flow control is not required.

Quick Opening w/Valve Seal Overtravel Trim: (Suffix V22)

For any "on-off" application where the user, code or approval agency requires a valve seal overtravel arrangement.

Linear Trim: (Suffix V15)

For applications that require flow control, such as slow opening, low fire turn down, or proportional control.

Linear w/Valve Seal Overtravel Trim: (Suffix V25)

For applications where both valve seal overtravel and flow control are required. (Not available in 4" flange size).

Specifications

Pressure Taps: Two 1/4" NPT downstream, two 1/4" NPT upstream.

Fluid: Fuel Gas

Valve Parts in Contact with Fluid:

Body: 3/4" to 3" NPT, Die-cast aluminum, 4" Flange - cast iron

Bonnet: Die-Cast aluminum

Seals: Nitrile

Springs: Zinc-plated music wire

Stem Bushing: Delrin

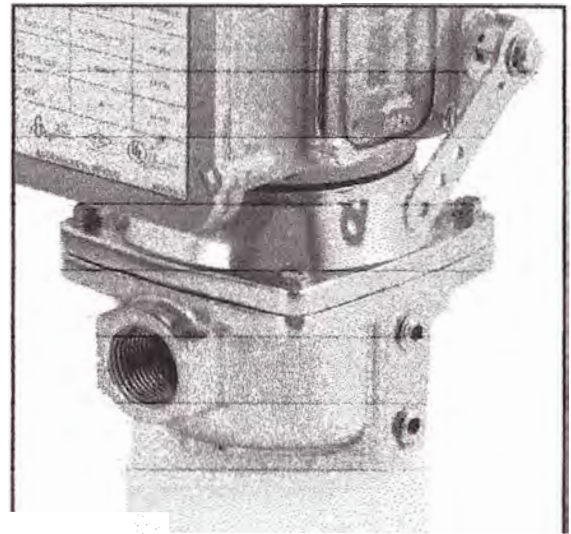
Valve Stem: 303 s.s.

Retaining Ring: 17-7 s.s.

Pipe Plugs: Zinc-plated steel

Seal Ring: Teflon (models with overtravel)

Closeoff Pressure: 25 psi (1.7 bar) maximum



Series V710 Valve Body with AH Hydramotor

Installation

V710 valve body mounts in any position directly to AH2, AH4, AH8 Hydromotor Actuator.



Approvals

V710 valve with AH Hydramotor.

 File # MP932, Vol. 17, Sec. 3, Safety Valves

 CSA Certified to:

1) Automatic Gas Valves Z21.21 (6.5), File 109157 and 113070.

2) Automatic Gas Safety Shutoff Valves C/I (3.9), File 113070.

 JI 3000606 Gas Safety Shut-off Valves.

Ordering Information

Important: Order by Catalog Number.
e.g. V710EASV22



Specifications (English units)

Pipe Size (ins.)	Cv Flow Factor	Gas Capacity ①	Operating Pressure Differential (psi)		Fluid & Ambient Temp. °F		Catalog Numbers				Const. Ref.	Approx. Shipping Weight (lbs)
		Btu/hr.	Min.	Max.	Min.	Max.	Quick Opening Trim	Quick Opening w/Valve Seal Overtravel Trim	Linear Trim	Linear w/Valve Seal Overtravel Trim		
COMBUSTION (Fuel Gas) - Normally Closed												
3/4	12	665,000	0	15	-40	150	V710EAS	V710EASV22	V710EASV15	V710EASV25	1	4.0
1	17	960,000	0	15	-40	150	V710FAS	V710FASV22	V710FASV15	V710FASV25	1	4.0
1 1/4	25	1,406,000	0	15	-40	150	V710GAS	V710GASV22	V710GASV15	V710GASV25	2	4.2
1 1/2	30	1,717,000	0	15	-40	150	V710HAS	V710HASV22	V710HASV15	V710HASV25	2	4.2
2	64	3,620,000	0	10	-40	150	V710JAS	V710JASV22	V710JASV15	V710JASV25	3	9.5
2 1/2	75	4,250,000	0	10	-40	150	V710KAS	V710KASV22	V710KASV15	V710KASV25	4	13.0
3	92	5,230,000	0	10	-40	150	V710LAS	V710LASV22	V710LASV15	V710LASV25	4	12.0
4 (Flange)	180	10,200,000	0	15	-40	150	V710NCF	V710NCFV22	V710NCFV15	-	5	100.0

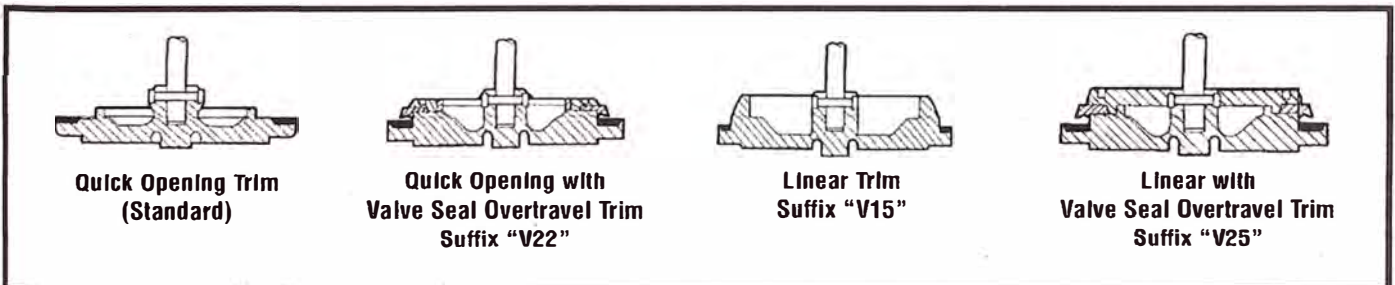
* 1" W.C. Drop @ 2" W.C. Inlet Pressure, 1,000 Btu/cu.ft. or more, 0.64 Specific Gravity Gas.

Specifications (Metric units)

Pipe Size (ins.)	Kv Flow (m³/hr)	Gas Capacity ①	Operating Pressure Differential (bar)		Fluid & Ambient Temp. °C		Catalog Numbers				Const. Ref.	Approx. Shipping Weight (kgs)
		Btu/hr.	Min.	Max.	Min.	Max.	Quick Opening Trim	Quick Opening w/Valve Seal Overtravel Trim	Linear Trim	Linear w/Valve Seal Overtravel Trim		
COMBUSTION (Fuel Gas) - Normally Closed												
3/4	10.2	665,000	0	1	-40	66	V710EAS	V710EASV22	V710EASV15	V710EASV25	1	1.8
1	14.5	960,000	0	1	-40	66	V710FAS	V710FASV22	V710FASV15	V710FASV25	1	1.8
1 1/4	21.3	1,406,000	0	1	-40	66	V710GAS	V710GASV22	V710GASV15	V710GASV25	2	1.9
1 1/2	25.5	1,717,000	0	1	-40	66	V710HAS	V710HASV22	V710HASV15	V710HASV25	2	1.9
2	54.4	3,620,000	0	0.7	-40	66	V710JAS	V710JASV22	V710JASV15	V710JASV25	3	4.3
2 1/2	63.8	4,250,000	0	0.7	-40	66	V710KAS	V710KASV22	V710KASV15	V710KASV25	4	5.9
3	78.2	5,230,000	0	0.7	-40	66	V710LAS	V710LASV22	V710LASV15	V710LASV25	4	5.5
4 (Flange)	153	10,200,000	0	1	-40	66	V710NCF	V710NCFV22	V710NCFV15	-	5	45.5

* 1" W.C. Drop @ 2" W.C. Inlet Pressure, 1,000 Btu/cu.ft. or more, 0.64 Specific Gravity Gas.

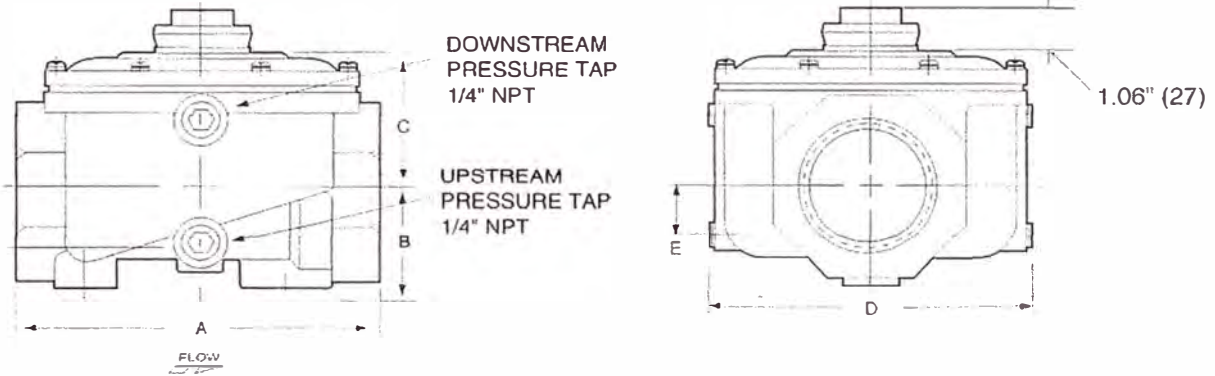
Trim Types



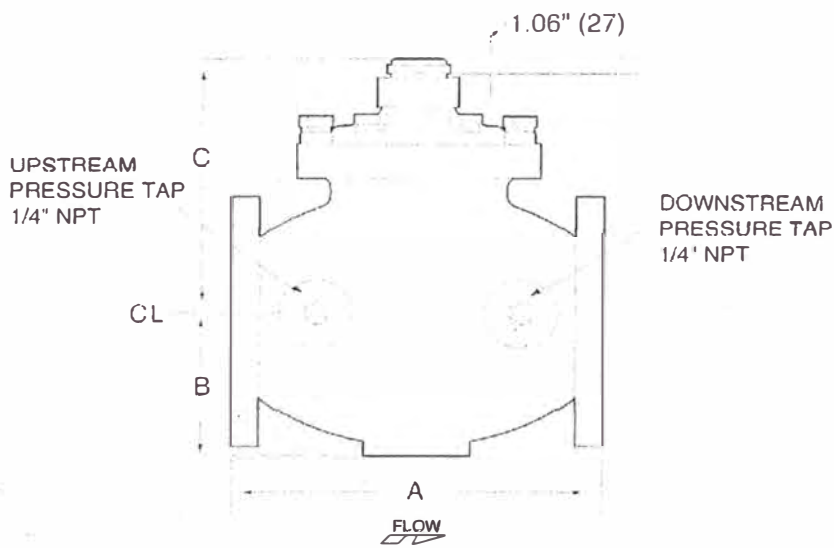
Dimensions inches (mm)

Const. Ref.		A	B	C	D	E
1	ins.	5.78	1.95	2.64	5.19	1.16
	mm	147	50	67	132	29
2	ins.	5.78	2.01	2.94	5.19	0.70
	mm	147	51	75	132	18
3	ins.	8.12	2.66	3.05	8.01	0.96
	mm	206	68	77	203	24
4	ins.	9.00	2.96	3.87	8.01	0.70
	mm	229	75	98	203	18
5	ins.	13.88	5.00	7.40	9.00	0.00
	mm	353	127	188	229	0

Const. Ref. 1 - 4



Const. Ref. 5



COMBUSTION

General Description

The AH2 Hydramotors are push-type, self-contained, electrohydraulic linear actuators which extend when powered and retract by spring force upon power interruption.

AH2 Hydramotors provide a fast spring return shutoff time of one second or less. When the actuator is mounted to a V710 gas valve, position indicators on both sides of the actuator show the open or closed position of the valve.

The AH2 Hydramotor/V710 gas valve combination provides reliable main line gas control for a wide range of applications, including boilers, furnaces, ovens and all types of industrial and commercial burners. It is available in either a slow or fast opening construction.

Specifications

Power Requirement: 220 VA max.

Closing Time: One second max.

Opening Time:

Fast Opening: 14 seconds max.

Slow Opening: 26 seconds max.

Note: Opening time is double between -30°F and -40°F ambient. Opening time increased 20% when operating on 50Hz.

Enclosure

Type 1, 2, 3, 3S, 4, 12, and 13 Combination General Purpose, Watertight, Dusttight and Driptight.

Ambient Temperature

-40°F to 150°F (-40°C to 66°C)

Electrical

Actuator:

Standard voltages:

24, 120, 240 volts, AC, 60 Hz

Proof of Closure Switch: (optional)

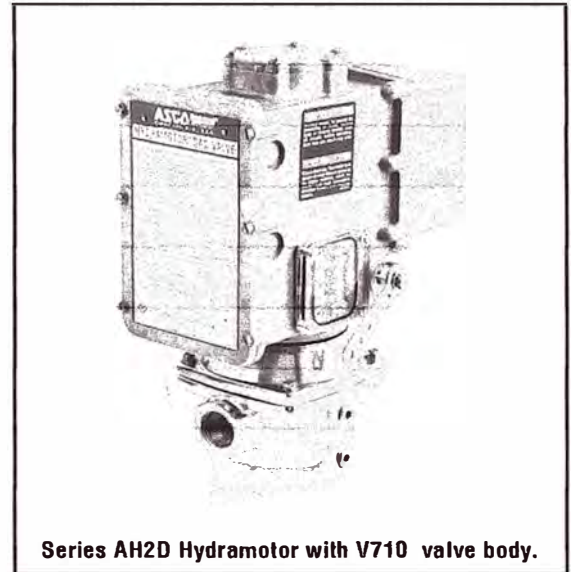
A factory set, non-field adjustable SPDT switch. 1800VA max. connected load (e.g. one 15A load @ 120V or two 3.75A loads @ 240V).

Auxiliary Switches: (optional)

One or two integral SPDT switches; field adjustable to actuate at any position of stroke. 1800 VA max. connected load (e.g. one 15A load @ 120V or two 3.75A loads @ 240V).

Electrical Characteristics

Voltage	Amperes		
	Inrush	Opening	Holding
24V	28	8.00	0.73
120V	5.6	1.85	0.11
240V	2.8	0.92	0.05



Series AH2D Hydramotor with V710 valve body.

Installation

AH2 Hydramotor mounts in any position directly to a V710 valve with 4 set screws.



Damper Arm Rating

Drives damper in one direction only. 20 lb. max. at 2.85" radius at 20°F to 150°F and 10 lb. max. at -40°F to 20°F.

Approvals

AH2 Hydramotor with V710 valve.

 File # MP932, Vol. 17, Sec. 3, Safety Valves

 CSA Certified to:

- 1) Automatic Gas Valves Z21.21 (6.5), File 109157 and 113070.
- 2) Automatic Gas Safety Shutoff Valves C/I (3.9), File 113070.

 JI 3000606
 Gas Safety Shut-off Valves screws.

Ordering Information

Important: Order by Catalog Number and add suffix number for desired optional feature. e.g. AH2D112A5

Specifications

Applications	Catalog Number		
	24 V	120 V	240 V
On-Off Slow Opening (14 to 26 seconds)			
Standard on-off	AH2D101A	AH2D102A	AH2D104A
Proof of closure	AH2D101S	AH2D102S	AH2D104S
On-Off Fast Opening (6 to 14 seconds)			
Standard on-off	AH2D111A	AH2D112A	AH2D114A
Proof of closure	AH2D111S	AH2D112S	AH2D114S

Optional Features

(add appropriate suffix number to catalog number)

One Auxiliary Switch (add suffix 2)

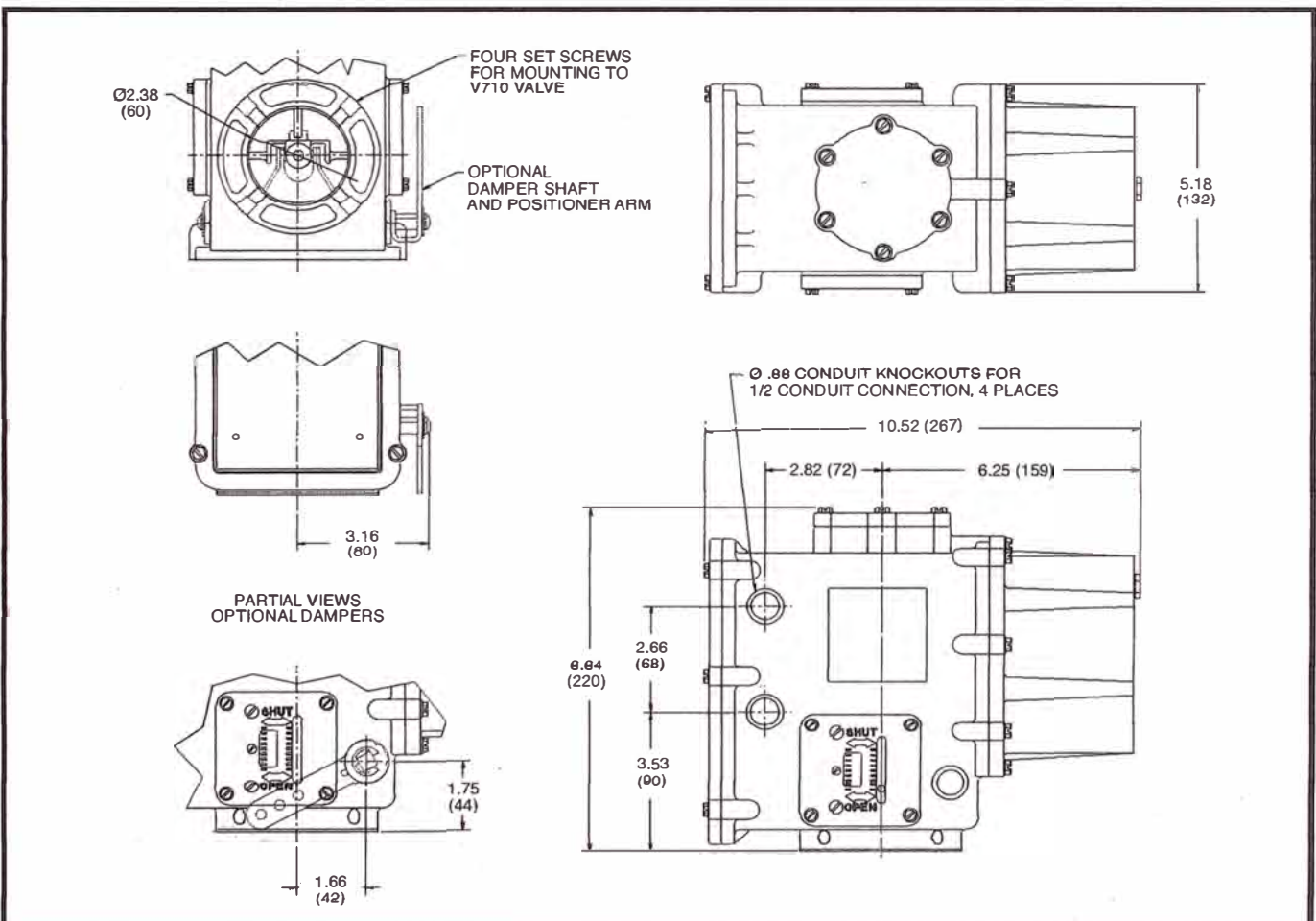
Spring Return Damper Arm (add suffix 3)

Damper Shaft & Arm (add suffix 4)

Damper Shaft, Arm & one Auxiliary Switch, (add suffix 5)

Manual Reset (add suffix R)

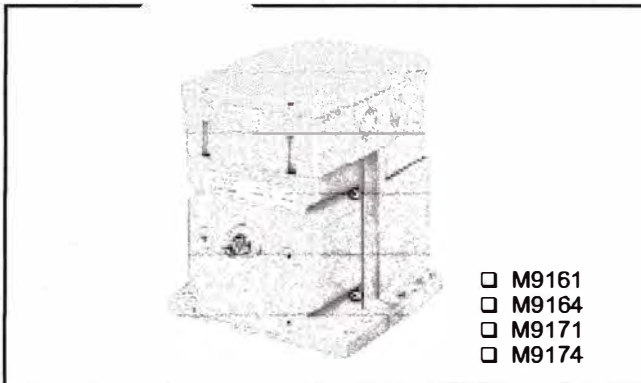
Dimensions (inches/mm)



COMBUSTION

M9161, M9164, M9171, M9174 Modutrol IV™ Motors

SPECIFICATION DATA



FEATURES

- Replace M934 Motors.
- Oil immersed motor and gear train for reliable performance and long life.
- Wiring box provides NEMA 3 weather protection.
- Quick-connect terminals standard—screw terminal adapter available.
- Adapter bracket for matching shaft height of older motors is standard with replacement motors.
- Die-cast aluminum housing.
- Internal auxiliary switches are available factory mounted or can be field added to TRADELINE® models.
- Field addable interface modules can be mounted in wiring box to upgrade actuator to Series 70 (electronic) control.
- Up to six motors can be paralleled from one Series 90 controller.

APPLICATION

These Modutrol® Motors are reversing, proportional motors used to operate valves or dampers in electric (Series 90) modulating circuits.



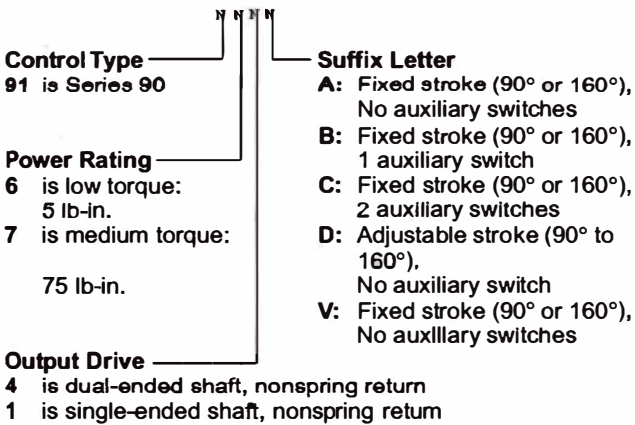
SPECIFICATIONS

TRADELINE® Models

TRADELINE models are selected and packaged to provide ease of stocking, ease of handling, and maximum replacement value. TRADELINE model specifications are the same as those of standard models unless otherwise specified. M9164D1009, M9174D1007 are TRADELINE models. TRADELINE models have auxiliary switch cams.

Standard Models:

M9161A,C
M9164A,B,C,D,V
M9171A,B,C
M9174B,C,D



NOTE: Some motors furnished to HVAC equipment manufacturers have a single-ended shaft and/or no wiring box.

Electrical Ratings: (M9161, M9164)

M9161, M9164	Voltage (V at 50/60 Hz)	Current Draw (A)	Power Consumption (W)
Without Transformer ^a	24	0.62	14
With Internal Transformer	120	0.20	19
	220 (50 Hz)	0.12	19
	240	0.10	19

^a Internal transformer can be field added.

Electrical Ratings: (M9171, M9174)

M9171, M9174	Voltage (V at 50/60 Hz)	Current Draw (A)	Power Consumption (W)
Without Transformer ^a	24	0.71	16
With Internal Transformer	120	0.22	21
	220 (50 Hz)	0.13	21
	240	0.11	21

^a Internal transformer can be field added.

Controller Type:

Series 90 Control Circuit—135 ohm, Series 90 proportioning controller. Series 90 high or low limit controller with manual minimum position potentiometer (with a combined total resistance of up to 500 ohms) can also be used in the control circuit.

Motor Rotation:

The closed position is the limit of counterclockwise rotation as viewed from the power end of the motor. Motor opens clockwise (as viewed from the power end). These motors are shipped in the closed (fully counterclockwise) position.

Stroke:

Fixed at 90° or 160° or adjustable 90° to 160°.

Maximum Damper Rating:

M9161, M9164: 48 in. B dimension.
M9171, M9174: 100 in. B dimension.

Maximum Dead Weight Load on Shaft:

Power End: 100 lb (45.4 kg) maximum.
Auxiliary End: 100 lb (45.4 kg) maximum.

Crankshaft: 3/8 in. (9.5 mm) square.

M9164 and M9174 have dual-ended shaft.
M9161 and M9171 have single-ended shaft.

Auxiliary Switch Ratings (Amperes):

M9164B and M9174B have one spdt snap switch.
M9164C, M9171C and M9174C have two spdt snap switches.

One Contact Rating ^a Amps	120V	240V
Full Load	7.2	3.6
Locked Rotor	43.2	21.6

^a 40 VA pilot duty, 120/240 Vac on opposite contact.

Dimensions:

See Fig. 1.

Ambient Temperature Ratings:

Maximum: 150°F (66°C) at 25% duty cycle.
Minimum: Minus 40°F (-40°C).

Underwriters Laboratories Inc. Listed:

File No. ED4436, Guide No. XAPX.

Canadian Standards Association Certified:

General Listing File No. LR1620, Guide 400-E.

Timing and Torque:

Model	Timing		Torque in lb-in (N•m)	
	90° Stroke Motors	160° Stroke Motors	Normal Running	Break-away ^a
M9161, M9164	30 sec	1 min	35 (4.0)	70 (8.0)
M9171, M9174	30 sec	1 min	75 (8.5)	150 (17.0)

^a Breakaway torque is the maximum torque available to overcome occasional large loads such as a seized damper or valve. Motor must not be used continuously at this rating.

Accessories:

- ES650117 Explosion-proof Housing: Encloses motor for use in explosive atmospheres. Not for use with Q601, Q618, and Q455 Linkages. To order, contact Nelson Electric, Order Services Dept., P.O. Box 726, Tulsa, OK 74101, (918) 627-5530 for name of nearest local representative. Requires Honeywell 7617DM Coupling.
- Q607 External Auxiliary Switch: Controls auxiliary equipment as a function of motor position.
- Internal Auxiliary Switch Kits: Can be field-installed on TRADELINE models.
 220736A—One-switch Kit.
 220736B—Two-switch Kit.
- Q605 Damper Linkage: Connects motor to damper.
Includes motor crank arm.
- Q618 Linkage: Connects Modutrol motor to water or steam valve.
- Q601 Bracket and Linkage Assembly: Connects Modutrol motor to water or steam valve.
- Q100 Linkage: Connects Modutrol motor to butterfly valve.
- Q209E,F Potentiometer: Limits minimum position of motor.
- Q68 Dual Control Potentiometer: Controls 1 through 9 additional motors.
- Q181 Auxiliary Potentiometer: Controls 1 or 2 additional motors.
- 221455A Infinitely Adjustable Crank Arm: Approximately 0.75 in. (19 mm) shorter than the 4074ELY Crank Arm. Can rotate through downward position and clear base of motor without requiring use of adapter bracket.
- 7617ADW Adjustable Crank Arm: Approximately 0.75 in. (19 mm) shorter than the 7616BR Crank Arm. Can rotate through the downward position and clear base of motor without requiring use of adapter bracket.
- 220741A Screw Terminal Adapter: Converts the standard quick-connect terminals to screws terminals.
- Transformers: Mounted internally, provide 24 Vac power to motor.
 198162JA—24 Vac; 50/60 Hz (for electrical isolation).
 198162EA—120 Vac; 50/60 Hz.
 198162GA—220 Vac; 50/60 Hz.
 198162AA—120/208/240 Vac; 50/60 Hz.
- Q7130A: Interface Module with selectable voltage ranges (4-7 Vdc, 6-9 Vdc, and 10.5-13.5 Vdc). Adapts motor to M71XX function.
- Q7230A: Interface Module, selectable voltage or current control, with adjustable zero and span. Adapts motor to M72XX function.
- Q7330A: Interface Module, for W936 Economizer applications. Adapts motor to M73XX function.
- Q7630A: Interface Module, 14-17 Vdc control with minimum position capability. Adapts motor to M76XX function.
- 4074BYK: Controls up to 6 M91XX motors in unison from one Series 90 Controller.
- 4074EAU: Drives 2 or 3 M91XX motors from a W973 Single-zone Logic Panel or W7100 Discharge Air Controller.
- 4074EDC: Drives one M91XX motor from a 4-20 mA controller.
- 4074EED: Drives up to 4 M91XX motors from a 4-20 mA controller.
- 221508A Resistor Board—Plugs onto quick-connect terminals in wiring box of M91XX motor. Can be used in place of 4074BYK, EAU, EDC, or EED resistor kits (functions described above).

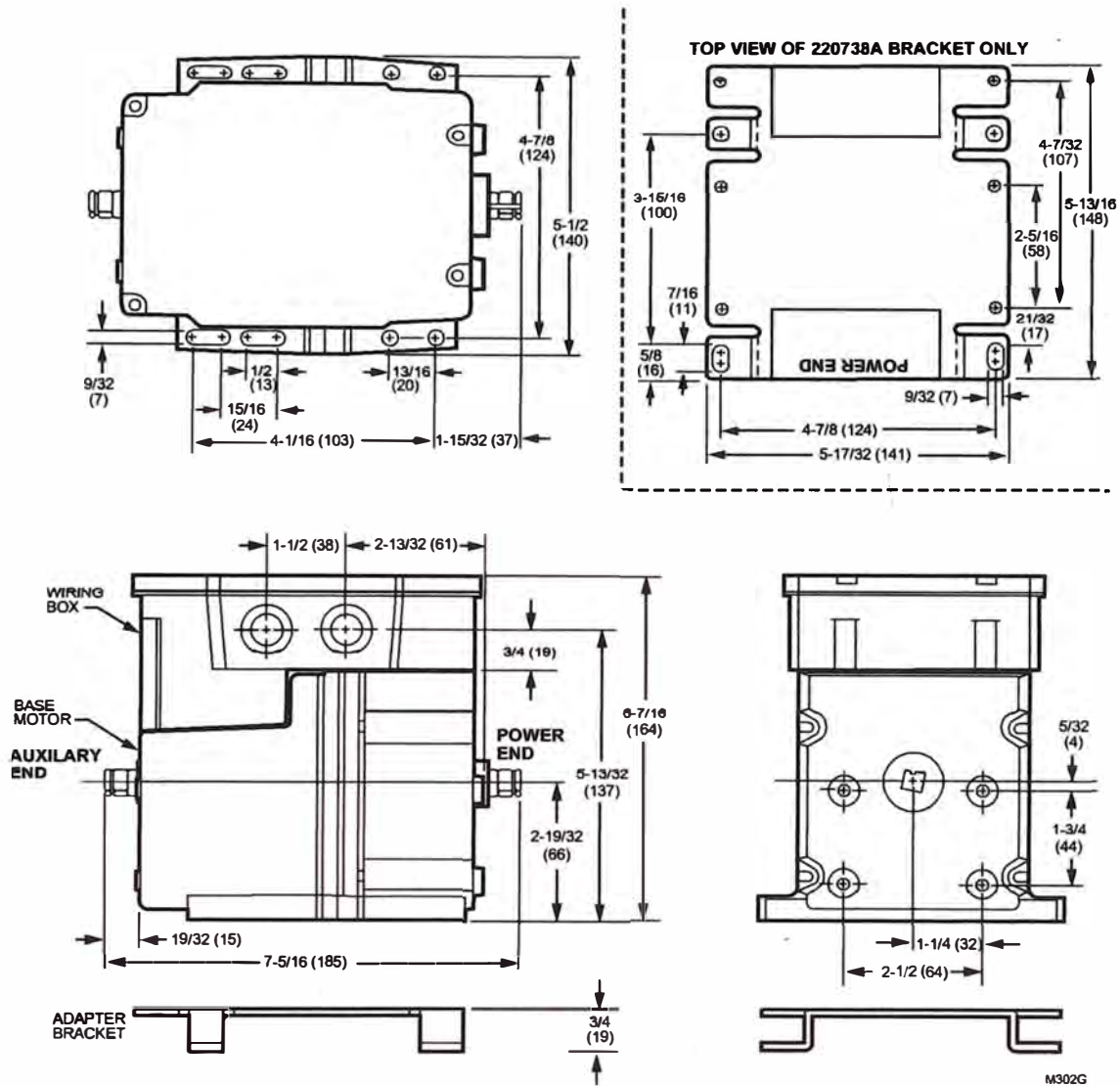


Fig. 1. M9164, M9174 dimensions in in. (mm)
 NOTE: M9161, M9171 do not have auxiliary shaft. All other dimensions are the same.

Home and Building Control
 Honeywell Inc.
 Honeywell Plaza
 P.O. Box 524
 Minneapolis MN 55408-0524

Home and Building Control
 Honeywell Limited-Honeywell Limitée
 155 Gordon Baker Road
 North York, Ontario
 M2H 2C9

Honeywell Asia Pacific Inc.
 Room 3213-3225
 Sun Hung Kai Centre
 No. 30 Harbour Road
 Wanchai
 Hong Kong

Honeywell Latin American Division
 Miami Lakes Headquarters
 14505 Commerce Way Suite 500
 Miami Lakes FL 33016

Honeywell Europe S.A.
 3 Avenue du Bourget
 B-1140 Brussels Belgium

Honeywell

Helping You Control Your World



Butterfly Valves

Full Port & Reduced Port

version 2

Product Description

Eclipse Butterfly Valves are designed to control air and gas flow to all types of combustion systems. *They should not be used as tight shut-off valves.*

Types available

Valves are available for either manual or automatic control and in either full port or reduced port construction in 1/2" through 4", with NPT or Rc threads. High pressure drop valves are also available in 1/2", 3/4" and 1". Wafer type valves are available in 6" and 8".

Thread Connections

The 1/2" through 4" valves are available with either NPT or Rc threads. The 6" and 8" valves are wafer type butterfly valves designed to be sandwiched between flanges on connecting pipes.

Shutters

NPT versions: Furnished with beveled or nonbeveled shutters.

Rc versions: Furnished with nonbeveled shutters.

Indication

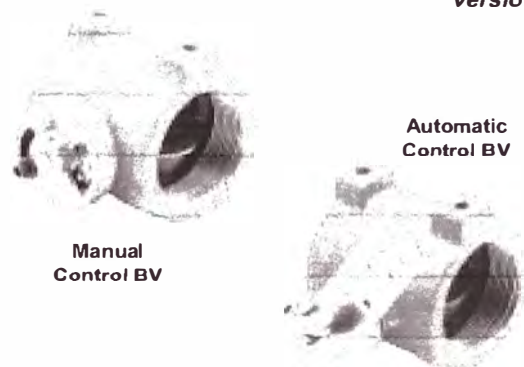
All Eclipse butterfly valves feature an easy to read indicator plate and a slot on the end of the shaft to provide visual indication of the disc position.

Control

Manual butterfly valves 4" and smaller have an adjusting cover for setting disc position. A locking screw secures the cover at the desired setting.

Automatic control butterfly valves are furnished with a control arm that can be attached to the shaft. This allows integration with a variety of position control devices.

Manual wafer butterfly valves are adjusted by rotating a control arm which can be locked to the indicating plate after positioning.



Manual Control BV

Automatic Control BV

Accessories

Eclipse stocks a selection of electric operators and mounting kits which can be ordered separately. The extended shaft length on the automatic butterfly valves allows the addition of either a second control arm for simultaneous automatic operation in dual valve applications, or a cam for a high/low fire microswitch arrangement.



Note:

ALL 1/2" Butterfly Valves (NPT/Rc, Manual/Automatic Beveled/Non-beveled) DO NOT have a "separate" shutter. The shutter is part of the shaft. The terms beveled and non-beveled do not apply to any of the 1/2" Butterfly Valves covered in this Data Sheet.

Main Specifications

PARAMETER	SPECIFICATIONS		
Maximum operating pressure:	1/2" thru 4" 6" & 8"	5 psig 3 psig	350 mbar 210 mbar
Operating temperature range:	NPT version Rc version	-40 to 140° F. 32 to 140° F.	-40 to 60° C. 0 to 60° C.
Materials of construction:	Body: Shaft: Shutter: Shaft Packing Seal:	Powder Coated Cast Iron Zinc plated steel Carbon steel Nitrile rubber (Buna-N)	
Approvals:	All models	Rc 1/2 thru Rc 3 models only	
Typical application:	Control of air or gas flow in combustion system		
Notes on European applications:	4" screwed not acceptable for gas use. 3" screwed is acceptable if pressure is limited to 100 mbar (1.5 psig).		

NPT Model Selection and Capacities

NPT Size	Full Port Valves						Reduced Port Valves			
	Manual		Automatic				Manual		Automatic	
	Beveled shutter 75° rotation		Beveled shutter 75° rotation		Nonbeveled shutter 360° rotation		Beveled shutter 75° rotation		Beveled shutter 75° rotation	
	Catalog Number	Item Code	Catalog Number	Item Code	Catalog Number	Item Code	Catalog Number	Item Code	Catalog Number	Item Code
1/2"	102BV-B	501238	-----	-----	2BV-A	501239	-----	-----	-----	-----
3/4"	103BV-B	501215	3BV-AB	501223	3BV-A	501200	-----	-----	-----	-----
1"	104BV-B	501216	4BV-AB	501224	4BV-A	501201	104BV-RB	501208	4BV-ARB	501231
1-1/4"	105BV-B	501217	5BV-AB	501225	5BV-A	501202	105BV-RB	501209	5BV-ARB	501232
1-1/2"	106BV-B	501218	6BV-AB	501226	6BV-A	501203	106BV-RB	501210	6BV-ARB	501233
2"	108BV-B	501219	8BV-AB	501227	8BV-A	501204	108BV-RB	501211	8BV-ARB	501234
2-1/2"	110BV-B	501220	10BV-AB	501228	10BV-A	501205	110BV-RB	501212	10BV-ARB	501235
3"	112BV-B	501221	12BV-AB	501229	12BV-A	501206	112BV-RB	501213	12BV-ARB	501236
4"	116BV-B	501222	16BV-AB	501230	16BV-A	501207	116BV-RB	501214	16BV-ARB	501237
6" wafer	124BV-B	500915	24BV-AB	500998	-----	-----	124BV-RB	500690	24BV-ARB	500975
8" wafer	132BV-B	500913	32BV-AB	500999	-----	-----	132BV-RB	500691	32BV-ARB	500976

High Pressure Drop Valve				
NPT Size	Manual		Automatic	
	Nonbeveled shutter 90° rotation		Nonbeveled shutter 360° rotation	
	Catalog Number	Item Code	Catalog Number	Item Code
1/2"	402BV-HD	100129	402BV-AHD	100130
3/4"	403BV-HD	100133	403BV-AHD	100134
1"	404BV-HD	100119	404BV-AHD	100123

 **Note:** Wafer Butterfly Valves are not threaded. For dimensional information, see page 6.

Multifactors for gases other than air

Gas - Sp. Gr.	Natural - .6	Propane - 1.5	Butane - 2.0
Multifactor	1.29	.81	.70

NPT Size	Flow Coefficient Cv-Full Open	Full Port								
		Capacity scfh air - "wc pressure drop								
		0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	6	8
1/2"	5.5	173	212	244	299	345	422	487	595	685
3/4"	15.9	500	612	706	865	998	1,221	1,408	1,720	1,982
1"	29.7	933	1,143	1,319	1,615	1,864	2,280	2,630	3,213	3,702
1-1/4"	65.9	2,071	2,536	2,927	3,563	4,135	5,059	5,835	7,129	8,213
1-1/2"	111.0	3,489	4,272	4,931	6,036	6,965	8,521	9,828	12,009	13,834
2"	180.0	5,657	6,927	7,996	9,788	11,295	13,818	15,937	19,473	22,433
2-1/2"	322.0	10,121	12,391	14,304	17,509	20,206	24,719	28,510	34,836	40,131
3"	457.0	14,364	17,587	20,301	24,850	28,677	35,082	40,462	49,441	56,956
4"	819.0	25,741	31,517	36,383	44,534	51,394	62,871	72,513	88,604	102,072
6" wafer	2600.0	81,718	100,055	115,501	141,377	163,154	199,591	230,201	281,283	324,039
8" wafer	4200.0	132,007	161,628	186,578	228,379	263,567	322,417	371,864	454,380	523,448

NPT Size	Flow Coefficient Cv-Full Open	Reduced Port								
		Capacity scfh air - "wc pressure drop								
		0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	6	8
1"	14.1	443	543	626	767	885	1,082	1,248	1,525	1,757
1-1/4"	22.8	717	877	1,013	1,240	1,431	1,750	2,019	2,467	2,842
1-1/2"	31.4	987	1,208	1,395	1,707	1,970	2,410	2,780	3,397	3,913
2"	62.7	1,971	2,413	2,785	3,409	3,935	4,813	5,551	6,783	7,814
2-1/2"	87.9	2,763	3,383	3,905	4,780	5,516	6,748	7,783	9,510	10,955
3"	149.0	4,683	5,734	6,619	8,102	9,350	11,438	13,192	16,120	18,570
4"	244.0	7,669	9,390	10,839	13,268	15,311	18,731	21,604	26,397	30,410
6" wafer	553.0	17,381	21,281	24,566	30,070	34,702	42,452	48,962	59,827	68,921
8" wafer	721.5	22,677	27,765	32,051	39,232	45,275	55,387	63,881	78,056	89,921

NPT Size	Flow Coefficient Cv-Full Open	High Pressure Drop								
		Capacity scfh air - "wc pressure drop								
		0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	6	8
1/2"	2.7	85	104	120	147	169	207	239	292	337
3/4"	3.2	101	123	142	174	201	246	283	346	399
1"	4.2	132	162	187	228	264	322	372	454	523

RM7800E,G,L,M; RM7840E,G,L,M 7800 SERIES Relay Modules

INSTALLATION INSTRUCTIONS

APPLICATION

The Honeywell RM7800/RM7840 Relay Modules are microprocessor-based integrated burner controls for automatically fired gas, oil, or combination fuel single burner applications. The RM7800/RM7840 Relay Modules are used for UL/CSA On/Off, UL/CSA Modulating, and FM/IRI Modulating burner applications. The RM7800/RM7840 system consists of a Relay Module, Keyboard Display Modules (standard with RM7800), Dust Cover (standard with RM7840), Subbase, Amplifier, and Purge Card. Options include Personal Computer Interface, DATA CONTROLBUS MODULE™, Remote Display Mounting, First-Out Expanded Annunciator and Combustion System Manager™ Software.

Functions provided by the RM7800/RM7840 include automatic burner sequencing, flame supervision, system status indication, system or self-diagnostics and troubleshooting. The RM7800/RM7840 is a solid state replacement for the electromechanical R4140 Automatic Programming Control.

This document provides installation and static checkout instructions. Other applicable publications are:

- 65-0084:Q7800A,B 22-Terminal Wiring Subbase Product Data.
- 65-0089:ST7800A Plug-In Purge Timer Installation Instructions.
- 65-0090:S7800A Keyboard Display Module Product Data.
- 65-0091:S7810A Data ControlBus Module™ Product Data.
- 65-0095:S7820 Remote Reset Module Product Data.
- 65-0097:221729C Dust Cover Packing Sheet.
- 65-0101:S7830 Expanded Annunciator Product Data.
- 65-0109:R7824, R7847, R7848, R7849, R7851, R7861, R7886 Flame Amplifiers for the 7800 SERIES Product Data.
- 65-0131:221818A Extension Cable Assembly Product Data.
- 65-0228:7800 SERIES Multi-Drop Switch Module Product Data.
- 65-0229:7800 SERIES RELAY MODULES Checkout and Troubleshooting Product Data.
- 65-0249:S7810M ModBus™ Module Product Data.

SPECIFICATIONS

Electrical Ratings, see Table 3:

Voltage and Frequency: 120 Vac (+10/-15%), 50 or 60 Hz (±10%).

Power Dissipation: RM7800/RM7840: 10W maximum.

Maximum Total Connected Load: 2000 VA.

Fusing: 15A maximum, Type-SC or equivalent Fast Blow.

Environmental Ratings:

Ambient Temperature:

Operating: -40°F to +140°F (-40°C to +60°C).

Storage: -40°F to +150°F (-40°C to +66°C).

Humidity: 85% relative humidity continuous, noncondensing.

Vibration: 0.5G environment.

Approvals:

Underwriters Laboratories Inc. Listed: File No. MP268, Guide No. MCCZ.

Canadian Standards Association Certified: LR9S329-3.

Factory Mutual Approved: Report No. J.I.1V9A0.AF.

IRI Acceptable.

Federal Communications Commission, Part 15, Class B—Emissions.

INSTALLATION

When Installing this Product...

1. Read these instructions carefully. Failure to follow them could damage the product or cause a hazardous condition.
2. Check the ratings given in the instructions and marked on the product to make sure the product is suitable for the application.
3. Installer must be a trained, experienced, flame safeguard service technician.
4. After installation is complete, check out the product operation as provided in these instructions.



WARNING

Fire or Explosion Hazard.

Can cause property damage, severe injury, or death.

To prevent possible hazardous burner operation, verify safety requirements each time a control is installed on a burner.

WARNING

Electrical Shock Hazard.

Can cause serious injury or death.

Disconnect the power supply before beginning installation. More than one power supply disconnect may be required.

IMPORTANT

1. *Wiring connections for the relay modules are unique; therefore, refer to Fig. 2, 3, 4, or the correct Specifications for proper subbase wiring, and sequence charts.*
2. *Wiring must comply with all applicable codes, ordinances and regulations.*
3. *Wiring must comply with NEC Class 1 (Line Voltage) wiring.*
4. *Loads connected to the RM7800/RM7840 must not exceed those listed on the RM7800/RM7840 label or the Specifications, see Table 1.*
5. *Limits and interlocks must be rated to simultaneously carry and break current to the ignition transformer, pilot valve, and main fuel valve(s).*
6. *All external timers must be listed or component recognized by authorities who have jurisdiction for the specific purpose for which they are used.*
7. *For on-off gas-fired systems, some authorities who have jurisdiction prohibit the wiring of any limit or operating contacts in series between the flame safeguard control and the main fuel valve(s).*
8. *Two Flame Detectors can be connected in parallel with the exception of Infrared Flame Detectors (C7015).*
9. *This equipment generates, uses and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instructions, may cause interference to radio communications. It has been tested and found to comply with the limits for a Class B computing device of Part 15 of FCC rules which are designed to provide reasonable protection against such interference when operated in a commercial environment. Operation of this equipment in a residential area may cause interference; in which case, the users at their own expense may be required to take whatever measures are required to correct this interference.*
10. *This digital apparatus does not exceed the Class B limits for radio noise for digital apparatus set out in the Radio Interference Regulations of the Canadian Department of Communications.*

Location

Humidity

Install the relay module where the relative humidity never reaches the saturation point. The relay module is designed to operate in a maximum 85 percent relative humidity continuous, noncondensing, moisture environment. Condensing moisture may cause a safety shutdown.

Vibration

Do not install the relay module where it could be subjected to vibration in excess of 0.5G continuous maximum vibration.

Weather

The relay module is not designed to be weather tight. When installed outdoors, protect the relay module using an approved weather-tight enclosure.

Mounting Wiring Subbase

1. Mount the subbase in any position except horizontally with the bifurcated contacts pointing down. The standard vertical position is recommended. Any other position decreases the maximum ambient temperature rating.
2. Select a location on a wall, burner or electrical panel. The Q7800 can be mounted directly in the control cabinet. Be sure to allow adequate clearance for servicing, installation, access or removal of the RM7800/RM7840, Expanded Annunciator, Keyboard Display Module, flame amplifier, flame amplifier signal voltage probes, Run/Test Switch, electrical signal voltage probes and electrical field connections.
3. For surface mounting, use the back of the subbase as a template to mark the four screw locations. Drill the pilot holes.
4. Securely mount the subbase using four no. 6 screws.

Wiring Subbase

WARNING

Electrical Shock Hazard.

Can cause serious injury, death or equipment damage.

Disconnect the power supply before beginning installation to prevent electrical shock, equipment and control damage. More than one power supply disconnect may be required.

1. For proper subbase wiring, refer to Figs. 2, 3, 4 or 5.
2. For proper remote wiring of the Keyboard Display Module, through a 203541 5-wire Connector, refer to the Specifications for the Keyboard Display Module (65-0090), Network Interface Unit (63-2278), Data ControlBus Module™ (65-0091) or Extension Cable Assembly (65-0131).
3. Disconnect the power supply from the main disconnect before beginning installation to prevent electrical shock and equipment damage. More than one disconnect may be required.

4. All wiring must comply with all applicable electrical codes, ordinances and regulations. Wiring, where required, must comply with NEC, Class 1 (Line Voltage) wiring.
5. Recommended wire size and type: see Table 1.
6. Recommended grounding practices: see Table 2.
The Keyboard Display Module, Data ControlBus Module™ (for remote mounting or communications), through a 203541 5-wire Connector, or Communication Interface ControlBus Module must be wired in a daisy chain configuration, (1(a)-1(a), 2(b)-2(b), 3(c)-3(c)). The order of interconnection of all the devices listed above is not important. Be aware that modules on the closest and farthest end of the daisy chain configuration string require a 120 ohm (1/4 watt minimum) resistor termination across terminals 1 and 2 of the electrical connectors, for connections over 100 feet.
7. Recommended wire routing of leadwires:
 - a. Do not run high voltage ignition transformer wires in the same conduit with the flame detector, Data Controlbus Module™, or Remote Reset Module wiring.
 - b. Do not route flame detector, Data Controlbus Module™, or Remote Reset Module leadwires in conduit with line voltage circuits.
 - c. Enclose flame detector leadwires without armor cable in metal cable or conduit.
 - d. Follow directions in flame detector, Data Controlbus Module™, or Remote Reset Module Instructions.
8. Keyboard Display Module (KDM): Because the KDM is powered from a low voltage, energy limited source, it can be mounted outside of a control panel if it is protected from mechanical damage.

NOTE: A 13 Vdc power supply must be used any time more than one Keyboard Display Module is used.

9. Maximum wire lengths follow:
 - a. RM7800/RM7840 leadwires—The maximum length of leadwire is 300 feet to terminal inputs (Control, Preignition Interlock, Running/Lockout Interlock, High Fire Switch and Low Fire Switch).
 - b. Flame Detector leadwires—The maximum flame sensor leadwire length is limited by the flame signal strength.
 - c. Remote Reset leadwires—The maximum length of wire is 1000 feet to a Remote Reset pushbutton.
 - d. Data Controlbus Module™—The maximum Data Controlbus Module™ cable length depends on the number of system modules connected, the noise conditions and the cable used. The maximum length of all Data Controlbus Module™ interconnecting wire is 1000 feet.
10. Make sure loads do not exceed the terminal ratings. Refer to the label on the RM7800/RM7840 or to the ratings in Tables 3, 4 and 5.

Final Wiring Check

1. Check the power supply circuit. The voltage and frequency tolerance must match those of the RM7800/RM7840. A separate power supply circuit may be required for the RM7800/RM7840. Add the required disconnect means and overload protection.
2. Check all wiring circuits and complete the Static Checkout, see Table 8, before installing the RM7800/RM7840 on the subbase.
3. Install all electrical connectors.
4. Restore power to the panel.

Table 1. Recommended Wire Sizes and Part Numbers.

Application	Recommended Wire Size	Recommended Part Number(s)
Line voltage terminals	14, 16 or 18 AWG copper conductor, 600 volt insulation, moisture-resistant wire.	TTW60C, THW75C, THHN90C.
Keyboard Display Module (KDM)	22 AWG two-wire twisted pair with ground, or five wire.	Belden 8723 shielded cable or equivalent.
Data ControlBus Module™	22 AWG two-wire twisted pair with ground, or five wire.	Belden 8723 shielded cable or equivalent.
Remote Reset Module	22 AWG two-wire twisted pair, insulated for low voltage.	—
Communications Interface ControlBus™ Module	22 AWG two-wire twisted pair with ground.	Belden 8723 shielded cable or equivalent.
13 Vdc full-wave rectified transformer power input.	18 AWG wire insulated for voltages and temperatures for given application.	TTW60C, THW75C, THHN90C.

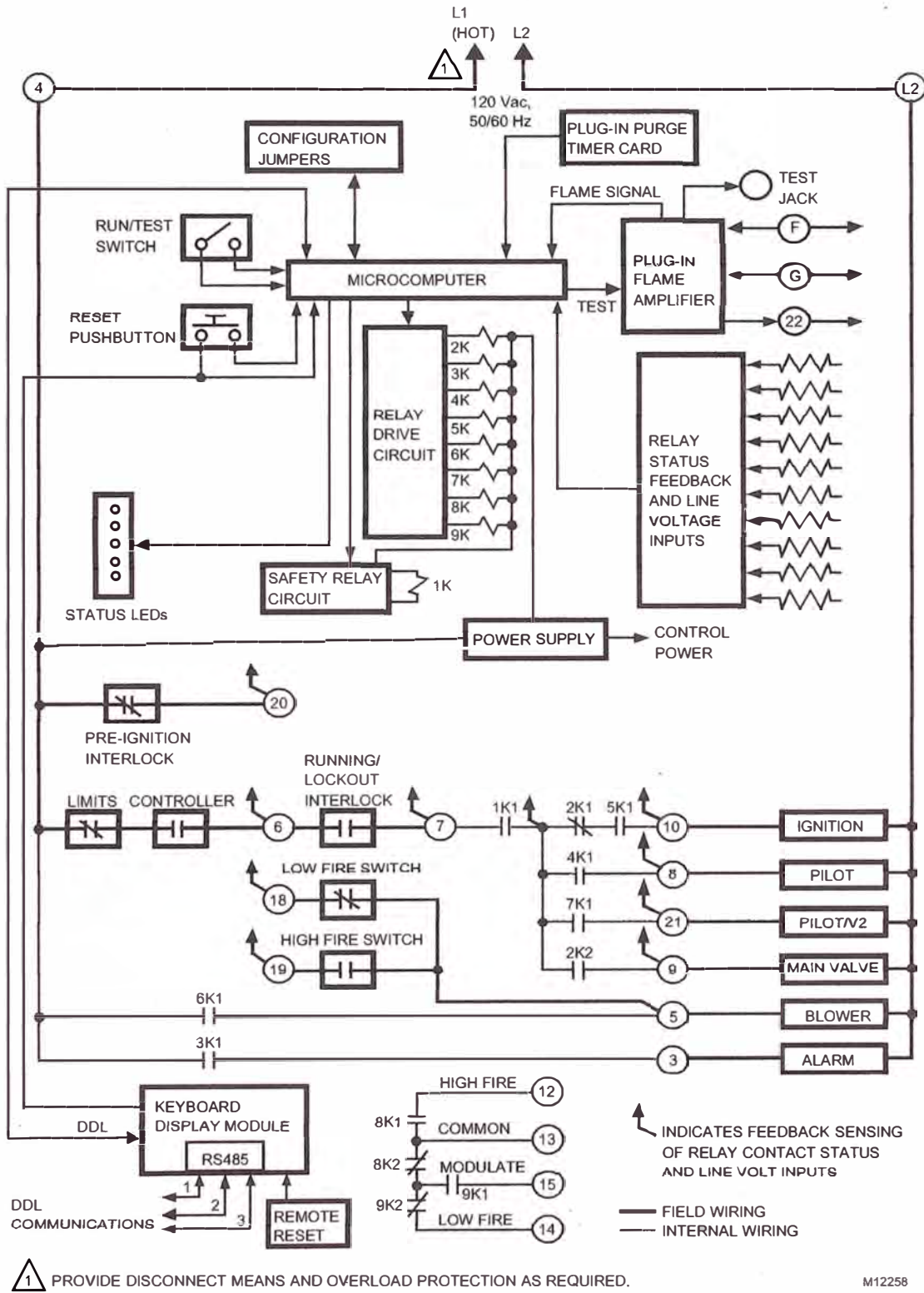


Fig. 1. Internal block diagram of the RM7800L/RM7840L (See Fig. 2, 3, 4 or 5 for individual detailed wiring instructions).

Table 2. Recommended Grounding Practices.

Ground Type	Recommended Practice
Earth ground (subbase and relay module).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Use to provide a connection between the subbase and the control panel of the equipment. Earth ground must be capable of conducting enough current to blow the 20A fuse (or breaker) in the event of an internal short circuit. 2. Use wide straps or brackets to provide minimum length, maximum surface area ground conductors. If a leadwire must be used, use 14 AWG copper wire. 3. Make sure that mechanically tightened joints along the ground path are free of nonconductive coatings and protected against corrosion on mating surfaces.
Signal ground (KDM, Data ControlBus Module™, Communications Interface ControlBus™ Module).	Use the shield of the signal wire to ground the device to the signal ground terminals [3(c)] of each device. Connect the shield at both ends of the chain to earth ground.

Table 3. Terminal Ratings.

Terminal No.	Description	Ratings
G	Flame Sensor Ground ^a	—
Earth G	Earth Ground ^a	—
L2(N)	Line Voltage Common	—
3	Alarm	120 Vac, 1A pilot duty.
4	Line Voltage Supply (L1)	120 Vac (+10%/-15%), 50 or 60 Hz (±10%) ^{b,d}
5	Burner Motor	120 Vac, 9.8 AFL, 58.8 ALR (inrush).
6	Burner Controller and Limits	120 Vac, 1 mA.
7	Lockout/Running Interlock	120 Vac, 8A run, 43A inrush.
8	Pilot Valve/Ignition	120 Vac ^c .
9	Main Fuel Valve	120 Vac ^c .
10	Ignition	120 Vac ^c .
F(11)	Flame Sensor	60 to 220 Vac, current limited.
12	Firing Rate High Fire	120 Vac, 75 VA pilot duty.
13	Firing Rate Common	120 Vac, 75 VA pilot duty.
14	Firing Rate Low Fire	120 Vac, 75 VA pilot duty.
15	Firing Rate Modulate	120 Vac, 75 VA pilot duty.
16	Unused	—
17	Unused	—
18	Low Fire Switch Input	120 Vac, 1 mA.
19	High Fire Switch Input	120 Vac, 1 mA.
20	Preignition Interlock Input	120 Vac, 1 mA.
21	Interrupted/Intermittent Pilot Valve/First Stage Oil Valve	120 Vac ^c .
22	Shutter	120 Vac, 0.5A.

^aThe relay module must have an earth ground providing a connection between the subbase and the control panel or the equipment. The earth ground wire must be capable of conducting the current to blow the 15A fuse (or breaker) in event of an internal short circuit. The relay module requires a low impedance ground connection to the equipment frame, which, in turn, requires a low impedance connection to earth ground.

^b 2000 VA maximum connected load to relay module assembly.

^c See tables 4 and 5.

^d RM7800G,M/RM7840G,M operating frequency determined by relay module selection.

Table 4. Combinations for Terminals 8, 9, 10 and 21.

Combination No.	Pilot Fuel 8	Main 9	Ignition 10	Intermittent Pilot Valve 21
1	C	F	No Load	No Load
2	B	F	No Load	No Load
3	No Load	F	No Load	B
4	F	F	A	No Load
5	No Load	F	A	F
6	D	F	A	No Load
7	No Load	D	A	D
8	D	D	A	No Load
9	No Load	D	A	D

Table 5. Explanation of Each Combination.

A	B	C	D	F
4.5A ignition.	50 VA Pilot Duty plus 4.5A ignition.	180 VA ignition plus motor valve with: 660 VA inrush, 360 VA open, 260 VA hold.	2A Pilot Duty.	64 VA Pilot Duty plus motor valve with: 3850 VA inrush, 700 VA open, 250 VA hold.

Mounting RM7800/RM7840 Relay Module (Fig. 5)

1. Mount the RM7800/RM7840 vertically on the Q7800 Subbase, or mount horizontally with the knife blade terminals pointing downward. When mounted on the Q7800A, the RM7800/RM7840 must be in an electrical enclosure.
2. When mounting in an electrical enclosure, provide adequate clearance for servicing, installation and removal of the RM7800/RM7840, Keyboard Display Module, flame amplifier, flame amplifier signal voltage probes, electrical signal voltage probes, and electrical connections.
 - a. Allow an additional two inches below the RM7800/RM7840 for the flame amplifier mounting.
 - b. Allow an optional three-inch minimum to both sides of the RM7800/RM7840 for electrical signal voltage probes.

3. Make sure no subbase wiring is projecting beyond the terminal blocks. Tuck in wiring against the back of the subbase so it does not interfere with the knife blade terminals or bifurcated contacts.

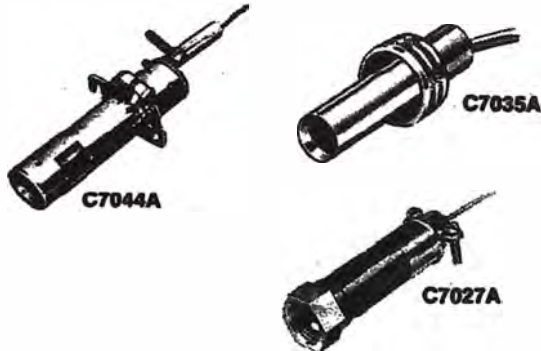
IMPORTANT

The RM7800/RM7840 must be installed with a plug-in motion rather than a hinge action.

4. Mount the RM7800/RM7840 by aligning the four L-shaped corner guides and knife blade terminals with the bifurcated contacts on the wiring subbase and securely tighten the two screws without deforming the plastic.

Honeywell

C7027A, C7035A, C7044A MINIPEEPER ULTRAVIOLET FLAME DETECTOR



THE C7027A, C7035A, AND C7044A DETECT ULTRAVIOLET RADIATION EMITTED FROM ALL FLAMES. THEY ARE USED WITH FLAME SAFEGUARD CONTROLS TO PROVIDE SUPERVISION FOR GAS, OIL, OR COMBINATION GAS-OIL BURNERS.

□ C7027A □ C7035A □ C7044A

- The C7027A, C7035A, and C7044A are used with the following:
 - Flame Safeguard Programmers/ Amplifiers

R4126 and R4127/R7255B
R4140/R7249A
R4150/R7259A
R4795/R7290

- Flame Safeguard Primary Controls/ Amplifiers
R4075C,D,E/R7249A
R4138C,D/R7249A
- R4890G Protectorelay Primary Control
- R7023C Flame Detector Relay.

- The C7044A is also used with the following 50' Hz Flame Safeguard Controls/ Amplifiers:
R4341/R7323
R4343/R7323
R4344/R7323
- The C7027A mounts on a 1/2 in. sighting pipe by means of an integral collar.
- The C7035A mounts on a 1 in. sighting pipe by means of an integral collar. A shield protects the sensing tube.
- The C7035A meets outdoor raintight requirements of Underwriters Laboratories Inc., NEMA 3, and NEMA 4.
- The C7044A mounts with a simple, I-screw bracket. Sensing tube enclosed in stainless steel housing.
- The C7044A is suitable for side or end viewing.
- Compact size makes the C7027A and C7044A particularly useful for blast tube mounting.
- Properly Installed, the C7027A and C7035A are sealed against pressures as high as 5 psi [34.5 kPa].
- The C7035A ultraviolet sensing tube is field replaceable. The C7027A and C7044A sensing tubes are not field replaceable—use on an economical, throwaway basis.
- Two Minipeeper detectors can be wired in parallel for difficult sighting applications.

SPECIFICATIONS

STANDARD MODELS

C7027A MINIPEEPER ULTRAVIOLET FLAME DETECTOR

DETECTION: Detects ultraviolet radiation only.
 AMBIENT OPERATING TEMPERATURE RATINGS: 0 F to +215 F [-18 C to +102 C], or -40 F to +215 F [-40 C to +102 C], depending on the model.
 MAXIMUM PRESSURE RATING: 5 psi [34.5 kPa].
 MOUNTING: Collar with standard 1/2 in. internal threads for mounting on a 1/2 in. sighting pipe.
 WIRING CONNECTIONS: Two, 6 ft [1.83 m], color-coded, NEC Class 1 leadwires. (One model is available with 24 ft [7.32 m] leadwires.) Rear of detector has a clamp type connector for 1/2 in. flexible metallic conduit. (Models are available with 1/2 in. internally threaded spud connector instead of the clamp.)
 DIMENSIONS: See Fig. 1.
 REPLACEMENT PART: 129685 Flange Gasket NOTE: The UV sensing tube is not field replaceable.

C7035A MINIPEEPER ULTRAVIOLET FLAME DETECTOR

DETECTION: Detects ultraviolet radiation only.
 AMBIENT OPERATING TEMPERATURE RATINGS: 0 F to 250 F [-18 C to +121 C], or -40 F to +250 F [-40 C to +121 C], depending on the model.
 MAXIMUM PRESSURE RATING: 5 psi [34.5 kPa].
 MOUNTING: Collar with standard 1 in. internal threads for mounting on a 1 in. sighting pipe. (The DIN approved C7035A1064 has 1-1 BSP1 threads.)
 WIRING CONNECTIONS: Two, 6 ft [1.83 m], color-coded, NEC Class 1 leadwires. (One model is available with leadwires rated for 400 F [204.4 C], and one model is available with 12 ft [3.66 m] leadwires.) Rear of detector has 1/2-14 NPSM internal threads for connecting to a conduit. (The DIN approved C7035A1064 has 1/2-14 BSP-F threads.)
 DIMENSIONS: See Fig. 2.
 WEIGHT: 6 oz [0.17 kg].
 REPLACEMENT PARTS:
 129808 Flange Gasket.
 129464M Ultraviolet Sensing Tube, 0 F to 250 F [-18 C to +121 C].
 129464N Ultraviolet Sensing Tube, -40 F to +250 F [-40 C to +121 C].

C7027A AND C7035A

APPROVALS:
 UNDERWRITERS LABORATORIES INC. LISTED: File No. MP268; Guide No. MCCZ.
 CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION CERTIFIED: File No. LR1620; Guide No. 140-A-2.
 FACTORY MUTUAL APPROVED.
 DIN APPROVED MODELS: C7027A1056, C7035A1049, and C7035A1064.

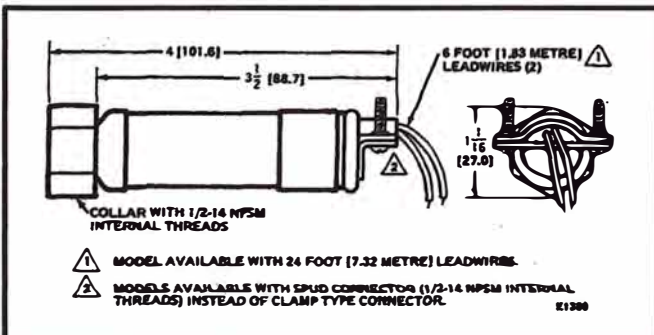


FIG. 1- INSTALLATION DIMENSIONS OF THE C7027A, IN in. [mm IN BRACKETS].

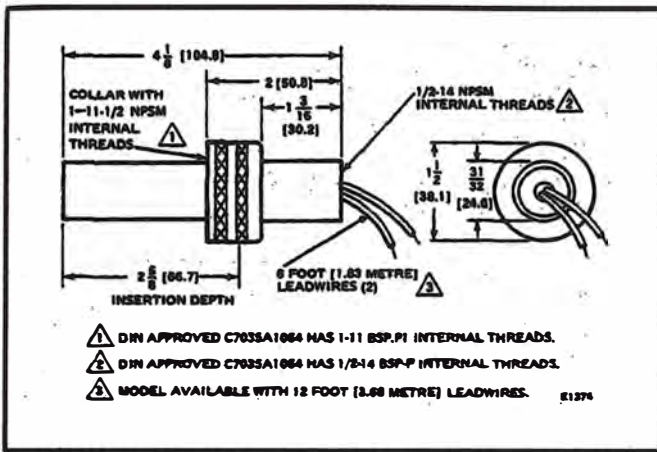


FIG. 2—INSTALLATION DIMENSIONS OF THE C703SA, IN in. [mm IN BRACKETS].

C7044A MINIPEEPER ULTRAVIOLET FLAME DETECTOR

DETECTION: Detects ultraviolet radiation only. Housing has 2 openings to permit viewing from either its end or its side. Side viewing is 1/8 as sensitive as end viewing.

AMBIENT OPERATING TEMPERATURE RATINGS: 0 F to 215 F [-18 c to +102 C].

MOUNTING: Bracket (included in 4074 BVK Bag Assembly), secured by two 8-32 RHIS (European M-4) screws (not included).

WIRING CONNECTIONS: Two, 6 ft [1.83 m], color-coded, NEC Class 1 leadwires. Rear of detector has a clamp type connector for 1/2 inch flexible metallic conduit.

DIMENSIONS: See Fig. 3.

WEIGHT: 10 oz [0.28 kg].

TABLE I-FLAME SIGNAL

FLAME DETECTOR	PLUG-IN FLAME SIGNAL AMPLIFIER (purple)	FLAME SAFEGUARD CONTROL(S)	MINIMUM ACCEPTABLE STEADY CURRENT (microamp)	MAXIMUM CURRENT EXPECTED (microamp)
C7027A C7035A, or C7044A	R7249A	R4075C,D,E; R4138C,D; R4140	3-1/2	7-1/2
	R7255B	R4126, R4127	4	8
	R7258A	R4150	4	8
	R7290A	R4795A.D	1-112	2-114
	None	RA890G, R7023C	1-1/2	2-1/4

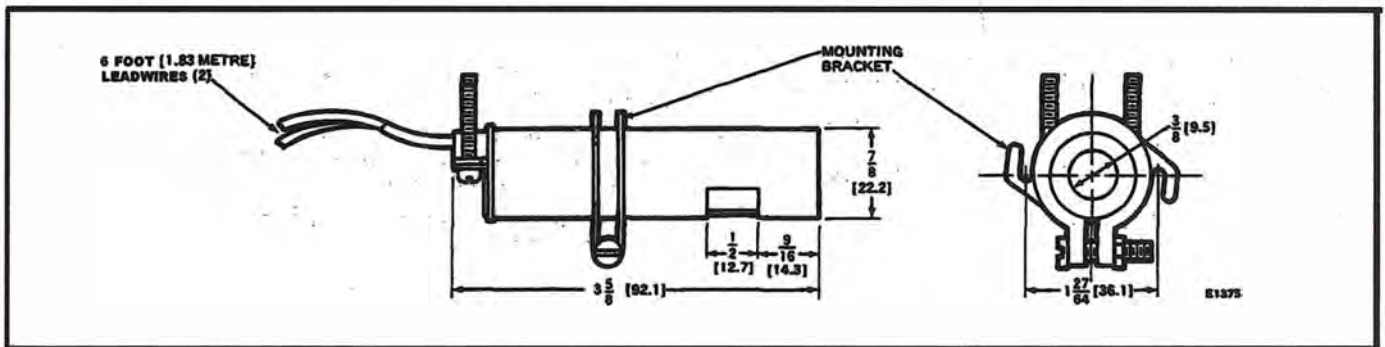
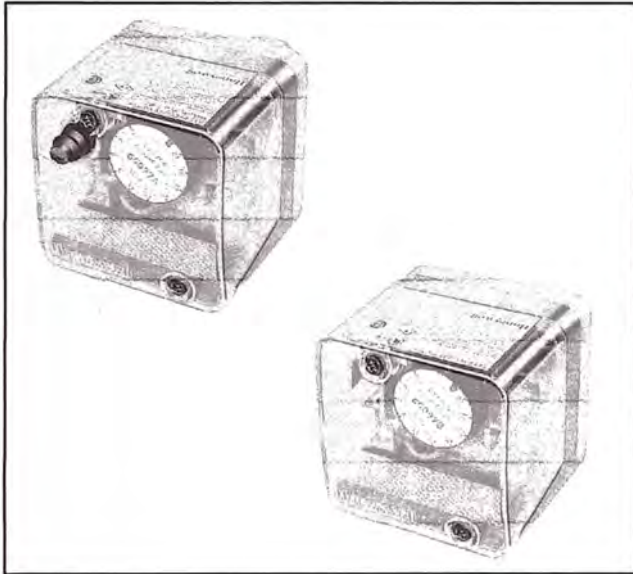


FIG. 3—INSTALLATION DIMENSIONS OF THE C7044A, IN in. [mm IN BRACKETS].

C6097A,B Pressure Switches

PRODUCT DATA



APPLICATION

The C6097 Pressure Switches are safety devices used in positive-pressure or differential-pressure systems to sense gas or air pressure changes.

FEATURES

- For use with natural gas, liquid propane (LP) gas, or air.
- Diaphragm-actuated safety-limit switch.
- Switch can be wired to turn on alarm.
- C6097A models break control circuit at setpoint on pressure fall.
- C6097B models break control circuit at setpoint on pressure rise.
- Lockout with manual reset and recycle options.
- Lockout models have external manual reset button.
- Removable transparent cover protects scaleplate and adjusting knob.
- Pipe tapings allow selection of positive pressure, differential pressure (air only) or venting connections (NPT mount only).
- 1/4 in. NPT or flange mount models for direct mounting to Honeywell Integrated Valve Train.
- Optional switch position indicator lamp available.
- IP54 enclosure standard.
- Ranges: 0.4 to 5 in. wc, 3 to 21 in. wc, 12 to 60 in. wc or 1.5 to 7 psi.
- Surge orifice.
- Integral Vent Limiter.

Contents

Application	1
Features	1
Specifications	2
Ordering Information	2
Installation	4
Optional Switch Position Indication Lamp	4
Wiring	6
Settings and Adjustments	6
Operation and Checkout	7



65-0237-04

SPECIFICATIONS

Models:

C6097A Pressure Switch: Breaks a circuit when pressure falls to scale setting. See Table 1.

C6097B Pressure Switch: Breaks a circuit when pressure rises to scale setting. See Table 1.

Table 2 shows switch ratings and Table 3 shows alternate electrical ratings when used with Honeywell Flame Safeguard Programmers.

Minimum Ambient Temperature: -40°F (-40°C).

Maximum Ambient Temperature: 140°F (60°C).

Connections (Depending on Model):

1/4-18 NPT tapping for main or high-pressure connection.

1/8-27 NPT tapping for vent or low-pressure connection (air only).

Flange mount for connection to Honeywell Integrated Valve Train (internal vent only, no external connections).

Scale Range:

0.4 to 5 in. wc (0.10 kPa to 1.25 kPa).

3 to 21 in. wc (0.75 to 5.23 kPa).

12 to 60 in. wc (3.0 kPa to 15 kPa).

1.5 to 7 psi (10.3 kPa to 48 kPa).

Approvals:

Underwriters Laboratories Inc. listed.

Canadian Standards Association listed.

Factory Mutual: Approved.

Industrial Risk Insurers: Acceptable.

CSD-1 AFB: Acceptable.

Accessories:

32003041-001 C6097 Cover for manual reset models.

32003040-001 C6097 Cover for recycle models.

32003039-001 Position Indication Lamp Kit.

Dimensions: See Fig. 1 and 2.

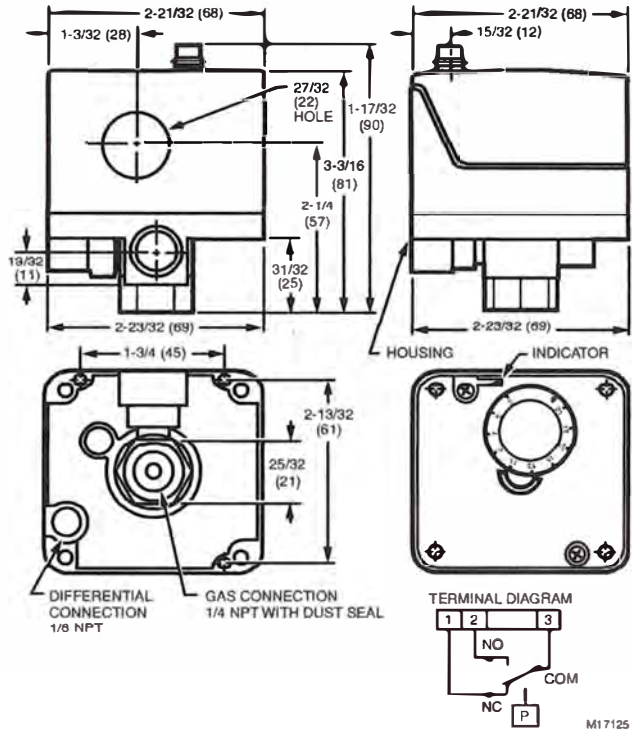


Fig. 1. C6097 1/4 in. NPT Mount dimensions in in. (mm).

ORDERING INFORMATION

When purchasing replacement and modernization products from your TRADELINE® wholesaler or distributor, refer to the TRADELINE® Catalog or price sheets for complete ordering number.

If you have additional questions, need further information, or would like to comment on our products or services, please write or phone:

1. Your local Honeywell Automation and Control Products Sales Office (check white pages of your phone directory).
2. Honeywell Customer Care
1885 Douglas Drive North
Minneapolis, Minnesota 55422-4386

In Canada—Honeywell Limited/Honeywell Limitée, 35 Dynamic Drive, Toronto, Ontario M1V 4Z9.

International Sales and Service Offices in all principal cities of the world. Manufacturing in Australia, Canada, Finland, France, Germany, Japan, Mexico, Netherlands, Spain, Taiwan, United Kingdom, U.S.A.

Table 1. Pressure Switch Model Selection.

Model	Operating Pressure Range	Manual Reset Differential		Non-Manual Reset Differential		Differential Type	Maximum Rated Pressure (continuous) (psi)	Manual Reset	Media ^a	Switch Action at Setpoint	Comments
		Maximum at Minimum Setpoint	Maximum at Maximum Setpoint	Nominal	Maximum						
C6097A1004	0.4 to 5 in. wc	—	—	0.16 in. wc	0.24 in. wc	Additive	2.9	No	Air/Gas	Breaks N.O. to C. connection on pressure fall.	1/4 in. NPT Mount
C6097A1012	3 to 21 in. wc	2.4 in. wc	4.2 in. wc	—	—		5.0	Yes	Air/Gas		1/4 in. NPT Mount
C6097A1020	3 to 21 in. wc	2.4 in. wc	4.2 in. wc	—	—		5.0	Yes	Air/Gas		Flange Mount
C6097A1038	12 to 60 in. wc	10 in. wc	12 in. wc	—	—		5.0	Yes	Air/Gas		1/4 in. NPT Mount
C6097A1046	12 to 60 in. wc	10 in. wc	12 in. wc	—	—		5.0	Yes	Air/Gas		Flange Mount
C6097A1053	3 to 21 in. wc	—	—	0.24 in. wc	0.48 in. wc		5.0	No	Air/Gas		1/4 in. NPT Mount
C6097A1061	3 to 21 in. wc	—	—	0.24 in. wc	0.48 in. wc		5.0	No	Air/Gas		Flange Mount
C6097A1079	12 to 60 in. wc	—	—	1.1 in. wc	2.4 in. wc		5.0	No	Air/Gas		1/4 in. NPT Mount
C6097A1087	12 to 60 in. wc	—	—	1.1 in. wc	2.4 in. wc		5.0	No	Air/Gas		Flange Mount
C6097A1095	0.4 to 5 in. wc	0.6 in. wc	1.0 in. wc	—	—		2.9	Yes	Air/Gas		1/4 in. NPT Mount
C6097A1103	1.5 to 7 psi	1.1 psi	1.4 psi	—	—		9.3	Yes	Air/Gas		Flange Mount
C6097A1111	1.5 to 7 psi	1.1 psi	1.4 psi	—	—		9.3	Yes	Air/Gas		1/4 in. NPT Mount
C6097A1129	1.5 to 7 psi	—	—	0.1 psi	0.3		9.3	No	Air/Gas		Flange Mount
C6097A1137	1.5 to 7 psi	—	—	0.1 psi	0.3		9.3	No	Air/Gas		1/4 in. NPT Mount
C6097A1210	0.4 to 5 in. wc	—	—	0.16 in. wc	0.24 in. wc		2.9	No	Air/Gas		Flange Mount
C6097A1228	0.4 to 5 in. wc	—	—	—	—		2.9	Yes	Air/Gas		Flange Mount
C6097B1002	12 to 60 in. wc	10 in. wc	12 in. wc	—	—		Subtractive	5.0	Yes		Air/Gas
C6097B1010	12 to 60 in. wc	10 in. wc	12 in. wc	—	—	5.0		Yes	Air/Gas	Flange Mount	
C6097B1028	3 to 21 in. wc	2.4 in. wc	4.2 in. wc	—	—	5.0		Yes	Air/Gas	1/4 in. NPT Mount	
C6097B1036	3 to 21 in. wc	2.4 in. wc	4.2 in. wc	—	—	5.0		Yes	Air/Gas	Flange Mount	
C6097B1044	1.5 to 7 psi	1.1 psi	1.4 psi	—	—	9.3		Yes	Air/Gas	Flange Mount	
C6097B1051	1.5 to 7 psi	1.1 psi	1.4 psi	—	—	9.3		Yes	Air/Gas	1/4 in. NPT Mount	
C6097B1069	3 to 21 in. wc	—	—	0.24 in. wc	0.48 in. wc	5.0		No	Air/Gas	Flange Mount	
C6097B1077	12 to 60 in. wc	—	—	1.1 in. wc	2.4 in. wc	5.0		No	Air/Gas	Flange Mount	
C6097B1085	12 to 60 in. wc	—	—	1.1 in. wc	2.4 in. wc	5.0		No	Air/Gas	1/4 in. NPT Mount	
C6097B1093	1.5 to 7 psi	—	—	0.1 psi	0.3 psi	9.3		No	Air/Gas	Flange Mount	
C6097B1101	1.5 to 7 psi	—	—	0.1 psi	0.3 psi	9.3		No	Air/Gas	1/4 in. NPT Mount	
C6097B1119	3 to 21 in. wc	—	—	0.24 in. wc	0.48 in. wc	5.0		No	Air/Gas	1/4 in. NPT Mount	

^a Acceptable media: Natural gas, liquid propane (LP) gas, and air.



**ALTAMENTE REFRACTARIO Y
SUPER REFRACTARIO**

CONCRETOS REFRACTARIOS SILICO - ALUMINOSOS

Los concretos refractarios silico-aluminosos manufacturados por Refractarios Peruanos S.A. Son materiales de fragua hidráulica fabricados con agregados de arcillas calcinadas de una composición granulométrica controlada y mezcladas con una cantidad precisa de cementos refractarios especiales; al agregárseles una cantidad suficiente de agua se transforman en una mezcla muy trabajable que endurece y fragua rápidamente. El material granular ha sido sometido previamente a un tratamiento térmico especial, para lograr un producto de limitadas variaciones dimensionales, densificación controlable y muy poca propensión a desarrollar agrietamientos en el servicio.

Los concretos refractarios silico-aluminosos que produce REPSA son: CASTABLE REPSA, CASTABLE SUPER Y HARCAST; este último también en la forma HARCAST ES.

USOS

Los concretos refractarios silico-aluminosos fabricados por REPSA se utilizan, con gran versatilidad, en la edificación de diferentes construcciones térmicas. Ofrecen servicios eficientes y confiables tanto en instalaciones nuevas como en reparaciones. Su facilidad de instalación y rendimiento operativo han contribuido sustancialmente a la reducción de costos de mantenimiento.

APLICACIONES TÍPICAS

Los productos CASTABLE REPSA Y CASTABLE EXTRA son concretos Altamente Refractarios y se usan, respectivamente, para instalaciones generales de severidad normal, para construcción de deflectores de calderas y para construcciones en zonas de alta abrasión pero temperatura media.

El CASTABLE SUPER Y EL HARCAST corresponden a la clase Super refractaria y se emplean para usos en condiciones térmicas más severas de instalaciones generales o antiabrasivas, respectivamente.

Son aplicaciones típicas de los concretos refractarios silico-aluminosos: cubiertas de hornos de recalentamiento; pisos y paredes de incineradores; bloques de quemadores; plataformas de ceiros de hornos túnel; paredes laterales y frontales de calderas; cámaras de combustión; recubrimientos de pórticos, chutes y ductos; revestimientos de chimeneas; enfriadores de parrilla de hornos de cemento; deflectores de calderas agua y humo tubulares; hornos de tostación de minerales; refinerías de petróleo; mantenimiento general de hornos metalúrgicos y siderúrgicos; fabricación de formas especiales de ladrillos.

FORMA DE INSTALARLO

La instalación de los concretos refractarios silico-aluminosos de REPSA puede hacerse manual o mecánicamente. La instalación manual es para trabajos pequeños y puede ser hecha con badilejo o por vaciado en un encofrado o molde. La instalación mecánica es para trabajos mayores, como encofrado de estructuras, o proyectado con pistola neumática.

Los pasos a seguir en una buena instalación de concretos refractarios REPSA son:

MEZCLADO: En un recipiente adecuado, o sobre el piso limpio, se agrega gradualmente agua pura y fría, al material seco, mezclándolo hasta obtener una pasta uniforme. Para desarrollar la máxima resistencia mecánica en el producto evítese agregar exceso de agua. El mezclado se hace en cantidades que estén de acuerdo con el método de instalación que se aplicará. La mezcla se prueba por el sistema de la "Bola al aire", que consiste en formar una bola de unos 10 cm de diámetro y lanzarla a unos 30 cm de alto; al recibirla entre los dedos, si se rompe la falta agua; si se escurre, le sobra.

INSTALACION: El sistema manual de instalación es por badilejo, con el que se enlucen superficies, y por vaciado, a pequeños moldes o encofrados, para construir o reparar estructuras. El sistema mecánico más usado es el "ganitado" o "yanestado". Los concretos de REPSA cuando son usados para aplicación con pistola neumática, deberán alimentarse directamente a la pistola, donde se mezclarán con el agua, en cantidad regulada por el operador según las necesidades. La superficie sobre la que se instala el concreto debe ser previamente humedecida. Instalaciones grandes deben anclarse con ganohos metálicos o cerámicos.

CURADO La fragua comienza unos 20 minutos después que se ha mezclado con el agua, por esta razón se recomienda preparar sólo la cantidad que se va a utilizar inmediatamente. Después de instalarlo, la superficie expuesta deberá cubrirse con sacos o trapos húmedos y luego el concreto deberá dejarse reposar, por aproximadamente 12 horas, antes de retirar el molde o encofrado.

SECADO Y CALENTADO Para obtener mejores resultados es preferible dejar secar el concreto al aire 24 horas, antes de comenzar el calentamiento. El calentamiento debe ser muy lento y pasar los 100 °C sólo después que ha desaparecido todo rastro de humedad libre. El esquema de calentamiento se hace de acuerdo con la naturaleza del trabajo.

PRESENTACION

Todos los concretos sílico-aluminosos REPSA se envasan en sacos multiplegos, a prueba de humedad, conteniendo 40 Kg del producto seco, listo para ser usado. Debe almacenarse en lugares secos, protegidos de lluvia y humedad.

DATOS PARA EL USO

MARCA	TEMPERATURA MAX DE SERVICIO		CANTIDAD REQUERIDA		AGUA NECESARIA	USOS TÍPICOS
	°C	°F	Kg/m ³	PCF	%	
CASTABLE REPSA	1371	2500	2035	127	10-12	Calderas, cámaras de combustión, mantenimiento de revestimientos de ladrillos de arcilla altamente refractaria, incineradores, hornos de recalentamiento.
REPSA CASTABLE SUPER	1482	2700	2035	127	10-12	Calderas, cámaras de combustión, incineradores, hornos de recalentamiento, instalación y mantenimiento de revestimientos de arcilla super refractaria.
REPSA HARCAST	1482	2700	2067	129	10-12	Plataformas de caños de hornos de tratamiento térmico con atmósferas especiales, acerías, hornos de cemento.

PRUEBA DE LA BOLA EN MANO



EXCESO DE AGUA

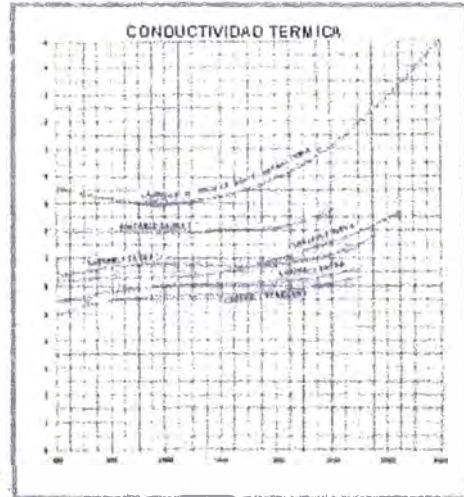


FALTA DE AGUA



MEZCLA ADECUADA

CONDUCTIVIDAD TERMICA



REFRACTARIOS PERUANOS S.A.
AV. MATERIALES 2828 CALLAO

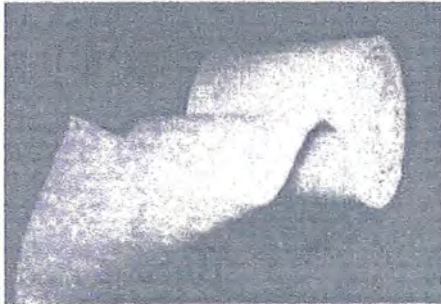
Teléfono 515-1100 Fax 464-1181 E-mail ventas@repsa.com.pe



MANTA KAOWOOL® 1400



REPRESENTANTE EN EL PERU



PRESENTACION

Bobina de 1"x24"x300" (50 pie²)

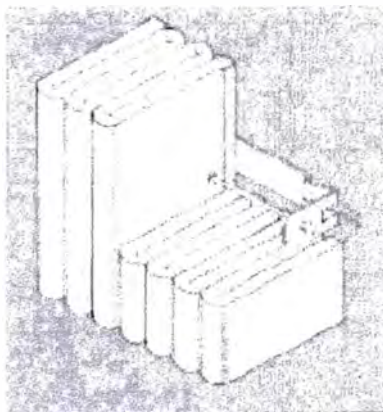
PROPIEDADES FISICAS

Color.....blanco
 Densidad (Kg/m³).....128-160
 Temperatura máxima (°C)
 Uso continuo.....1400
 Uso limite.....1427
 Punto de fusión.....1816
 Diámetro de fibras(μ,medio) 2,8

ANALISIS QUIMICO

(% peso, después de quema)

Alúmina35
 Silice.....50
 Zirconio.....15
 Otros.....Trazas



Disponible para entrega inmediata

Baja conductividad térmica.

Alta resistencia al choque térmico y ataque químico.

Buenas características acústicas y protección contra fuego.

Alta flexibilidad, facilidad de corte e instalación.

Alta refractariedad.

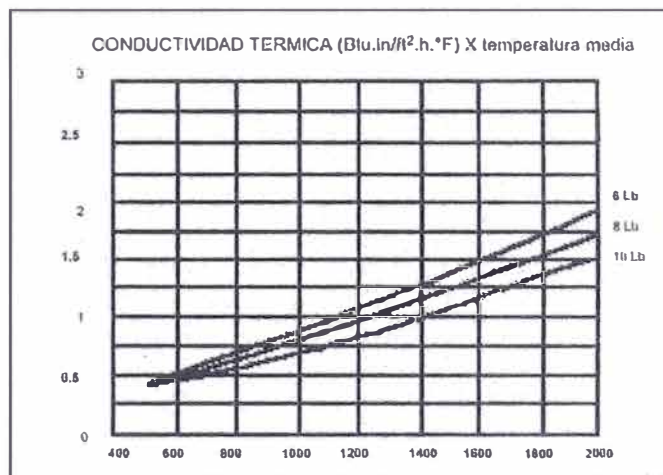
La manta de fibra cerámica Kaowool es fabricada a partir de sílica y alúmina de alto grado de pureza. Estas fibras son totalmente inorgánicas entrelazadas y aglutinadas garantizando una buena resistencia mecánica en manipuleo e instalación.

PROPIEDADES QUIMICAS

Los productos de fibra cerámica Kaowool poseen excelente resistencia a ataques químicos, excepto al ácido fluorhídrico, fosfórico y álcalis fuertes. La manta no es afectada por aceite o agua. Sus propiedades térmicas y físicas son recuperadas después de secado.

APLICACIONES TIPICAS

Revestimientos de hornos Turbinas a gas
 Intercambiadores de calor Craqueadores catalíticos
 Estufas y hornos de laboratorio
 Reparaciones en hornos



Las características indicadas son propiedades típicas y están sujetas a variaciones razonables, no son especificaciones.



REFRACTARIOS PERUANOS S. A.

PRINCIPALES AISLANTES TERMICOS

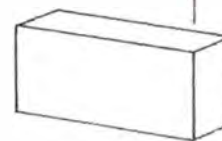
PRODUCTO	TEMPERATURA MAXIMA DE SERVICIO (°C)	APLICACIONES TÍPICAS
FIBRA CERAMICA KAOWOOL A GRANEL (20 Kg/bolsa)	1260	Relleno aislante de bóvedas, paredes y carros de hornos. Junta de expansión.
MANTA KAOWOOL 1260 MANTA KAOWOOL 1400 (50 pie ² /rollo) 1"x24"x300"	1260 1400	Aislamiento de tapa frontal y posterior de calderas pirotubulares. Aislamiento de paredes de calderas acuotubulares, ductos y tuberías de fluidos. Aislamiento exterior de secadores, cocinas, calderas, incineradores.
PAPEL CERAMICO GRADO 700 (250 pie ² /rollo)	1260	Sellos, empaquetaduras térmicas. Juntas de expansión en construcciones con ladrillos refractarios. Junta de expansión para instalación de conos quemadores.
PLACA CERABOARD 100 (1", ½", ¼") 0.90x0.60 m	1260	Back up de castables y ladrillos refractarios en tapas y paredes de calderas y cámaras de combustión. Junta de expansión semi-compresible.
SOGA KAO-TEX 2000 2", 1", ½"	980	Totalmente libre de asbesto. Sellado de puertas, man hole, etc. Empaquetaduras térmicas, junta de expansión.
LADRILLO AISLANTE K-20 LADRILLO AISLANTE K-23 LADRILLO AISLANTE K-26-LI (25 pza/caja) 9x4 1/2x2 ½"	1090 1260 1409	Back up de revestimientos refractarios. Aislamiento de tapas, paredes, pisos, puertas, de calderas pirotubulares y acuotubulares.
CASTABLE AISLANTE KAOLITE 2300-LI (40 Lb/sco) CASTABLE AISLANTE KAOLITE 2500-LI (50 Lb/sco)	1260 1490	Aislamiento de cámaras de combustión, tapas, paredes y conos quemadores de calderas. Cámaras de mezcla e intercambiadores de calor.
LADRILLO AISLANTE ROTOL 9x4 1/2x2 ½"	950	Aislamiento secundario de revestimientos refractarios: tapas, paredes y pisos de calderas, hornos, incineradores. No recomendado como cara caliente.
PLACA AISLANTE SKAMOLEX S-100● 1"x1.22x0.50 m	1000	Aislamiento secundario de revestimientos refractarios: tapas, paredes y pisos de calderas, hornos, incineradores. No recomendado como cara caliente.
MANTA AISLANTE (REFORZADA) LANA MINERAL (2" y 3") 24"x96" "CALORCOL"	650	Aislamiento externo de calderas, tanques, ductos, secadores, cocinas y tuberías. Aislamiento de calderas de aceite térmico y equipos de plantas de agua de cola.

LADRILLOS REFRACTARIOS : FORMAS Y DIMENSIONES NORMALES



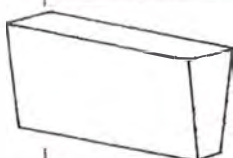
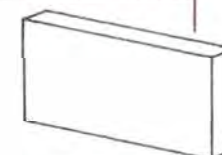
RECTANGULAR (STRAIGHT)
229x114x63 mm
9"x4 1/2"x2 1/2"

PEQUEÑO (SMALL)
229x89x63 mm
9"x3 1/2"x2 1/2"



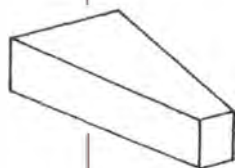
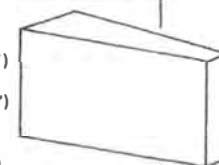
JABON (SOAP)
229x57x63 mm
9"x2 1/4"x2 1/2"

DIVIDIDO (SPLIT)
229x114x32 mm
9"x4 1/2"x1 1/4"
229x114x51 mm
9"x4 1/2"x2"



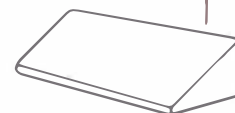
ARCO (ARCH)
Nº 1 229x114x(63-54) mm
9"x4 1/2"x(2 1/2"-2 1/8")
Nº 2 229x114x(63-44) mm
9"x4 1/2"x(2 1/2"-1 3/4")
Nº 3 229x114x(63-25) mm
9"x4 1/2"x(2 1/2"-1")

CUÑA (WEDGE)
Nº 1-X 229x114x(63-57) mm
9"x 4 1/2"x(2 1/2"-2 1/4")
Nº 1 229x114x(63-48) mm
9"x4 1/2"x(2 1/2" -1 7/8")
Nº 2 229x114x(63-38) mm
9"x4 1/2"x(2 1/2"-1 1/2")

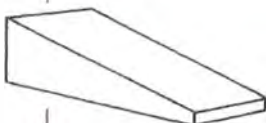
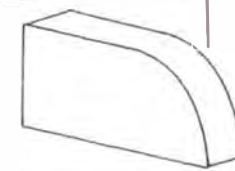


LLAVE (KEY)
Nº 1 229x(114-102)x63 mm
9"x(4 1/2"-4")x2 1/2"
Nº 2 229x(114-89)x63 mm
9"x(4 1/2"-3 1/2")x2 1/2"
Nº 3 229x(114-76)x63 mm
9"x(4 1/2"-3")x2 1/2"
Nº 4 229x(114-57)x63 mm
9"x(4 1/2"-2 1/4")x2 1/2"

BISEL DE CANTO (FEATHEREDGE)
229x114x(63-3) mm
9"x4 1/2"x(2 1/2"-1/8")



JAMBA (JAMB)
229x114x63
9"x4 1/2"x2 1/2"



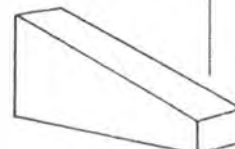
CUELLO (NECK)
229x114x(63-16) mm
9"x4 1/2"x(2 1/2"-5/8")

BISEL LONGITUDINAL (END SKEW)
48º (229-171)x114-63 mm
(9"-6 3/4")x4 1/2"x2 1/2"
60º (229-192)x114x63 mm
(9"-7 9/16")x4 1/2"x2 1/2"



BISEL LATERAL (SIDE SKEW)
48º 229x(114-57)x63 mm
9"x(4 1/2"-2 1/4")x2 1/2"
60º 229x(114-78)x63 mm
9"x(4 1/2"-3 1/16")x2 1/2"

ARRANQUE (EDGE SKEW)
229x(114-38)x63 mm
9"x(4 1/2"-1 1/2")x2 1/2"



PLAN DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO MENSUAL

- 1 Inspección visual de la llama
- 2 Inspección visual de la valvula modulante
- 3 Inspección de los elementos electricos del tablero de control
- 4 Verificación de la presión de gas
- 5 Inspección de los componentes de los quemadores
- 6 Pruebas al piloto y la llama principal
- 7 Chequeo de balanceo y vibración de los sopladores

MANTENIMIENTO SEMESTRAL

- 1 Inspección visual de la llama
- 2 Inspección visual de la valvula modulante
- 3 Inspección de los elementos electricos del tablero de control
- 4 Verificación de la presion de gas
- 5 Inspección de los componentes de los quemadores
- 6 Pruebas al piloto y la llama principal
- 7 Chequeo de balanceo y vibración de los sopladores
- 8 Conteo de leakage de las válvulas Shut off

MANTENIMIENTO ANUAL

- 1 Inspección visual de la llama
- 2 Inspección visual de la valvula modulante
- 3 Inspección de los elementos electricos del tablero de control
- 4 Verificación de la presion de gas
- 5 Inspección de los componentes de los quemadores
- 6 Pruebas al piloto y la llama principal
- 7 Chequeo de balanceo y vibración de los sopladores
- 8 Conteo de leakage de las válvulas Shut off
- 9 Revisión de componentes de seguridad de flama
- 10 Revisión de rodamientos del soplador